

2011 年度 修 士 論 文

環境配慮型外皮の設計プロセスに関する研究 －技術主体に着目して－

Study on design process of environmental-conscious skin
－focusing on agent of technologies－

妹尾 悠貴
Seno, Yuki

東京大学大学院新領域創成科学研究科
社会文化環境学専攻

目次

1 章	研究の背景と目的・方法	
1－1	研究の背景	
1－1－1	地球環境配慮技術としての建築外皮技術	
1－1－2	専門分化し続ける環境技術・革新され続ける環境技術と専門知	
1－1－3	技術主体と専門技術と意匠設計者	
1－2	研究の目的	
1－3	研究の方法	
2 章	ヒアリング調査	・・・・・・・・・・p23
2－1	事例 A	
2－1－1	調査対象とした理由	
2－1－2	ヒアリング結果の概要	
2－2	事例 B	
2－2－1	調査対象とした理由	
2－2－2	ヒアリング結果の概要	
2－3	事例 C	
2－3－1	調査対象とした理由	
2－3－2	ヒアリング結果の概要	
2－4	事例 D	
2－4－1	調査対象とした理由	
2－4－2	ヒアリング結果の概要	
2－5	事例 E	
2－5－1	調査対象とした理由	
2－5－2	ヒアリング結果の概要	
2－6	事例 F	
2－6－1	調査対象とした理由	
2－6－2	ヒアリング結果の概要	
2－7	事例 G	
2－7－1	調査対象とした理由	
2－7－2	ヒアリング結果の概要	
2－8	事例 H	
2－8－1	調査対象とした理由	
2－8－2	ヒアリング結果の概要	

3 章	技術主体の分析	・・・・・・・・・・・・・・・・ p53
3-1	組織別の分類	
3-2	情報提供のタイプによる事例の分析	
3-2-1	事例 A における技術主体の役割分担	
3-2-2	事例 B における技術主体の役割分担	
3-2-3	事例 C における技術主体の役割分担	
3-2-4	事例 D における技術主体の役割分担	
3-2-5	事例 E における技術主体の役割分担	
3-2-6	事例 F における技術主体の役割分担	
3-2-7	事例 G における技術主体の役割分担	
3-2-8	事例 H における技術主体の役割分担	
3-3	技術主体の情報提供の仕方の分類	
3-3-1	仕様アイディアによる情報提供	
3-3-2	性能アイディアによる情報提供	
3-3-3	仕様要求スタディによる情報提供	
3-3-4	性能要求スタディによる情報提供	
3-3-5	スタディシミュレーションによる情報提供	
3-3-6	実現可能性チェックによる情報提供	
3-3-7	確認検証による情報提供	
4 章	設計プロセスの分析	・・・・・・・・・・・・・・・・ p91
4-1	分析の基準	
4-1-1	設計プロセスの分析方法	
4-2	分析	
4-2-1	事例 A	
4-2-2	事例 B	
4-2-3	事例 C	
4-2-4	事例 D	
4-2-5	事例 E	
4-2-6	事例 F	
4-2-7	事例 G	
4-2-8	事例 H	
4-3	内部技術主体による情報提供の違い	
4-3-1	内部技術主体が存在しない場合の共通点・違い	
4-3-2	設備・構造設計者を内部化している組織の共通点・違い	
4-3-3	設備・構造・施工・技研を内部化している意匠設計者の共通点・違い	
4-4	その他技術主体の情報提供の分析	

4-4-1	確認検証型情報提供による分類	
4-4-2	シミュレーションによる設計プロセスの違い	
4-5	設計プロセスと情報提供の仕方の関係	
4-6	設計プロセス分析のまとめ	
5章	全体のまとめ	・・・・・・・・・・p125
5-1	設計プロセスの構造に影響を与える情報提供のあり方と技術主体	
5-2	設計プロセス構造に影響を与える技術主体	
5-3	まとめ	

あとがき

1-1 研究の背景

1-1-1 地球環境配慮技術としての建築外皮技術

昨今地球温暖化現象の対策として、排出 CO2 削減が要請されている。その流れのなかで、建築分野もまた、環境に配慮した建築をつくることが求められている。

| - 2 -

建築においてもライフサイクル CO2 の低減を目的として投入資材の生産時 CO2 の削減や、運用時設備負荷の低減など、様々な側面からの対策が行われつつある。そのなかでも建築外皮は外部環境からの負荷を調整する役割をもっており、設備負荷の低減に大きく貢献する。実際に近年話題になっている「環境建築」の多くが外皮に対していままでとは異なる試みをもつものが多いといえる。

一方でガラス張りの超高層は現代におけるひとつのデザインの潮流でもある。日本においても CW の形式が PC の流行からガラスカーテンウォール中心に変化し、環境への関心が高まる中、窓際（ペリメーターゾーン）の熱負荷をどのように効率よく下げるかが克服すべき課題と考えられてきた。その解決策の一つとして、エアフロー、ダブルスキン、外部ブラインドなど外皮に対するさまざまな試みが生まれてきている。さらに最近では、ガラス張りを基本としながらも、より環境性能を向上させようとして新規的な試みが行われている。それは省エネを中心的な要求事項としながらも、景観や開放性など、単純に定量的に評価できないものも含まれている。環境配慮型外皮における環境性能は定義を拡大し、さまざまな新技術を伴いながら設計者によって実現されている。

そしてそういった環境配慮型外皮技術に関して有名な事例や知見をまとめ、建築設計者が環境配慮型建築を設計することを知識的にサポートするための文献なども普及しつつある。

以下に、現在代表的な環境配慮型建築外皮に関して紹介された文献とその概要を記す。

文献 1

書名：『自然エネルギー利用のためのパッシブ建築設計手法事典』

著者名：彰国社 編

発行年：2000年

出版社：彰国社

概要：パッシブ建築設計手法を「屋根の形と熱のコントロール」など 35 項目に分類し、それぞれ①基礎資料 ②手法の原理 ③設計の要点 ④事例 ⑤補足事項などの内容で構成した、設計を行う際の入門書、手引書。

表 1-1 文献 1 で紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その 1

	内容／事例	内容／事例
屋根の形と熱のコントロール	南面屋根集熱・付設温室とダイレクトゲイン	南面大開口
屋根の表面と熱のコントロール	草木による熱のコントロール	ルーフポンドによる方法
屋根の断熱・保温	傾斜屋根で天井断熱の場合	傾斜屋根で屋根断熱の場合
屋根の冷却	空気熱媒、放射冷却	ルーフポンド
壁の形と熱のコントロール	壁を埋める	風をそらす
壁の表面と熱のコントロール	ルーバー	緑化
壁の断熱・保温	キャビティウォール	空気層を利用した排熱
壁への蓄熱	ダイレクトゲインシステム	クリアストーリー
床の断熱・保温	ダイレクトゲインシステム＋床暖房	OMソーラー床吹出し
床への蓄熱	ダイレクトゲイン型	温室利用型
窓の断熱・保温	複層ガラス	エアロジェルガラス
出入口と熱のコントロール	風除室	回転扉
日射のコントロール	窓の形によるコントロール	庇によるコントロール
屋光の有効利用	ライトシェルフ＋勾配天井	アトリウム
伝熱タイムラグの利用	半地下式	土蔵造り
熱と結露	胴差しの先張り防湿	民家のたたき土間吸水
建物の表面積と熱	高床式住居	表面積の大きい超高層ビル
空間形と熱負荷	集積の効果	高床
空間構成と暖房方式	裸火（暖炉とストーブ）	壁の一部としての設備（ペチカ）
熱特性を活用した空間の構成	内包型（サンルーム、アトリウム、外廊下、縁側）	隣接型（平面的、上下）
屋根の形と風のコントロール	流線型（ダイマキシオンハウス）	ベンチュリー効果
壁と風のコントロール	オープンジョイント	二重壁
床下空間と通気	床下からの積極的な風の導入	冷却空気の入入れ
換気	地域の風向きの把握	開口部の高低差の利用
開口部と通風	遠隔操作可能な換気窓	床面近くに設けた通風口
室内空間形と通風	室内に風の道を通す	光庭を利用した換気経路
建物の形と周辺気流	流路をつくる	外壁の表面積を増やす
照返しのコントロール	緑と建物の一体化	ミラーガラスからの反射日射が建築の外部空間に及ぼす影響
地中温度の利用	地熱の直接的利用	大地による空気の冷却
地形の利用	南斜面の利用	防風・利風
樹木による光と熱のコントロール	樹木による日射の調節	パーゴラの大屋根
樹木と風のコントロール	日除けと風除け＋涼感	風をつくる
湖沼池水の利用	京都貴船	落水荘
建築空間と水の利用	建築と池水の親和	水面を室内と同化させる
材料と湿気のコントロール	茅葺屋根と茅壁	校倉造

表 1-2 文献 1 で紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その 2

	内容／事例	内容／事例
屋根の形と熱のコントロール	熱の逃げにくい屋根	
屋根の表面と熱のコントロール	放射吸収を利用した方法	植栽による蒸発／土断熱を利用した方法
屋根の断熱・保温	陸屋根の場合	
屋根の冷却	屋根散水	屋根流下水による冷却
壁の形と熱のコントロール	クリマティックエンベロップ	ダブルスキン
壁の表面と熱のコントロール		
壁の断熱・保温	ダイナミック・インシュレーション	
壁への蓄熱	天窓	トロンプウォール
床の断熱・保温	コンクリートブロック二重積	鉄筋コンクリート外断熱構法
床への蓄熱	床下空間利用型	
窓の断熱・保温	木製三重ガラス窓	反射断熱ブラインド
出入口と熱のコントロール		
日射のコントロール	外付けルーバーによるコントロール	格子ルーバーによるコントロール
屋光の有効利用	底光	プリズムガラス＋変形ブラインド
伝熱タイムラグの利用		
熱と結露	石灰庫の外気取入れ管の結露	透湿抵抗の配列順序
建物の表面積と熱	外壁面に凹凸のついた民家	パティオ
空間形と熱負荷		
空間構成と暖房方式	床の一部としての設備（オンドルなど）	空気循環型ソーラーシステム
熱特性を活用した空間の構成		
屋根の形と風のコントロール		
壁と風のコントロール	丸穴空きスクリーンブロック	スクリーン（パンチングメタル）
床下空間と通気		
換気	二重屋根／二重壁	熱交換型換気扇
開口部と通風	開閉式天窓	風楼に設けた排気口
室内空間形と通風	吹き抜けを利用した通風経路	夏の通風、冬の採光を求めた障子天井
建物の形と周辺気流	内外空間のつながりを強くもたせる	防風の対策
照返しのコントロール		
地中温度の利用	大地への蓄熱	断熱・保温
地形の利用		
樹木による光と熱のコントロール		
樹木と風のコントロール	自然樹木による風だまりの発見と利用	風を防ぐ
湖沼池水の利用	ウッドブリッジ住宅地	運河の上に建つレストラン
建築空間と水の利用	水面を通す光（スカイライト）	内から外にしみわたる水
材料と湿気のコントロール	床下に敷き込まれた活性炭	チョチビリの家（内部の中央に石を集めたハイブリッドソーラーハウス）

表 1-3 文献 1 で紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その 3

	内容／事例	内容／事例
屋根の形と熱のコントロール		
屋根の表面と熱のコントロール		
屋根の断熱・保温		
屋根の冷却		
壁の形と熱のコントロール	透明断熱材	ビーズウォール
壁の表面と熱のコントロール		
壁の断熱・保温		
壁への蓄熱	ウォーターウォール	
床の断熱・保温	FP板二重張り構法	キャビティウォール(コンクリートブロック+セラミック煉瓦)
床への蓄熱		
窓の断熱・保温		
出入口と熱のコントロール		
日射のコントロール	サンスクリーンによるコントロール	
屋光の有効利用	遮光(格子戸)	縁側／庇
伝熱タイムラグの利用		
熱と結露	夏期の冷水循環	
建物の表面積と熱	屋上にベンチレーションブロック	ラジエーター
	半地下構造	イヌイットのイーグル
空間形と熱負荷		
空間構成と暖房方式	対流循環型	非還流型
熱特性を活用した空間の構成		
屋根の形と風のコントロール		
壁と風のコントロール	プラスチック製ファイバークレーチング	可動スクリーン
床下空間と通気		
換気		
開口部と通風	大空間頂部に設けるモニター排気口	風を通す建具
室内空間形と通風	オープンスペースによる通風経路の確保	
建物の形と周辺気流	防風垣・屋敷森	
照返しのコントロール		
地中温度の利用		
地形の利用		
樹木による光と熱のコントロール		
樹木と風のコントロール		
湖沼池水の利用	出水入り水	六反田池周辺地区計画
	河川周辺の気温分布	海風遡上
建築空間と水の利用		
材料と湿気のコントロール		

文献 2

書名：『Climate Skin: Building-Skin Concepts that Can Do More with Less Energy』

著者：Hausladen, Gerhard.

発行年：2007

出版社：Birkhauser

| - 6 -

概要：本書は主に、短い時間、少ないデザインコストで設計する事を求められる一方で、建設コストの削減、快適さ、省エネルギーなど多くの事柄が要求される今日の建築業界における、建築家やエンジニアがエネルギーに関するコンセプトを発展させるために参照されることを主目的として書かれている。構成は5つの異なる観点で記述された章からなっている。それらは“Building skins” “Facade functions” “Facade concepts” “Facade technology” “Interactions” である。具体的な内容としては、夏期、冬期のファサードの特徴の違いや昼光利用、換気などがグラフ、チャート、ダイアグラムを用いて説明されている。またそれらは、実質的な設計の経験や工学的な知識に基づいて書かれている。一方で学生やクライアントに対してもファサードの善し悪しの判断の基準となるような知見を提供することも考慮されている。

表 1 - 4 文献 2 にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その 1

		Contents	Contents	Contents	Contents	Contents
Façade functions	The façade in winter	Transmission heat losses	Ventilation heat losses	Solar gains	Campo at Bornheimer Depot	
	The façade in summer	Influence of orientation	Influence of window area	Influence of solar screening	Hotel in Dubai	
	Ventilation	Ventilation elements	Air change with natural ventilation	Comfortable introduction of supply air in winter	Influence of ventilation on room climate in summer	Night ventilation
	Daylight	Natural light outside buildings	Visual comfort	Natural light and entry of solar radiation	Proportion of window area	Light transmittance through glazing
Façade concept	Façade principles	Arrangement of façade elements	Façade function zones	Sports Hall, Tübingen		
	Façade typology	Perforated façade	Elemental façade	Baffle panel	Alternating façade	Box window
Façade technologies		Insulation	Glass	translucent thermal insulation	Vacuum insulation panels	Latent heat storage-PCM
Façade interactions	The façade as an interface	Outdoor conditions	Requirements for the conditions	Inside buildings	Physical processes	at façades and reference values
	Light-façade-indoor climate-building technology					
	Design guidelines					

表 1-5 文献2にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その2

		Contents	Contents	Contents	Contents	Contents
Façade functions	The façade in winter					
	The façade in summer					
	Ventilation	Competition entry, Botanical Garden, Shunghai				
	Daylight	Reflectance of internal walls	Illuminance and daylight factor	Genzyme Center, Cambridge, USA		
Façade concept	Façade principles					
	Façade typology	Corridor façade	Unsegmented double-skinned façade	Controllable double-skinned façade	Buddha Memorial hall	adidas Faculty Outlet Center
Façade technologies		Solar screening	Natural light redirection systems	Photovoltaics	Residential Development, Hard	Flight Test Facility, IBP Holzkirchen
Façade interactions	The façade as an intercafe					
	Light-façade-indoor climate-building technology					
	Design guidelines					

| - 7 -

文献3

書名：『アトリウムの環境設計』

著者：日本建築学会 編

発行年：1994年

出版社：彰国社

概要：本書は全体として前編と後編により構成されている。前半は史論や快適論を含む基本事項について、後半は環境調整の先端的手法を個別に解説している。

主に具体的な「要素技術」を列挙する、或はそれらを類型化するような構成ではなく、定義、解析手法、評価方法などが実務レベルというよりはむしろ物理現象として記述されている。前半では“アトリウムの歴史・意匠と環境設計”という大きな項目の中に、アトリウムの歴史と意匠、アトリウムの環境工学的定義、アトリウムの環境設計の特徴と留意点、寒冷地のアトリウム、快適性とアトリウムと言った基本的な内容の項目が挙げられている。後半では“アトリウムの環境制御技術”として、アトリウムの光環境、温熱・空気環境の予測・制御、アトリウムの音環境、アトリウムの防災技術、ガラスとアトリウムの環境調整、植栽とアトリウムの環境といった項目毎に分類され個別の解説がつけられている。アトリウムがその性格上、大空間であること、半外部であり同時に半内部であること、滞在空間と通過空間の中間的な位

置にあることなどを鑑みると、そこで起きる環境変化は通常の一室やオフィスの執務空間よりも大きいことは明らかである。本書ではそれらの解析や具体的なシミュレーション方法などが詳細に解説されている。加えて、環境性能を高めるための様々な素材とその性能の差などについても言及されている。

表 1-6 文献 3 にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法

	言及されている内容／用			
アトリウムの光環境	光環境としてのアトリウム	アトリウムにおける光制御	アトリウムにおける明るさの予測	アトリウムにおける開放性の評価
温熱・空気環境の予測・制御	温熱・空気環境の構造的 理解	流れ場に支配される環境	実験による解析	ミクロシミュレーション
アトリウムの音環境	天井吊り下げ吸音体	天井吸音板	回折減音効果	マスキング効果
アトリウムの防災技術	圧力調整機構	加圧排煙システム	サンドイッチ方式	光電子分離型
ガラスとアトリウムの環境 調査	透明フロート板ガラス	型板ガラス	網入り板ガラス	熱線吸収板ガラス
植栽とアトリウム環境	補償点	シェードハウス	太陽光採光レンズ	太陽光自動集光伝送装置
アトリウムの光環境				
温熱・空気環境の予測・制御	ミクロ・マクロ統合シミュレーション			
アトリウムの音環境				
アトリウムの防災技術	スポット型感知器	炎感知器	側壁型スプリンクラー	放水銃
ガラスとアトリウムの環境 調査	熱線反射ガラス	高性能熱線反射ガラス	合わせガラス	複層ガラス
植栽とアトリウム環境	メタルハイドランプ	高圧ナトリウムランプ	底面灌水方式(モナシテム)	水耕栽培(ハイドロカルチャー)
アトリウムの光環境				
温熱・空気環境の予測・制御				
アトリウムの音環境				
アトリウムの防災技術	送風ファン、ダクト系			
ガラスとアトリウムの環境 調査	高断熱複層ガラス	高性能熱線反射複層ガラス	セラミックコート ストライプガラス	アクリル樹脂細管封入複層ガラス
植栽とアトリウム環境				

文献 4

書名：『ソーラー建築設計ガイドブック』

著者：日本建築学会 編

発行年：2001年

出版社：彰国社

概要：「ソーラー建築設計ガイドブック」は主として実務に携わる実際の建築家が参照する資料集成として目的が色濃く見受けられる。そのことは本書の章立てとは別に「一と打ち合わせの時の資料」、「一を計画する時の資料」、「一を実施設計監理する時の資料」、「一トラブルシューティング」といったような項目が設けられていることから顕著である。

実際の内容は写真、図面、グラフ、表と多岐に渡るが全て項目に分けられた構成をとり、各々列挙されている。

表 1-7 文献 4 にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法

分類項目	分類内容				
集熱	屋根＋コレクター型集熱	屋根・コレクター一体型集熱	開口部型集熱	外部型集熱	雑置型集熱
熱分配	パッシブ暖房システム	給油システム	アクティブ暖(冷)房システム		
蓄熱	躯体蓄熱型	容器蓄熱型	地中蓄熱型		
熱性能	通風	防熱	断熱	蓄熱	
ソーラー建築における太陽エネルギーシステムの標準図					
室内の熱環境を保つ手法の標準図					
通風	開口部通風	屋根裏通風	床下通風		
防熱	庇・ルーバー・ブラインド	植栽	被土屋根		
断熱	二重サッシ・複層ガラ	外壁・床断熱	屋根・天井断熱		
蓄熱	躯体	土間床・半地下	地中埋没		

| - 9 -

分類項目	分類内容					
太陽エネルギーを熱として集め、蓄え、使う方式の標準図						
太陽エネルギーの主熱方式の標準図						
屋根＋コレクター型集熱	平板コレクター	特殊低温コレクター	給湯温水器	太陽電池兼用	屋根置コレクター	
屋根・コレクター一体型集熱	ガラス屋根・天窗	コレクター葺き屋根	空気式コレクター	コレクター内蔵	天井バッグ	水流下式
開口部型集熱	大開口	二重窓開口	空気対流式	付属サンルーム	可動式ドーム	ハイスайд窓
外部型集熱	蓄熱型	雨戸付き蓄熱型	水タンク壁	カーテンウォール	熱呼吸壁	可動コレクター
雑置型集熱	バルコニー	ハイスайд窓	バラベツ	単独設置	別棟設置	反射鏡式
太陽エネルギー蓄熱方式の標準図						
躯体蓄熱型	外壁蓄熱型	内部蓄熱壁	基礎	蓄熱床	蓄熱天井	
容器蓄熱型	居室内	タンク室	天井裏	床下	外部	
地中蓄熱型	床暖式	熱核式	深筒式	伝熱パイプ式	深井戸式	
太陽エネルギーの熱利用方式の標準図						

分類項目	分類内容					
給油システム	太陽熱温水器方式	補助ヒーター＋太陽熱温水器方式	集熱器＋直接給油方式	集熱器＋間接給油方式	蒸発集熱器＋ヒートポンプ方式	
アクティブ暖(冷)房システム	水集熱・放熱器方式	水集熱・空気分配方式	水熱源ヒートポンプ方式	吸収冷凍機方式	空気集熱方式	
パッシブ暖房システム	床・壁ふく射方式	天井ふく射方式	トロンプ壁または水タンク方式	サンルーム空気循環方式	サーモサイフォン方式	ヒートパイプ方式
集め、発電し、使う方式の標準						
太陽光発電システム						
太陽電池アレイの建物への設置形態の標準						
屋根一体型	パネル式	下地フレーム利用一体型	下地パネル利用一体型	ノコギリ屋根一体型		
外壁設置型	垂直壁設置型	垂直蛇腹壁型	傾斜壁面(水平蛇腹)型	傾斜壁面(セツトバック)型		
多様な用途	庇用途型	目隠し用途型	大開口部用途型	アトリウム用途型	トップライト用途型	バルコニー用途型

文献5

書名：『昼光照明デザインガイド 自然光を楽しむ建築のために』

著者：日本建築学会 編

発行年：2007年

出版社：技報堂出版

| - 10 -

概要：書の章立ては以下の様になっている。

第1章、現在の事例を建物用途別に分類／第2章、設計手順のフローと各々の段階での留意事項／第3章、昼光導入装置、日射遮蔽装置、ガラスについて／第4章、昼光照明の快適さのポイント／第5章、昼光と人工光について／第6章、昼光と人との関係について／第7章、昼光照明のエネルギーの流れについて
本書は実務に携わる人の基礎知識の確認のための性格を帯びているものと考えられる。

表1-8 文献5にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法

	機能／記述されている内容	機能／記述されている内容	機能／記述されている内容	機能／記述されている内容
Tビル	エアフローウィンドウ(自動制御ブラインド内蔵)	天井人工照明の自動調光	照明制御範囲とエネルギー削減効果	
Nビル	外付け自動制御ブラインド	天井人工照明の自動調光	複層発熱ガラス	レースウェイ組み込み型照明器具
Jビル	光ダクトシステム(自動調光の天井人工照明内蔵)			
Hビル	ライトシェルフ	ロールスクリーン(手動)	光色の異なる天井人工照明	拡散フィルム
K美術館	遮光ブラインド付きトップライト(抗熱性ガラス)	天井人工照明の自動調光	高周波点灯Hf蛍光ランプ	紫外線抑制チューブ
B美術館	腐食ガラス(スリガラス)	ブラインド(中空層)		
N中学校	光庭を利用した両面採光			
S小学校	ライトシェルフ	トップライト	のこぎり屋根	
F病院	光庭			
A病院	自分専用の窓			
K病院	光ダクトシステム	スリガラス		
介護老人保健施設K苑	光透過膜屋根			

文献6

書名：『ガラスの建築学 光と熱と快適環境の知識』

著者：日本建築学会 編

発行年：2004年

出版社：学芸出版社

概要：1980年代から今日にかけて建物外皮を構成する部材としてガラス素材を使用した建物が徐々に増える中で、ガラス建築の計画から設計・施工・維持管理までが分かる書籍である。

表 1-9 文献6にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その1

事例・手法名	内容				
古河総合公園飲食施設	スチール框の強化ガラス				
せんだいメディアテーク	ダブルスキン				
泉ガーデンタワー	ボイドコア	強度熱線吸収ガラス	手すりの中の簡易エア	ロールスクリーン	
ガラスの使われかた	複層ガラス	ダブルスキン	インテリジェント・ファサード	コンピューター制御された日除け	太陽電池封入の合わせガラス
進化するガラス建築の形態分析	アルミスクリーン	開口の絞りと開放	ダブルガラスルーバー	屋根下部の垂れ幕	半透明のガラスルーバー
	セラミックプリント	屋根裏通風	床下通風	角度調節機能を持つガラスルーバー	エアフローウィンドウ
ガラス建築とガラスの使われかた	複層ガラス	ガラスブロック	熱線反射ガラス	熱線吸収ガラス	Low-E複層ガラス
	スクリーン	水平ブラインド	ロールブラインド	ルーバー	ブラインド
建築用ガラスの加工技術	複層ガラス	高断熱複層ガラス	遮熱高断熱複層ガラス	熱線反射ガラス	低放射ガラス (Low-Eガラス)

| - 11 -

表 1-10 文献6にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その2

事例・手法名	内容					
建築ガラスの機能と種類	庇	ブラインド	熱線吸収板ガラス	熱線反射ガラス	高性能熱線反射ガラス	高断熱複層ガラス
	遮熱断熱複層ガラス	セラミックプリントガラス	高透過板ガラス	型板ガラス	すりガラス	エッチングガラス
	UVカットガラス	電磁波遮へいガラス	ガラスブロック	Loe-Eガラス	視野選択ガラス	
建物としての太陽エネルギーの利用方法	自然換気システム	集熱板	ヒートポンプ	蓄熱層	太陽光発電	
ペリメーターゾーンとインテリアゾーン	エアフローウィンドウ	ペリメーターレス空調				
コールドドラフト	ファンコイル					
庇	庇	バルコニー	ブリーズソレイユ	吸熱ガラスを用いた日除け	電動ブラインド	
ペリメーターレス空調	ファンコイルユニット方式	小型ヒートポンプユニット方式	蓄熱式電気ヒーター方式	専用空調機方式	ダブルスキン方式	エアフローウィンドウ方式
	簡易エアフローウィンドウ	水集熱・空気分配方式	水熱源ヒートポンプ方式	吸収冷凍機方式	空気集熱方式	エアバリアー方式
光の制御と日射遮へい・日射の制御	庇	拡散ガラス	自動調光システム	ブラインド制御	昇降併用羽根角制御自動ブラインド内蔵エアフロー型窓システム	風向・風速センサー設置外ブラインド
	拡散ガラス	視野選択ガラス	プリズムガラスブロック	ライトシェルフ採光 (p.141)	図5・40の組み合わせ	
ガラス建築の省エネルギー手法	ガラス面の放熱器の設置					

文献7

書名：『ガラスの建築学―意匠と機能の知識』

著者名：日本建築学会 編

発行年：2009年

出版社：学芸出版社

概要：最新のガラス建築の事例紹介から、歴史上のガラス建築の流れにも触れ、後半からは設計者からみた実務上の問題にも言及した、広くガラス建築の最新トピックが分かる書籍である。

表 1-1-1 文献 7 にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法

	機能／記述されている内容	機能／記述内容	機能／記述内容	機能／記述内容	機能／記述内容
M 学園タワー	二重外皮によるエアフローウィンドウ/内外のサッシ間にブラインド、日射熱遮蔽	高効率型照明器具	外気冷房	雨水貯水槽	全館禁煙
K 美術館	ペリメーター部の空調吹き出し口	ガラス天井/空調吹き出し口としてのガラスの隙間	床ディスプレイメント空調/展示室壁面床スリットのから空調空気		
Pビル	加圧防排煙システム				
防音性能 (事例なし)	防音合せガラス	ダブルサッシ(防音)			
断熱性能 (事例なし)	熱線反射ガラス	熱線吸収ガラス	高性能熱戦反射ガラス	Low-e ガラス	
	高断熱複層ガラス	遮熱高断熱複層ガラス			
K 博物館	ダブルスキん				
S 記念公園	吊り折れ戸/機械制御による開閉自由な開口				
N タワー	エアフローウィンドウ	全自動ブラインド制御システム			
Nビル	電動外ブラインド	バルコニー庇/外ブラインド、ガラスを保護	複層発熱ガラス/コールドドラフトを防ぐ	自然換気口/中間期、夜間に開放し省エネルギー	

| - 12 -

表 1-1-2 文献 7 にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その 2

	機能／記述されている内容		機能／記述されている内容
Y 美術館	ペアガラス/結露防止	R ビルプラザ	キャノピーに沿う壁泉
M デパート	LED 照明	M 美術館エントランス	自然換気、排煙を行うガラスファサード
K 信用金庫	ダブルスキん/Low-e 複層ガラス、断熱アルミサッシ	P place	アトリウム空調設備システム
D ビル	セラミックプリントガラス/日射遮蔽効果、方位によって密度を変える	S tower	トリプルスキん
S ビル	ダブルスキん	O building	Low-e ガラス
N ビル	耐熱ガラス/相関区画をガラスで確保しファサードからスパンドレルを消去	S ビル	ガラスパーティション/外光を内部まで引きこむ
H ビル	合せガラス組み込み太陽光発電小ジュールの庇	R ビル	透明樹脂ブロック入りガラス壁
P 美術館	ガラスストップライト/採光、熱回収、自然換気、排煙	O 公園	水盤/屋上緑化の約4倍のヒートアイランド抑制効果
		H ビル	北側開口による採光
		T 工務店本社ビル	光庭/昼光導入

文献 8

書名：『建築緑化入門－屋上緑化・壁面緑化・室内緑化を極める！』

著者名：日経アーキテクチャ 編

発行年：2009年

出版社：日経 BP 社

概要：屋上緑化だけでなく、壁面緑化、室内緑化にも広げ、事例を取り上げながら解説。緑化の基本から先進事例まで詳細に記載されている。

表 1-13 文献 8 にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その 1

手法	内容			
陸屋根・緑化屋根				
屋上緑化手法	芝生緑化	セダム緑化	低木緑化	複合緑化
植栽基盤工法	薄層緑化パネル工法	人工軽量土壌工法	改良自然土壌工法	自然土壌工法
土壌	自然土壌	無機質系人工土壌	有機質系人工土壌	有機無機混合系人工土壌
防水システム	アスファルト防水	シート防水	ウレタン防水+FRP	塗膜防水
排水層	骨材排水層	板状排水層	生育基盤一体型排水層	
排水材	段状保水機能付き排水板	透水シート	網状排水材	天然パーライト
	耐圧透水通気板	保水・排水マット	エゴグリーンマット	

表 1-14 文献 8 にて紹介された主要な外皮を含む環境配慮手法その 2

手法	内容			
灌水方式	スプリンクラー	散水チューブ	しみ出しパイプ	点滴パイプ
	ドリップチューブ	緑化灌水ホース	底面灌水方式	点滴灌水ホース
	ポップアップ式スプリンクラー	雨水	埋設型点滴灌水	点滴式ドリップ灌水
コントローラー	単純タイマー	降雨感知+タイマー	土壌水分感知式	低流量弁
光環境	アトリウム空間	自然光	人工照明	光ダクト
壁面緑化	登はん型	ユニット型	不敷布袋型	ポケット型
	基盤一体型	脱着型	背面灌水システム	
屋上緑化軽量システム	リサイクル繊維マットと排水層の芝生・地被のユニット	ポット植栽	セダムユニット	

これら一般向けに作られた本でもすでにこれだけの環境配慮手法に関する記述が存在する。

こうした文献の特徴として、

- ・温熱や光などの原理を挙げ、それをもとに作られる環境配慮型「手法」を列挙する
- ・具体的な事例などをあげ、実際に環境配慮型技術が「適用」されている様子を外皮の断面図などで説明する

といったことが挙げられる。

しかしながら、こうした環境配慮手法とその結果だけを紹介するということは現実にどれだけ環境配慮型外皮の設計に役立っているか不明である。技術そのものを紹介するということにより啓蒙効果を期待し、間接的に貢献できると考えることはできる。しかしながら実務として環境配慮型外皮を設計している設計者にとっては設計プロセスにおいて起こることは手法とその適用ではなく、数々の意思決定すべき問題解決の連続である。そういった問題解決には、意匠設計者だけでなく、様々なエンジニアやメーカー、コンサルタントなどが関わってくる。そのような中で実際に役に立つ知識を考える必要がある。

1-1-2 専門分化し続ける環境技術・革新され続ける環境技術と専門知

建築は非常に多くの部位からなっている人工物である。また、実際に作るにことに関しても、様々な人が設計に関わり、生産に関わる。建築自体が非常に多くのものと多くの仕事からなっているといえる。つまり、建築には非常に多くの専門知が関係しており、その数だけその専門とする職能の人間や専門家がいます。

建築設計の中心となる意匠設計者は、そういった多くの分野の知識を用いて建築を設計しなくてはならない。しかしながら関わる全ての専門分野を完全に理解することは不可能であり、つねにその分野に関しては概略として理解するにとどまっている。

そのなかで環境技術を外皮に取り入れることが必要になっており、さらに環境技術分野は性能向上のための新規的な技術が具体的なプロジェクトの内外であらたに作り出されている。その結果建築外皮においても非常に多くの人間がその設計に関わっていると考えられ、環境配慮型外皮に新規的な技術を伴った設計となるのであればより多くの人間が設計プロセスに携わるであろうことが予想される。

そのような状況で、設計プロセスの中心となる意匠設計者は、各専門分野の知見に対して全てを理解するということは到底できない。さらに新規的な技術を伴ったものを設計しようとすれば、なおさら設計者としての能力の限界が存在する。

よって専門知をどのように設計に関する情報としてプロセスに取り入れ、活かすかは、環境配慮型外皮の設計、特に新規的な技術において非常に重要な課題である。

建築設計における中心的な職能である意匠設計者は多様な分野の知見に対して設計プロセスの中でどのように活かすことができるのか考え、実際にその専門家、あるいはある特定の技術を実現可能にする主体に対してアプローチする必要がある。つまり現実的な環境配慮型外皮の設計プロセスにおいては専門知をいかに設計に活かすかは意匠設計者という主体とその他の専門的なエンジニアなどの主体との関係によって決定される。今まで普及してきた環境配慮型外皮の設計手法ないしそれに準ずる文献・知見は意匠設計者に付加されるべき環境建築の知識をまとめることとそれをまとめた設計手順を整理することが多く、主体間の関係性にはほとんど言及していないと思われる。それは現実の実務として設計者が考える手順とは異なるに加えて、そういった文献・知識とはことなる新しい技術を伴った外皮設計に対応することも難しい。これからの変化を伴った環境配慮型外皮の設計においては、組織内部外部に存在するある特定の技術をもった主体（今後これを**技術主体**とする）と、どのようにやりとりをし、どのように役割を分担するべきなのかを考えることが設計手法の一部としてとらえられなければならない。

本研究では、単体の技術とノウハウを人だけでなく組織的に保有していると考えられる主体のことを、具体的な技術者と区別して「技術主体」と定義する。技術のあり方は、技術をどのように提供するのか、または他の人間・組織に対してどのように影響するのか、またどのように保有しているのか、様々な技術と組織（人）の関係が存在すると考えられるが、それらを総称してこの場では技術主体という名前を与える。

1-2 研究の目的

1-1でも述べたように、意匠設計者が技術主体間とどのような関係を持ち、どのように設計プロセスの中でその専門技術を活かしていくのかがこれからの革新を伴う環境配慮型外皮設計のなかで最も重要な要素の一つである。したがって、本研究では革新的な環境配慮型外皮を試みている設計プロセスにおける技術主体間関係の分析を通じて、現状としてどのような意匠設計者にとってどのような情報提供が必要なのかを明らかに、新たな設計手法としてまとめることを目的とする。

1-3 研究の方法

昨今竣工した建築物内の事例の内、外皮技術に新規的な技術を用いており、雑誌「新建築」に記載されている巻末の担当者名などの一部を記載したデータベースから、設計に関して通常とはことなる主体が関係していると考えられる事例をピックアップして抽出する。

各事例に関して設計プロセスの中心となっている意匠設計者に対してヒアリングをし、

-
- 1) 設計プロセスの概略
 - 2) 外皮に関して関わった技術主体とその関係
 - 3) 設計プロセス・設計体制における課題や問題点

をヒアリングし、考察の材料としている。

今までにすでに雑誌『新建築』において考察した事例に関して掲載する。具体的には環境配慮技術に対してどれほど付加的に新規的な側面をもっているかによって、いくつかの分類を行った。2章におけるヒアリング調査は、これらの文献調査の中から、「技術主体」をキーワードとして、設計体制に着目し、通常考えられる設計体制とは異なるものを選び、環境配慮型外皮として新規的な技術を伴っているものを選別した。さらに、設計を主導する役割としての意匠設計者がどういった組織に所属しているかで、関係する技術主体が異なってくると予想されたので、意匠設計者を「アトリエ事務所」「組織設計事務所意匠設計者」「ゼネコン建築設計部意匠設計者」に分類したうえで、それぞれに対して事例を収集した。

以下に、ヒアリング調査のベースとなった文献調査事例の一部を記載する。

表 1 5 事例群 1 緑化型

	東急病院	Z58	国立国会図書館関西館
意匠設計	東急電鉄、東京工業大学安田研究室	隈研吾建築都市設計事務所	陶器二三雄建築研究所
構造設計			日本設計
施工	東急電鉄、東京工業大学安田研究室	Zhongtai Decoration Engineering	竹中・住友・五洋特定建設工事共同企業体
カーテンウォールメーカー			エキープ・エスパス
環境性能検証・実測	松下環境空調エンジニアリング		
環境コンサルタント	ランドスケープ・プラス（当時日建設計）		
設備設計	大建設計	Zhongtai Oingyu	日本設計
竣工年	2007年	2006	2002年
所在地	東京都大田区	中国上海	京都府相楽郡
外装		屋根：ガラス アスファルト防水	屋根中庭：腐葉土敷き 真珠岩系人工土壌t=800mm ERP-ウレタン複合防水
		外壁：プランターボックス SUS鏡面仕上げ	管理棟北面：アルミカーテンウォールB-1（ダブルスキン）
		開口部：ガラスファサード アルミルーバー	エントランスキューブ：アルミカーテンウォールB-1（ダブルスキン）
空調方式	病室系：GHPマルチエアコン＋外調機 診察系：空冷ビルマルチエアコン＋外調機 事務系：GHPマルチエアコン＋全熱交換機		空調方式：単一ダクト定風量方式
			暖房方式：温水・冷水4管方式 ガスファンヒーター
			熱源方式：ガス吸収式冷温水発生機 ガス焚蒸気ボイラー 水冷式チーリングユニット 氷蓄熱槽
その他環境配慮技術	壁面緑化	ガラスリブ壁への送水	屋上緑化
	ダブルスキン	水盤ラウンジ	ダブルスキン
			円柱状アクリルルーバーを挟み込んだ複層ガラス

表 1 6 事例群 2 温室型

建物名称	最上川ふるさと総合公園センターハウス	金沢駅東広場もてなしドーム	豊田市井上公園水泳場	キヤノン矢向事務所
意匠設計	内藤廣	トテック 白江建築研究所	豊田市都市整備部管轄課、INA新建築研究所	KAJIMA DESIGN
構造設計	空間工学研究所	斎藤公男・構造計画プラスワン・佐々木構造設計事務所		KAJIMA DESIGN
施工	升川建設	清水建設・西松建設・治山社・豊蔵共同企業体他（32JV）	建築：奥村・松井建設共同企業体、空調：川崎・中根建設共同企業体	鹿島・戸田建設共同企業体（Ⅰ期）、鹿島建設（Ⅱ期）
カーテンウォールメーカー	松下環境空調エンジニアリング	日本板硝子、旭硝子	ヤマキ工業、太陽工業	
環境コンサルタント	（温熱シミュレーション・設計協力）松下環境空調エンジニアリング	?		
設備設計	郷設計研究所・明野設備研究所	明野設備研究所・森村設計	INA新建築研究所	KAJIMA DESIGN
竣工年	2004年	2005年11月	2009年	2006年
所在地	山形県寒河江市	石川県金沢市	愛知県豊田市	神奈川県川崎市
外装	ガスケット＋強化ガラスt=8~12mm飛散防止＋日射調整フィルム貼り	屋根：強化合わせガラス 8+8mm (SSG4辺支持：日本板硝子) 壁面強化ガラス12+4mm (DPG4点支持：旭硝子) アルミ合金システムトラス（住友日軽エンジニアリング）	ブルー屋根：複合ユニットパネル（ヤマキ工業）ガラスユニット：Low-e合わせガラス セラミックブリント 光触媒コーティング パネルユニット：アルミパネル断熱材裏打ち アプローチ屋根：透過型太陽光パネル複合サッシ（太陽工業）	アルミパイプルーバー（YKK AP）アルミサッシ アルミカーテンウォール（YKK AP）
空調方式	農業用の銀色遮蔽膜 躯体蓄熱床放射対流冷暖房方式 冷水式床放射冷暖房方式、ファイルコンユニット対流冷暖房方式	個別分散方式＋全熱交換器 空冷ヒートポンプパッケージ方式	床吹き出しエアハンドリングユニット 空冷ヒートポンプ併用方式 熱源：蓄冷空冷ヒートポンプチラー方式	外調機 空調機 PAC方式
その他環境配慮技術	領域冷暖房の考え方 空気の流れのシミュレーション 1階と2階に開口を開け、通風により快適性を保つ	温室型ガラス構造（球体） 乗降所太陽光電池組み込みガラス太陽光電池	温室、太陽光パネル ブルーの設備設計とガラス	カーテンウォールも無目に取り付けられた小庇

表 1 7 事例群 3 散水技術型

建物名称	ソニー大崎西新ビルプロジェクト	日本工業大学百年記念館
意匠設計	日建設計	日本工業大学小川研究室
構造設計		
施工	鹿島建設・東洋熱工業・関電工	大成建設
カーテンウォールメーカー	?	
環境コンサルタント		環境エンジニアリング
設備設計	日建設計	金箱構造設計事務所
竣工年	2011年	2008年
所在地	東京都品川区	埼玉県南埼玉郡
外装	事務所：アルミサッシルーバー コア：アルミカットパネルCW 開口部：普通or Low-e複層ガラス	押し出し成型セメント版
環境ダイアグラム		
空調方式	陶器性管のすだれによる気化熱冷輻射 各階分散型組立型空調機＋単一VAV方式（冷温水利用の輻射パネル空調＋床下吹き出し空調A）	自然換気システム 床吹き出し式
その他環境配慮技術	バイオスキン 太陽光パネル 雨水貯留 水蓄熱	水噴霧システム

表 18 事例群 4 可動・ダブルスキン型

建物名称	国営昭和記念公園 花みどり文化センター	富士ゼロックスR&Dスクエア	NST 新潟総合テレビ
意匠設計		清水建設 外装デザイン：光井純&アソシエーツ建築設計事務所	清水建設設計本部
構造設計			清水建設設計本部
施工	竹中工務店	清水建設	清水建設・本間組・植木組共同企業体
カーテンウォールメーカー		INAXジェネラリック、YKKAP	
環境コンサルタント	環境エンジニアリング		
環境性能実測・検証	環境エンジニアリング		
設備設計		清水設計	清水建設設計本部
竣工年	2006年7	2010年	2004年
所在地	東京都立川市	神奈川県横浜市	新潟県新潟市
外装	4連フレームレス突出窓（重ね葺きFIX強化ガラスt=6mm 方立：熱押鋼）＋吊折戸	ガラスカーテンウォール ユニタイズトタイプ アルミ特注型材 フッ素焼き付け加工 ダブルLow-Eガラス	アルミガラスカーテンウォール：等圧ユニタイズシステム+Low-Eペアガラス一部ペアガラス
	アルミエキスパンドメタルルーバー		開口部：フルオープンサッシ ステンレス焼付塗装+ペアガラス
	可動式カーテンウォール		
環境ダイアグラム			
空調方式	単一ダクトAC	方位追従型熱排気	空調機単一ダクト方式（外気冷房CO2制御）
	AHU		外気処理空調機+空冷パッケージエアコン方式
	ヒートポンプAC（マルチ）		
その他環境配慮技術	可動式吊折戸		

表 19 事例群 4 可動・ダブルスキン型その2

建物名称	日本橋一丁目ビルディング	京都大学稲森財団記念館	横須賀美術館	アイシン・エイ・ダブリュ 技術センター
意匠設計	日本設計・東急設計コンサルタント設計共同企業体	日建設計+三信建築設計事務所	山本理顕設計工場	山下設計
構造設計	日本設計	日建設計	構造計画プラスワン	山下設計
施工	清水・三井住友・東急建設共同企業体	浅沼組	鹿島建設横浜支店	総合監修：アイシン開発 建築：清水建設
カーテンウォールメーカー				
環境コンサルタント				
環境性能実測・検証				
設備設計	日本設計	日建設計	総合設備計画	山下設計
竣工年	2004年	2008年	2006年	2011年
所在地	東京都中央区	京都府京都市左京区	神奈川県横須賀市	愛知県安城市
外装	PCカーテンウォール（SCプレコンほか）	スギ板本実型枠化粧打ち放しコンクリート フッ素樹脂クリア塗装	屋根：アルミサッシ+ペアガラス（強化合わせガラス+空気層+網入りガラス）MPG工法	外壁：アルミルーバーアルマイト
	開口部：ユニタ式アルミカーテンウォール+Low-Eガラス	外付け電動ルーバー	外壁：アルミサッシ+強化合わせガラス二辺支持 スチールサッシ+強化ガラス二辺支持	開口部：アルミカーテンウォール、強化ガラスアルミサッシ、Low-Eペアガラス、透明ペアガラス
	ステンレスサッシュ			
環境ダイアグラム				
空調方式	事務所：単一ダクトVAV方式	ビル用マルチパッケージ空調機+ノズル吹き出し	展示室・収蔵庫：外調機（4管式・単一ダクト）	事務所アンビエント：外気処理空調機+単一ダクトVAV空調機方式 タスク：ビルマルチエアコン方式
		自然エネルギー利用 取り入れ外気の予冷・予熱	事務室等：外調機 ファンコイルユニット	会議室・食堂等：外気処理空調機+ビルマルチエアコン方式
				エントランス・大ホール等：単一ダクト空調機方式
その他環境配慮技術				

表 2 0 事例群 5 屋根アトリウム型

建物名称	日産先進技術開発センター	天津博物館
意匠設計	日本設計	川口衛構造設計事務所＋高松伸建築設計事務所
構造設計		川口衛構造設計事務所
施工	清水建設	天津六建工程管理公司
カーテンウォールメーカー	A G C 硝子建材エンジニアリング	?
環境コンサルタント	DS-PLAN	?
設備設計	日本設計	天津建築設計院
竣工年	2007年	2005年
所在地	神奈川県厚木市	中国天津市
外装		屋根：スペースフレームの上鉄板＋断熱材＋折板＋鉄骨下地の上アルミセラミックパネル
		外壁：ガラスカーテンウォール
		開口部：トップライト
環境ダイアグラム		
空調方式	中央熱源による冷水・温水 4 管式床吹き出し方式	ヒートポンプAC（マルチ）方式
	滞留熱、降下する冷気に対する局所排気システム	
	単一ダクト方式、ファイルコンユニット	
その他環境配慮技術	アルミダイキャスト外ルーバー、屋根散水システム	温室型球体
	エントランスDPGガラスキャノピー	
	グリーンキューブ	

これら先進的な環境配慮型外皮技術を取り入れている事例を文献調査し、技術主体と意匠設計者との関係が通常とは異なる事例を抽出するという方針を決め、そうした事例を調べたうえで実際にその意匠設計者に対してヒアリングした。

2 ヒアリング調査による環境配慮型外皮設計プロセスの現状把握

ヒアリング調査の概要を記述するにあたって、具体的に関わった技術主体の名称は守秘の観点から明らかにしていない。

| - 24 -

2-1 事例 A

基本データ

施設用途：病院

敷地：駅前

環境配慮型外皮技術のタイプ：緑化ルーバー

2-1-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1) 外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

RC 外壁ではなく、ワイヤーに対して蔦を這わせる形での緑化を行い、樹種を緑化ルーバーとして用いているため、ヒアリング前は換気性能に関して試みていると考えられた。ワイヤーのディティールの中で灌水装置を設けており、設備との接続があった。RC 外壁に対しての緑化に関しても灌水に関しては課題の一つであった。またファサードとして駅前にあるため、周囲の環境効果も含めて建物だけではない環境性能の可能性に関しても考えている可能性があった。

2) 建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

共同設計者として組織設計事務所 A から協力を受けていた。またファサードエンジニアリングコンサルタントも設計体制に入っていた。

2-1-2 ヒアリングの結果の概要

【施主要求、主要コンセプト】

事業としての施主は建物主ではなく、その親会社であった。病院としてコストに限りがある中、新規的なファサードに対しての企画が求められた。敷地が駅前ということと、大型建築が好まれないという風潮も関係して、反射光が強い外皮、ガラス張り外皮は当初から回避する方針であった。

実現案とは全く異なるものも含めて様々な案を最初は検討した。その段階で組織設計事務所 A には参加してもらっている。ランドスケープデザインを担当していた人であり、緑化に対してノウハウもつ人物であった。また担当以外の組織設計事務所 A のバックアップも受けることができた。企画段階において緑化技術を用いて設計する方針としたときに、施主側から緑化は虫が大量発生するため容認できないと

一度拒否されている。そこで共同していた組織設計事務所の担当の人が、文献などを通じて、緑化に関する心理的・視覚的な効果に関して理論的な説明を行った。その結果施主側代表の一人である婦長は納得し、むしろ緑化を高く評価してもらっている。

【基本設計】

基本設計段階ではアトリエ事務所で実際に植物を育てていた。その中でどれが適当であるかを検討するなかで、組織設計事務所の協力を得ている。実際に遮蔽効果、気化冷却効果も含めて、外部の敷地で検証も行った。そうした生育を行いながら適切な樹種はどれであるかを検討していた。樹種が決まった後に、実際の緑化ルーバーに関するディティールを設計している。灌水ポッドに関してもアトリエ事務所でモックアップを製作し、水を流す仕組みに関して検討したが、その中で問題も起きてきた。当初はワイヤーを通じて水が縦に流れるようにしていたが、それでは風が吹いたときに周囲に水滴として飛散してしまう。その問題を解決するために、灌水ポッドを考案した。それは周囲にフィンがついており、放熱効果も備えている。そういった細かいディティールに関しては、アトリエ事務所内で検討している。実施設計で協力してもらおうファサードコンサルタントに関しては、基本設計時から見積りなどのコストコントロールという形の協力を受けていた。また緑化ワイヤールーバーはバルコニーを通して建物に接続しているが、最初はバルコニー自体が存在しなかった。そこで、建物側の設計者である組織設計事務所Bに対して、躯体の調整（鉄骨を外に出してもらうこと）をお願いした。また給水を通して緑化ワイヤールーバーが建物本体の設備と繋がっているのも、組織設計事務所Bの設備設計者にも協力してもらっていた。さらに緑化が方針として決定する際に、施主（事業主側）に対してメンテナンス費用を負担してもらえるように頼み、承諾してもらっている。

【実施設計段階】

設計した緑化ルーバーの図面に関しては、ファサードコンサルタントに協力してもらっている。スチールの発注もそのファサードコンサルタントが行った。そして組織設計事務所Aの人に温熱のシミュレーションをしてもらっていた。その結果実測で、2℃周囲の気温を下げることに成功した。ファサードエンジニアリングコンサルタントも温熱環境のシミュレーションは行っていた。緑化に使う樹種に関しては、園芸メーカーに2年前から発注し、特注品として生育してもらっている。

【現場施工段階】

現場段階ではゼネコンに協力してもらい、モックアップ実験を行っている。

竣工後の自然換気の性能に関しては、患者の入室が始まっていたために病室として利用されてしまっていたため、実測は困難であった。

【設計体制に対しての課題】

技術主体との関係性・設計体制として重要なのはやはり人と人の信頼性であると考えている。また、環境性能を定性的につかむノウハウを持つことが必要であると感じられる。

2-2 事例B

基本データ

施設用途：公園施設

敷地：公園内

環境配慮型外皮のタイプ：緑化屋根、可動大型ガラス壁

- 26 -

2-2-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1）外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

環境配慮型外皮における緑化技術は現在多くの事例が存在するが、その中でも本事例はファサードの仕様だけではなく屋根の形態に関しても通常とは異なる試みを行っている。また外壁に関してもガラスカーテンウォールであるが、省エネガラスとして普及している複層・Low-e ガラスなどの温熱環境に対して配慮しているものを採用しておらず、代わりに強化ガラスを使った大きく開閉する機構を備えたカーテンウォールとすることにより外部空間とのつながりと直接的な自然換気が可能になっている。可動性を備えたガラスカーテンウォールの仕様・構法は特異なものとなっている。外壁・屋根両面に関して通常とはことなる性能（機能）を目的として設計された、新規的な仕様・構法をもった事例として着目している。

2）建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

アトリエ事務所が中大規模の建築を設計する場合は、アトリエ事務所が基本計画・基本設計を行い、詳細設計をゼネコンや組織設計事務所が行うという事例が数多く存在する。もしくは所員が多く規模としては組織設計事務所に近いアトリエ事務所などでは、ゼネコンや組織設計と共同体制を組みことなく、設計全体を行う場合もあるが、この事例Bでは大手アトリエ事務所が代表者とされながらも、実際に設計を行ったのは別のアトリエ事務所・構造設計事務所・ファサードエンジニアリングコンサルタントであり、さらに基本構想という職能は通常の建築企画・設計においては存在しないものであり、設計体制としても興味深い事例として着目した。

表2-2-1 通常考えられる仕様・性能に対する事例Bでの外皮設計の違い

		通常の外皮設計	事例B
ガラスカーテンウォール に対する環境配慮技術	省エネルギー 空調設備	エアフロー	床暖房
		ウォールスルーエアコン	
	ガラス	複層ガラス	強化ガラス
		Low-eガラス	
	自然換気	なし	あり
	可動性	なし	あり
	内外における 人の活動の繋がり	なし	あり
緑化屋根に対しての取り 組み	形態	水平・傾斜面	曲面型
	自然換気	なし	あり

ヒアリング対象者の選定

以上の関係者の中で、本事例は施主との打ち合わせを実際に行い、また建築設計に対しても関わっていた基本構想者の内の建築設計担当者に対してヒアリングを行った。

| - 27 -

2-2-2 ヒアリングの結果の整理

【企画～施主要求の流れ】

国交省管轄の公園事務所による、国営公園施設の設計依頼である。まず公園管理事務所の企画課が基本構想を建築・ランドスケープを専門とする大学教授2名に対し基本構想を依頼し、公募によって選ばれた建築事務所が建築設計体制をつくり、基本構想者と施主との対話の中で生まれた施設コンセプトに対して具体的な建築のアイデアを検討した。

表 施主から基本構想、代表設計者と企画当初から組織された設計共同体

施主	省庁管轄の公園管理事務所 企画課		
基本構想	ヒアリング対象者 (アトリエ事務所共同主宰大学 教授)	大学教授 (園芸専門)	
代表者	大手アトリエ設計事務所		
設計共同体	アトリエ事務所	構造設計事務所	ファサードエンジニアリング コンサルタント

【施主要求の概要】

施主である公園管理事務所では、実際の建築技術をもった技術系の人員がおらず、そのため建築設計事務所に設計を依頼するということが決まっていた。また公園の施設として、緑の文化を啓蒙するような施設を設計することが施主の要望としてあった。都市公園として緑に対して考えてもらうことを目的とした施設にすることが求められていた。

【基本構想段階での施主との対話】

企画当初は実現案よりも2倍以上の広大な建築面積を施主側から要求されており、施主が行政側であることから箱物行政と揶揄されかねないという懸念と、意匠設計者として基本構想に関わっているとい

う立場から、必要のない面積の増大は避けるべきであるという意見を出し、交渉している。また施設内部に関する用途に関しても基本構想者側から積極的に提案することで施主に理解をもらっている。施設としてどういったコンセプトで作るかということを考えると同時にその実現にはどういった条件が必要であるかに関して調整を行った。

【メインコンセプトの出来上がる過程】

企画当初に要求されている半分以上に建築面積を抑えるという方針のもとで、増築も可能な配置計画も同時に提案している。配置計画と施設内部の用途を施主と検討する中で、公園との繋がり方に対してどう考えるべきかを議論する段階に入った。用途としてはカフェなどのサービスが入るが、公園のなかでの存在としては東屋のようなものがよいという結論となった。そのうえで施設としての使い方はカフェのようなものをはじめとしてきちんと存在するものの、東屋のように存在するためには施設のようなきちんと内部外部を分けたものになるのではなく、ゆるやかにつながる様なものとなるべきであると議論された。東屋の条件としては必ず屋根があり、それは公園に存在するということが、また施主要求も考えて緑化の屋根とした。外壁に関して冬は締め切って暖房を行うが、春から秋では基本的に開け放して外部空間と連続させて使うことのできる外皮がよいということになり、外皮に関するコンセプトが決定した。

【コンペティションによる設計者の公募】

施設は建築面積としては大型のものになることが決定していたので、施設のコンセプトを建築設計として実現でき、大型の建築を建設するに際して必要なさまざまな技術を備えている建築設計事務所を選抜する必要があったため、コンペティションを行った。結果、大手のアトリエ事務所に決まり、そのアトリエの紹介により実際に設計を行ったアトリエ事務所が企画に関与することになった。

【方針としてのボリューム設計が行われたあとの温熱・照度シミュレーションによる方針の確認】

天井高、面積に対して大まかな寸法を決定したあと、上記の内外をゆるやかに繋ぐ具体的な外皮計画に進む前に、温熱・照度のシミュレーションを行っている。天井高と面積によって大きなボリュームとしての建築が出来上がりつつあり、また外皮に関してもどのような仕様にするかは決まっていなかったが、ガラスで構成されるものになるという方針は決まっていた。その中で通常より高い天井高のものに対し、懸念点であり、早い段階でチェックしておきたいものとして温熱環境と照度が挙げられていた。それらに対し、設計共同体として参加していたファサードエンジニアリングコンサルタント A によって基本設計初期段階においてシミュレーションによって確認、検証が行われ、性能として確保することが可能であると判断した。

【コンセプト実現のための外皮の仕様に関する協議】

通常の外皮に求められるものではない役割を検討することに対し、実際にどのような仕様にするのかを設計体制内で打ち合わせをした。前提条件として、外皮に対しての通常の「ガラス張り」は避けたい

という認識は共通していたという。

【ガラスカーテンウォールに必要な機能に関するアイデアの提案】

その中で、アトリエ事務所によって、ガラスカーテンウォールに対してコンセプトである「内外を繋ぐ空間」の実現に対するアイデアが出された。アトリエ事務所事務所には、以前にも公共建築における公共性に対する要求の建築的な回答として、外皮に対して可動性をもたせ大きく外側へ展開する扉を考案することで、公共建築に求められる公共性に取り組んでいた経験ノウハウが存在した。また、その事例に対してその他の設計者たちが熟知しており、その事例で実現したような仕様アイデアを中心とするのはコンセプトに合っているとして、コンセンサスをとることは容易であった。その仕様に関するアイデアをスタート地点として、様々なアイデアに関する検討を設計者同士でおこなった。

| - 29 -

【緑化屋根に対しての外皮仕様のアイデアに関する提案】

緑化屋根にするという方針に関しては企画段階から決まっていたため、それらをどのような形態にするかが検討された。公園施設として、通常の水平面や傾斜面の屋根によりも、ランドスケープのように曲面的な屋根形状とすることが望ましいのではと設計者・基本構想者との間で決定された。

【ガラスカーテンウォールのアイデアに対して性能をどのようにして与えるのかに関する過程】

外皮仕様に関するアイデアが出た後に、それに関してどのように性能を与えるのかに関して試行錯誤・検討した。一般にガラスカーテンウォールに関しては日本建築学会が刊行している『JASS 1 4 カーテンウォール工事』によって以下の性能が要求されている。

表 JASS 1 4 において規定されているカーテンウォール性能

耐火性能	
常時の構造安全性能	
耐風圧性能	
耐震性能	慣性力に対する安全性能
	層間変位追従性能
	鉛直層間変位追従性能
耐温度差性能	
荷重の組み合わせに対する安全性	
水密性能	
気密性能	
遮音性能	
断熱性能	
結露防止性能	
耐久・耐用性能	耐久性能
	維持・保全性能
その他の性能	撥音・金属摩擦音などの防止
	避雷対策
	維持管理用ゴンドラレールガイドの組込み
	光・電波の反射防止
	排煙設備の設置
	非常用の進入口およびこれにかわる窓の設置

これらに対しての性能を与えると同時に、温熱・気流環境を中心とする環境性能を与える必要があったので、それを中心として検討が始まった。

この場合もアトリエ事務所を中心として、性能追求しつつ仕様に関して詳細を設計する段階が進められていったが、この場合もアトリエ事務所の今までの経験・知識・ノウハウを中心として仕様と性能の間の試行錯誤によって、多くのアイディアが提案された。

【ガラスの厚みに関する検討】

天井高の高い建築物において、一面ガラスで製作するにはガラス自体に強度が求められる。それはガラスの厚さに反映され、通常に比べて 1 8 ～ 2 2 mm などの非常に厚いガラス断面となってしまう。それは当初の仕様に関してのコンセプトに適合せず、公園施設として柔軟に使うためには適していないと判断した。

【温熱のモデルを採用した外皮仕様に対する性能の確保】

ガラスには一面ガラスなどによって厚いものは採用しないという経緯に加えて、環境建築として求めるモデルとして温室・ビニールハウスを想定した。温室モデルとは、ガラスを立て横に重ね、それによってできたわずかなガラスのズレに対して結露でたまった水が毛細管現象によって入り込むことにより、ズレ・隙間を埋め、結果として気密性を上げるという考え方であり、そういったモデルの仕様に対して性能を確保するのが望ましいという結論に至った。そうした上で、薄い6～8.8mmのガラスを重ねて強度確保も兼ねることもできると考えられた。

【屋根の仕様に対する性能の設計】

屋根に関しては、仕様と形態に関してコンセプトでの方針決定があったので、そういった屋根仕様・形状に対して構造としての性能を確保することができるかが焦点となった。その部分に関しては構造設計事務所が中心になって検討し、仕様が要求する性能に対しての検討と設計体制・意匠設計者に対するフィードバックによる試行錯誤を繰り返し、詳細の仕様が決定し、性能の確保ができた。

【外皮における自然換気性能の要求とそれに対する検討】

屋根と外壁両方に関して、床暖房の使用と天井高により発生する温度差換気、また外部空間との繋がりを達成するという観点から、自然換気性能をどのようにして実現できるかという検討が行われた。外壁に関しては、アトリエ事務所が自然換気を実現する外壁の仕様に関する技術提案を行い、外壁上部に対してはガラスルーバーを外皮仕様とすることで外部空間からの自然通風の取り入れを検討していた。また、屋根における温度差換気では、屋根に対して換気孔をあける必要性があったが、これに関してファサードコンサルタントが気流シミュレーションを行うことで屋根の換気孔の検討・決定をした。

【その他外皮に関するコストと実現性の検討】

基本設計の中盤から後半にかけて、複雑な屋根形態における緑化に関して防水層に関するコストと実現性検討と、外壁の上部における緑化に関するコストと実現性の検討をおこなった。それらは防水メーカーとステンレスワイヤーに対してコンサルティングをおこない、コストと実現性に関しての打ち合わせを行い、設計の詳細を決定するうえで参考にしている。

【実施設計～現場施工段階における実物検証実験】

先行事例のない外皮仕様であり、また外壁として内外を繋ぐというコンセプトをもっているために、通常の外皮に比べ厳密な性能達成を目標としていたわけではなかった。しかしガラスの重ねなどによって内外を仕切るという仕様のため、基本的な性能に対しても確認する必要性があった。そこで現場段階において施工を受け持ったゼネコンの協力により実物大のモックアップを製作し、それに対して散水を行うことで水密性能を確認するなど、様々な検証・確認を行った。

【設計プロセス・設計体制における課題】

今回は国が施主との公園事務所が、建築側と土木側で分離発注を行っており、緑化屋根の植生は基本的には建築側が担当したが、屋根の設計の責任は土木側にあった。これらは通常の建築設計にはない非常に複雑な関係であり、また土木では設計と施工が完全に切り離されているため、責任関係がきわめて逆に曖昧となる部分も見られた。そういった意味で日本におけるゼネコンは設計者にとって優しい制度であると考えられる。また、土木には仕様書というものがあって、設計者と施行担当者でずれるのが当然だという考え方が存在する。建築としてのプロジェクトだが、建築では設計管理業務が発生し、現場に入ってから、メーカーと打ち合わせてディティールを詰めていく作業となる。それが非常に大きな意味をもっていると考えられる。

新規技術開発に関しては、ものを実際につくってからフィードバックしていかななくてはならない。そういったものを支えているものとして、日本のモノづくりのあり方が大きく関係しているのではないかと考えられる。

| - 32 -

2-3 事例C

基本データ

施設用途：オフィス

敷地：駅前

環境配慮型外皮のタイプ：周辺地域も含めた気化冷却効果を想定した外皮ルーバー

2-3-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1) 外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

通常的环境配慮型外皮技術においては、基本的に内部空間に対して省エネルギー効果を想定し、様々な外皮技術を使うことで設備負荷を下げ、結果として省エネルギーを達成するというのが通常である。しかしこの事例においては、総合的に地球環境温暖化に対して効果を発揮するのであれば、建物内部だけではなく建物外部周辺の温熱環境に対しても貢献することが望ましいという発想から、外部空間と接する外皮に対し、都市環境に直接効果を与えるような外皮技術を採用している。具体的には都市におけるヒートアイランド現象に対して効果を発揮するような外皮であり、性能に関して先駆的な試みを持っている事例として着目した。

2) 建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

組織設計事務所では通常建築設計に関しては組織内で完結する仕組みになっており意匠設計者、設備設計者、構造設計者とその他の技術部に分けられると考えられるが、事例Cを設計した組織設計事務所ではそれらの部署に加えて環境を専門として設計をサポートする部署を設けており、その部署の設計プロセ

スにおける役割に着目した。また、敷地周辺まで拡張した気化冷却効果を実現する外皮の環境装置の設計に関してはメーカーと共同開発を行っていた。通常では設計者とメーカーとの関係は実施設計段階で具体的にどの建材をどのメーカーのものを使うかという見積りの段階での発注受注関係となるが、メーカー共同での新規的な環境配慮外皮技術開発プロセスにおいては、それらとは大きく関係がことなる可能性を持っている。そうした組織設計事務所とメーカーとの関係に関しても着目した。

ヒアリング対象者の選定

それらの関係者の中で、本事例は施主との打ち合わせを実際に行い、また建築設計に対して中心的な存在であった意匠設計チーム内の一人に対してヒアリングを行った。

2-3-2 ヒアリング結果の整理

【企画～施主要求の流れ】

本事例は、某企業の新規の研究開発型オフィスの依頼である。依頼の前にコンペティションが行われ、その中から設計者が決定された。コンペティション段階の要綱では、オフィスの室内環境としても企業イメージとしても環境配慮を実現することが義務付けられていた。

【コンペティション段階での企画案】

コンペティション応募時は、様々なアイデアが考えられた。ガラスカーテンウォールを採用し、さらに内部に関してもガラスのコア部とし、両面採光を実現する試みに関しても検討がなされた。しかしながら住宅地と接する外表面も存在し、反射光害に関する苦情も過去にあったため、断念している。またその段階から敷地周辺の気化冷却を考えた外皮技術に関する検討は行っており、その段階ですでに内部の環境関係部署と、最終的に共同開発したメーカーも参加していた。

【メインコンセプトが生まれるまでのプロセス】

敷地条件として、西側が住宅地となり、先ほど述べたような反射光害の問題もあるので、コンペティション段階で提案していたガラスカーテンウォールによる両面採光は施主側から別の案とするように求められていた。そうした経緯があり西面はできる限り開口部分は抑えたうえで光の反射を最小限に抑えた設計となることに決定していた。また北東面が駅前に面していたので、北東面がメインのファサードとなるということが決定した。また建築がボリュームとして南北に対して長方形となり、北東面の存在感が大きくなるため、それに対してどのように施主の要求する環境配慮の要望にこたえるのかということを検討した。そうした中でコンペティション段階でも検討したヒートアイランド現象に対して抑制効果を発揮するような気化冷却効果をもつ外皮における環境技術を新規的に開発していくことになった。

【気流・温熱シミュレーションによる環境効果の確認】

気化冷却効果が実際にどれほどヒートアイランド現象の抑制に貢献すること可能であるのか、また外皮における技術だけでそのような目標が達成できるのかをまず検討する必要があった。いままでに建築単体では考慮されてこなかった外皮の環境性能に着目した外皮の設計である以上、方針の決定に関して環境関係部署の温熱・気流シミュレーションによる定量的な確認が必要となった。その結果、建築単体においてもヒートアイランド効果に対して貢献することが可能であるということがわかったので、ヒートアイランド現象の抑制効果という外皮の建築環境性能としては新規的なものをアイディアコンセプトとすることができた。

【環境性能コンセプトを実現するための仕様に関するアイディア検討】

外皮がもつ環境性能に対するアイディアの実現可能性があると判断したうえで、実際にどのようにしてその性能を実現するのか、また実際にそうした環境配慮外皮技術を建築としてどうやってつくるのかも同時に検討された。そこではコンペティション段階ですでに意匠設計者の中でアイディアの源としては共有されていたものであったが、陶器メーカーとの打ち合わせの中で、さらに具体的な外皮仕様に関するアイディアが検討された。その結果外皮に取り付けることによって可能になる技術であり、気化冷却効果に関しては内部に水流をもつ配管として設計することが方針として決まった。

以下の基本～実施設計ではそのような性能を満たす仕様に対して詳細を検討する段階に入っていった。

【情報のBIMによる共有】

まず、技術主体間の情報共有を容易にするために、BIMによる情報共有が試みられた。BIM（ビルディングインフォメーションモデル）は建物のデータ管理を一元化して管理するための情報モデルであり、建築物の様々な情報に対しての情報のプラットフォーム化を目指す過程で開発されたものである。本事例では形状を中心に関係者でのコンセンサスを取りやすくするために導入された。またそうした3次元化された情報に対してシミュレーションを行うことも可能であり、そうした有用性に着目して本事例では導入されている。

【外皮に取り付ける環境装置の仕様に関する設計】

性能の目標が決まったあとで、具体的にどのようにその性能を満たす環境装置を開発できるかが検討された。それに関しては、具体的な材質、形状に関してBIMによって情報共有を図りながら開発を進めていっている。仕様に関してはコンセプト段階でアイディアとして存在していたものを、性能に関してはシミュレーションなどによって具体化されたものをメーカーと打ち合わせながら設計を進めている。部分的には実物による実験なども行われた。その過程で配管に使用する水が目詰まりを起こすという問題が発生したが、メーカーとのやり取りによってあらたな塗料の使用によって問題を解決している。

【シミュレーションによる最適化】

検討を進めるに当たって、ある案ができあがったときにそれが目標の性能を実現しているのかというこ

とをチェックし、それによって性能が満たされていない場合は性能を満たす開発プロセスに戻るということの繰り返しが行われた。そのシミュレーションを担当していたのは組織設計内の環境関係部署であり、幾度と案に対してのシミュレーションによる検討が行われた。性能の実現に対して提案された仕様の詳細が適合しているのかどうかをみることができた。

| - 35 -

【現場における環境性能の実物大実証実験】

基本設計における以上のような過程を繰り返し、実施設計段階から現場施工段階に入ったが、気化冷却によってヒートアイランドを抑制するための外皮技術に関しては施主の完全な了解が得られていなかった。その理由として環境効果に対して施主がはっきりとは確信できないということがあげられた。それを受け、大学研究室の協力を得て、実際に実物大のモックアップをつくり、計測機器などを利用することにより気流・温熱に関しての数値シミュレーションより詳細な検証を行うことで、性能達成が可能であるという確認ができ、その結果により施主の理解も得られ、実現することができた。

【配管の支持構法に関する検討】

気化冷却装置としての配管を支持する構造に関しても、実施設計段階に至っても決まらず、現場で実物大のモックアップをつくることで採用が決定した。

【設計プロセス・設計体制での課題点】

技術主体間の関係性という意味では、今日本では新しい外皮が作りにくい状況になっているとも考えられる。そういった状況ではかなりの自己犠牲精神がないと新しい試みは難しい状況である。しかしこの問題に関しては一般解があるわけではなく、そういった事例を一つ一つ特殊解で示していくしかないと考えられる。

2-4 事例D

基本データ

施設用途：研究開発型オフィス

敷地：都市近郊森林地帯

環境配慮型外皮のタイプ：気化冷却技術を利用した外皮と構造と一体化したアトリウム

| - 36 -

2-4-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1) 外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

通常のアトリウムでは、天井高の大きな、ガラス張りの空間において実現する事例が多く存在する。その場合、空間の上下で大きな温度差が発生することに対して、いかに居住域空調を実現するのかに対して多くの注意が向けられてきた。ガラス面積の多い外皮は外乱の影響を受けやすく、また空間容量が大きいために空調でのコントロールが難しい。そういった意味で従来のアトリウム建築でも気流シミュレーションと温熱シミュレーションが行われる例も少なくはない。しかしながら外皮のガラスカーテンウォールないしはガラス屋根そのものに対して環境配慮技術を施した事例はあまりみられない。本事例はそうした外皮に対して環境配慮技術を採用している事例となっている。また、その環境配慮技術に関しても、水による気化冷却効果を狙った外皮技術を採用しているほか、その配管とルーバーを統合したものを外皮に取り付けることにより、複合的に環境配慮型外皮の環境性能を高めている。またアトリウムの構成は通常の立方体ではなく、屋根型のガラスカーテンウォールがひな壇状になっているオフィススペースに対して同じように傾斜しながら全体を覆っており、またその屋根を支える柱などの構造部分とカーテンウォールに対してはディティールと形態両方で統合化が試みられている。そうした複数存在するアトリウム建築としての新しい試みに対して着目した。

2) 建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

組織設計事務所は事例Cでも述べたように建築設計自体は組織内でほぼ完結しており、新たな仕様や性能に関してコンセプトを導入するときにはどのような設計体制を組織するのかに関しては様々な可能性が考えられる。その中で本事例はファサードエンジニアリングコンサルタントが設計初期段階から関係しているということがわかり、その役割とアトリウムにおける先進的な試みが実現したことの関係に着目している。

ヒアリング対象者の選定

それらの関係者の中で、本事例は施主との打ち合わせを実際に行い、また建築設計に対して中心的な存在であった意匠設計チーム内の一人に対してヒアリングを行った。

【企画～施主要求段階のプロセス】

この事例では設計者決定はコンペティションによって決まっていた。コンペティションに記載されていた要綱では、新規の研究開発オフィスとして、知的生産性を重視した環境配慮型オフィスとすることが当初から要求されていた。その中で各設計者がアイデアを出し、結果ヒアリングを実施した組織設計事務所に決定し、設計が開始された。

【研究開発オフィスとしての知的生産性に関する理論の空間化】

コンペ案の検討の時期から、実際に設計者に決まった直後のコンセプト段階までは、知的生産性を空間としてどのように実現するのが焦点となっていた。さまざまな知的生産性に関する研究論文・文献を調査し、その過程で最適と思われるある知的生産モデルに対して内容を意匠設計者と設備設計者との打ち合わせによって掘り下げ、理論の空間化を目指している。その結果として空間に必要とされるコンセプトとしては、研究者が打ち合わせをするスペース、沈思黙考するスペース、オープンミーティング、工具を実際に使って作業をするようなスペースなど、さまざまな用途がちりばめられているような空間構成が条件として必要であると結論付けた。そのうえで、その各場所に対してインフォーマル、フォーマルなどの性格づけも行い、実際に研究者が移動しながら結果としてたどり着くような空間の一つとしてガラス屋根で覆われた執務空間と外部空間との中間的な場所としてのアトリウムを構想している。研究者の考え方や気持ちが変わることとそれに応じて変化する環境を用意することで、研究者を刺激することができるのではないかというアイデアに至った。

【従来のオフィスにおける26℃、湿度60%などの均質的な指標に対しての問題意識】

従来のオフィスでは全体が均一な空間を求めている傾向があるために、その傾向に従っていると変化を求めるという知的生産性のコンセプトに対しては逆行してしまう。そのため変化を感じるというコンセプトのもとでは、そういった温度・湿度などに対してトップダウン的に決められてきた指標を採用せず設計者たちで模索することが最適な環境実現につながるという考え方に至った。

【変化を含む空間としてのアトリウムとそれに対してサポートする役割としての環境制御装置】

上記のように変化を作り出すためには環境指標・性能において変化を作ることが望ましいと判断した。そのうえで、そういった環境を実現するものとして、温度変化が大きくガラス張りによって視覚的にも外部空間と繋がり、外部の時間変化まで空間として取り込むことができるような環境作りの一つの手法が求められた。そしてそれを実現する手法としてアトリウムを設計するという方針となった。一方アトリウム自体に対しても、直接入射する光や、夏季の高い外気温がもたらす温熱環境に必要な空調設備負荷を低減するための措置として、外皮に対して日射遮蔽装置と気化冷却装置を複合させた外皮技術を採用することが決まった。

【構造と外皮の一体化】

また、アトリウムを設計するに当たり、形態と構法から新規的な試みを行うことを目標にアイディアディスカッションを行った。その中で傾斜屋根型のガラスカーテンウォールが、平面計画上から浮かび上がっていたひな壇状の空間にそのまま覆いかぶさる様な空間とすることで、傾斜地に存在する建物として敷地周辺の景観に対して配慮するとともに、空調が必要なガラスによるアトリウムにおいてでも空間容量を最小限に抑えることが可能になった。

【設計初期段階での環境性能実現のためのアイディア検討】

コンセプトから導きだされた環境性能を実現するために、どのような仕様が選択肢として可能なのかを検討した。その段階では、ファサードエンジニアリングコンサルタントに対してアイディア提案を要請している。しかし結果的にコスト面を勘案し採用はしていない。

【シミュレーションによる仕様と性能の整合性の確認を伴いながらの設計プロセス】

外皮の設計においては外皮に関する環境配慮技術と、外皮の架構と構造の一体化をともに考慮しながら各々のコンセプト実現のために設計を進めていた。その中で知的生産性に結び付くような環境性能を実現するために、設計段階での仕様に関する温熱・気流のシミュレーションを常に行いながら設計プロセスを進行させていった。仕様と性能に関してつねに相互に影響を与えるように、シミュレーションを行いながらその結果について考察しつつ設計プロセスを進めていった。温熱・気流シミュレーションに関しては組織内の設備設計者が行い、設備設計者だけでは作業的な余裕がなくシミュレーションをすることができない場合はファサードエンジニアリングコンサルタントもシミュレーションを行った。

【外皮と構造の一体化に関する検討】

外皮と構造の一体化を実現するものとして、屋根を支える柱とガラスカーテンウォール架構とそれらの接合部に対して総合的なノウハウをもった技術主体が必要となった。そのためカーテンウォールメーカー（以下 CW メーカー）を設計協力者として外皮の設計プロセスにおいて全面的に協力をしてもらっていた。ガラスカーテンウォールとその架構に関しては組織設計事務所のみでも職能の範囲では可能であるため、この場合の CW メーカーはデザイン・仕様のコンセプトとしての構造と外皮の一体化に対して大きな役割を果たしていたと考えられる。具体的には仕様要求に対する性能を確保するためのディティールレベルでの実現可能性に関する設計協力であると考えられる。またこれらのプロセスには組織設計事務所側からカーテンウォール委員会を組織し、意匠設計者と CW メーカーの間の調整役として機能してもらっていた。

【外皮における日射遮蔽機能に関する検討】

外皮においては日射遮蔽のためのルーバーと、内部にはロールスクリーンが仕掛けられている。ルーバーに関しては、日射はさえぎるが、外部に対する開放感を損なわないように形態が決定されている。ロールスクリーンについて最初は検討されていなかったが、夏などにおいて使用者が判断して操作し日射

に関してコントロールするのが望ましいと判断した。それらに関してルーバーの設計は意匠設計者とCW メーカーの協力を得て行い、ロールスクリーンに関しては設備設計者が設計した。

【気化冷却による輻射環境の向上に関する検討】

配管に関して水を流し、流された水の蒸発熱によってガラスカーテンウォールに対して気化冷却効果を発揮する外皮技術に関しては、設備設計者が中心となって目標とする環境性能に対して給水設備と連続した配管を検討した。

| - 39 -

【屋根の吸排気設備パネルに関する検討】

アトリウムでは空間の上下で大きな温度差が発生し「熱だまり」として内部環境に対して悪影響を及ぼすということは以前のアトリウム建築の事例ではしばしば起こっていた。本事例に関してもそのことに関する検討はアトリウムの採用が決まってから行っており、その対策として温度差によって発生した気流を外に出すための吸排気パネルを設置している。この吸排気パネルに関しては気流シミュレーションの段階からファサードエンジニアリングコンサルタントも設計に関係し、また外皮全体に対して設計協力をしていたCW メーカーも関わっていた。

【より詳細な気流・温熱シミュレーションによる環境性能のチェック】

設計プロセスが進み、ある程度仕様が決定した段階で、設備設計者が環境性能のシミュレーションによるチェックを行っている。

【外皮取り付け型のルーバーに関する現場での確認・チェック】

現場施工段階では、組織設計事務所内のカーテンウォール委員会、CW メーカーとともに、ガラスカーテンウォールに取り付けられた日射遮蔽ルーバーに関する確認をおこなった。

【設計プロセス・設計事例における課題点】

本件に関しては、チャレンジする命題は明確であったが、タイトな設計期間と限られたコストの中で外部ノウハウを十分に活かすことができなかった。また、構造とカーテンウォールの精度管理のギャップから、実現可能なメーカーが限定されてしまうなど、日本の発注システムに合わない部分があった。その分、施工段階で検証や設計変更を行うこととなり、ロスを感じる。チャレンジする命題が新しく、高度であればあるほど、万全の設計体制で臨む必要があると感じる。

2-5 事例E

基本データ

施設用途：オフィス兼生産施設

敷地：都心住宅・オフィス混合市街地

環境配慮型外皮のタイプ：トップライトを利用した光環境配慮型外皮

| - 40 -

2-5-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1) 外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

本事例では、通常は光環境的に不利とされる地下空間を活用したオフィスであり、自然光に関しては上から取り入れるしか方法がない状況で、地下アトリウムを通常とは異なる、光を集めるというコンセプトにおいてエンジニアリングしているというところが従来の昼光利用などのエンジニアリングとは異なる事例である。限られた開口部から採光を行わなければならない状況のなかで、光を偏光させ、屈折させたうえで地下空間に対して落とすという手法は、日本ではみられない手法であり、その技術の新規性に着目した。

2) 建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

この事例においては組織設計事務所とファサードエンジニアリングコンサルタントの2者による徹底した設計協力によって実現している。企画段階から実施設計段階に至るまで、多くの側面で設計協力を行うことで、多様な技術主体と連携して実現している事例とはことなるエンジニアリングプロセスが存在すると予想され、詳細な2者間の打ち合わせのプロセスの特異性などに着目した。

ヒアリング対象者の選定

それらの関係者の中で、本事例は施主との打ち合わせを実際に行い、また建築設計に対して中心的な存在であった意匠設計チーム内の一人に対してヒアリングを行った。

2-5-2 ヒアリング結果の整理

【通常はかなり不利となる地下空間の対策の検討】

本事例は、複数の街区にまたがって開発されているオフィス群の中の一棟に関する計画である。周辺環境に配慮し、高層の建築物は数を少なくし、低層を多くするという計画方針であったが、容積に対しての要求により、地下空間を作らざるを得ない状況に至った。本棟は地下4階であるが、住環境、労働環境としては地下というイメージを払拭するという条件が必要不可欠のものとなっていた。

【ファサードコンサルタントと共同するまでのプロセス】

当初の検討では大きなドライエリア（外周部に存在する地下空間）から採光する計画をしていた。そのドライエリアに関してどのようにして光環境を作るべきかという段階でファサードコンサルタントに対してアプローチしている。ドライエリアとして計画するべきか、または中庭のように掘り進める様なものが適切なのかに関して、光環境のシミュレーションを行ってもらったことから共同は始まっている。そしてその過程から、具体的な内部空間に関しても共同して設計を行うという流れになった。

1 - 41 -

【建物の配置計画、ボリューム計画と光環境の同時検討】

ボリュームを決める段階からファサードコンサルタントには検討に参加してもらっていた。配置計画案それぞれに対して、光環境をシミュレーションによって視覚的な情報に変換してもらったうえで、詳細まで決めてから大まかな方向性を検討していた。ファサードコンサルタントに対しての信頼関係を築くことができたのは、ドライエリアなどの検討に関して情報をビジュアルに提供できていたことが大きく影響していた。またこのディスカッションは設備設計も入り、設備設計側からのアイデア提供と光環境に関する設備側（照明・空調機など）の観点からの情報提供があった。

【光環境に関するコンセプトの提案に至る検討プロセス】

地下3階の地上5階という光環境には不利な条件の中で、さらに両サイドに執務室がついているその間の空間が地下空間となっている。執務空間同士をつなぐコミュニケーションスペースとして機能をどのように検討するべきなのかという段階においてもファサードコンサルタントが参加していた。具体的にそういったスペースではどのような光が求められるのかというところから議論が始まっている。そのなかでファサードコンサルタント側に提案を行ってもらい、その後コンセプト検討に入っている。そのコンセプト検討においてもシミュレーションを利用した議論を重視していた。ファサードコンサルタント側から光がどのようにはい入るのか、それはどのような天井開口仕様のもとで可能になりそうなのか、どうやって光の量を増やすことができるのかに関してその都度確認する光環境性能を決め、シミュレーション方法を提案し、実行しながら議論している。また太陽高度などの検討も同時に行いながら、目指す光環境は何なのかに関して慎重にコンセンサスを取りながら設計プロセスを進めていった。

また具体的な形状もコンセプト段階から検討している。形状はどうするのか、鏡を使うのか、光が偏光するようなものを仕組んでいくのかなどに関してもあくまでファサードコンサルタントに具体化してもらいながら検討を進めていった。

【光環境に関するコンセプトに関する決定】

以上のような試行錯誤を最初期段階から繰り返すことにより、鏡やその他集光器のようなデバイスを使用するのではなく、光をためる＝光のボリュームを増やして柔らかく落とすというコンセプトができあがった。そういった抽象的な提案に関しても、コンセンサスが積み重ねた上で、光環境を決定する変数に対しての共通認識をシミュレーションで確認した状態で生まれたものであった。

【コンセプトに対応した仕様の方向に対しての詳細設計と性能獲得に関する検討】

コンセプトにおいて浮上した光をためるという方向性は、どのような仕様（形状・角度・立ち上がり・寸法）で実現されるかということを検討した。性能を実現する具体的な仕様を検討するプロセスである。その設計プロセスにおいて、光を効率的にためるには、まず反射のアルミルーバーを使って、光を集めることが決定した。

| - 42 -

【トップライト】

光を集めつつ、直達光はさえぎる必要性があった。そのなかで偏光ルーバーを開口部におけるガラスのサッシに対してさらに内側に入れる必要があったが、それに関してはファサードコンサルタント側からの情報提供があった。それら偏光ルーバーの設計と検証に関しては意匠設計者側からは専門的すぎて理解ができないことも多かった。

【その他の技術主体との関係性】

本事例においては、基本設計段階で仕様がだまかに決まる段階ではメーカーなどのエンジニアは原則として入っていない。設計協力と情報提供の体制としてファサードコンサルタントとの密接な関係を築き、理想的な光環境を実現する外皮の設計に進んでいた。

【ゼネコンに対しての施行発注と技術提案】

実施設計段階で、施工業者（ゼネコン）を選択したが、地下空間に対しての技術提案を伴った発注となっていた。そのなかで、デバイスを用いた技術提案を行ったゼネコンに決まったが、それに対して今まで検討していた案と比較した。光をためるというコンセプトを実現するにはどちらが適しているのかという観点で比較した結果、実現案であるそれまで検討していた案を続けて検討するという事になった。

【1/10 模型による実験とその結果起きた問題点に関する解決】

ファサードコンサルタント側から実験提案があり、夏と冬の2回にかけて実験をおこなった。その段階で、コンセプト通りの光環境が達成されているのかがわかるようになり、施主の理解も得られた。しかし問題も発生している。光が偏向し集まって落ちたところに虹ができるという事態が発生した。これに関してはオフィスという用途からは容認できない光の性質であったことから、シミュレーションをし直し、検討をやり直している。

【実施段階でのコストコントロールに関してのコンサル】

具体的な仕様がほとんど決定した段階で、ガラスメーカー、サッシメーカーにアクセスし、予算の見積りを行った。実際に実現可能かどうかに関して、おもにコスト面からの検討を行い、結果、多少の仕様変更もあった。

【現場段階でのモックアップモデルによる実証】

現場施工段階においては、ファサードコンサルタントがシミュレーションを行いつつもモックアップによる実証実験をおこない、確実に目指した光環境性能が実現するようにした。

【今後の課題】

設計体制の問題はとどのつまり人の問題である。組織がきちんと機能するには、人の性格も大きな作用要素として考えるべきであろう。またメーカーに関しても、こちらが聞きたいことに対して全く答えてくれないこともある。それはどのように対処したらいいのかよくわからないが、今回の事例のような初期段階からのコンセプト共有が必要であるのは確実だろう。

| - 43 -

2-6 事例F

基本データ

施設用途：仮設型メディアセンター

敷地：山中

環境配慮型外皮のタイプ：資源循環性を意図した外皮技術・雪冷房・ドライミストなど

2-6-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1) 外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

資源循環性を目指し、高い水準での3R率の実現するためにリユース材を多用しており、環境配慮型外皮技術において通常とは大きくことなる外皮設計になると予想された。また外皮設計における資源循環性の考慮はほとんど事例が存在しないことから着目している。

2) 建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

組織設計事務所に対して、ゼネコンが設計協力しており、さらに文献では「技術支援」という説明であった。ゼネコンでは技術研究所が関係していると予想され、組織設計事務所とゼネコンの関係も着目した。また資源循環性という環境性能が具体的にどのような技術主体によってサポートされたのか、ヒアリングで明らかにできればと考えた。

ヒアリング対象者の選定

それらの関係者の中で、本事例は施主との打ち合わせを実際に行い、また建築設計に対して中心的な存在であった意匠設計チーム内の一人に対してヒアリングを行った。

【施主要望（基本計画）】

本物件は、国の委託を受けてコンペによって基本計画者と建築設計施行者を選定するところから始まっていた。そのコンペにおいては、基本計画者と設計者のどちらにも応募することができたが、設計に関わる業績として残るのはやはり設計の方と判断し、建築設計施工で応募をしたが、そのときすでにゼネコンと共同することが決まっていたので、ゼネコンに声をかけて体制を組織した。設計段階に入るときには別の組織設計事務所が先に基本計画を行っていた。その中で具体的な目標として3Rが掲げられていた。また敷地選びから始まり、超短工期で行う必要があった。

- 44 -

【リユース材の使用についての検討】

具体的にCO2の削減が目標としてあったので、柱梁、鉄骨のリユースをまず想定した。それらはリース会社があとで引き取るという形とした。300×300のふっこう板という、地下鉄などで用いられるものを床に用いようということになった。音響的には重量がある方が望ましいので、それを使った。土木的なもののその他が様々な現場から来ていた。アスファルトが付着してくるものもあった。その頃札幌で駅工事があったので、仕様する建材があまりなかった。仕方ないのでから本州から輸送してもらっていたものもあった。最初は木材でやる方針であった。また、ふっこう板は構造的な性能は良好とされたが、振動がとまるかが当初は分からなかったので、設計同時進行で現場施工をおこなっている。そうしてあらゆる要素を押さえながら進んでいくというプロセスであった。具体的にどの材料でつくるかというアイデアも同時に考えていかななくてはならなかった。

【現場資材の活用】

単管32Φのものを多く使い、手すりなどはすべて単管でつくった。現場で用いる仮設用間仕切りパネルがあるが、スライドパネル方式になっており、あらゆる高さにスライドして止められるというものがあつた。非常に利便性が高かつた。

【通常の建材をリユースするための工夫】

釘を打ったりすると穴が空いてしまうが、それは結果的に2重張りなどで使用するようなものとしてリユースすれば問題がない。また建材はそういった観点からみても、重なりを前提として定尺のものを使うことになっていた。また、カーペット用品など新品かどうか区別がつきにくいものに関しては、さきに顧客に納品が行くものを迂回して現場に運んだ。設計側には施工図面のままで情報としてくる。900-1200の現場でおさめる施工図がそのまま来るというのが基本であつた。施工図として設計者に情報が来て、地元工務店がゼネコンを介して、確認をするという流れであつた。ゼネコンの他の現場のものを使うというものもあつた。

【外皮の基本構成】

間伐材の集成材を使った外皮を設計した。ルーバーに対して溶融亜鉛メッキの籠を取り付け、ヤシマットに対して土壌を入れるという構成になっていた。火山灰を入れて、そのなかに埋める植栽ポットがあり、しばらく経つととけて土にかえる様なものを採用した。

またルーバーとなる集成材は大断面のものでありで住宅に転用可能のものであった。表面を削ることで新しくすることができる。流通するサイズのものを使った。住宅での大梁用のものである。地元の木材業者の協力をしてもらった。地元の商社であった。地産材に関しては、基本的にJVの地元工務店が幹旋した。またゼネコンも、地元の支店として、職人が地元の人をつれてくるということが可能となっていた。また地元の人から流通に関する情報などを聞く事が出来た。

【雪を使った冷房システム】

雪を使った特殊冷房に関しては、大学の教授に技術協力をしてもらった。雪を使った冷房に関してのノウハウを持っていた上に、計算的な数値の根拠を提示してくれていた。また大学では実験をしてもらっていた。システムとして冷房のシステムをどのように設計するのかなど、色々アドバイスをもらっていた。雪冷房においては表面積が重要であり、雪で作った立て穴を開けて空気がとおる流れを作るという案は教授が提案した。縦穴はとけるとどんどん大きくなっていくという原理であり、効率的に雪が使えるということであった。空気の穴がとおると汚れて断熱効果が発生してしまい冷房効果が下がってしまう原理がある。そこで穴が大きくなるという現象は冷房効果を持続させるという意味で効率的であった。原料として雪を集めるために、雪の場所をかき集めると言う作業をしなくてはならなかった。情報提供は地元工務店からしてもらった。また雪の性質を確認するために、雪の穴の実物実験も行っている。勢い良く水を噴射することで検証をおこなった。1mグリッドで穴を作ると言う作業であった。

雪が固まったときでないと、冷房としては使えないので、2週間くらいあとの圧密された雪に穴をあけた。

【土嚢の外壁】

ヤシマットと土嚢を用いて別の面の外壁を作った。チップは使わず、火山礫土壌の原材料をつかっていた。

【リサイクルに関して】

石膏ボードに関しては、再生工場へ送った。塗料含有率が一定以下だと受け入れができるという条件付きであった。大きく梱包紙ごとをもっていつている。名前が書いてあるものを裏にするなどすれば、使えるということもある。現場にきた素材をそのままにするということを心がけていた。再生工場も不純物が入ると受け入れを拒否するので、シールもケミカル素材をつけないようにした。

ボードは二重張りするが、奥のボードに関しては、ボルトを外しても、ビスの使い方も通常通り使うことができる。二重材を塗装するにしてもパテでしごくので大丈夫と判断した。切らないと使えないものに関しては再生工場へ持って行くという方針であった。

プラスチックも使わない方針であった。巾木などはプラスチックでできているものが多いが、代用として鉄金属は使うことができる。仮説鋼材だから何度も使えるし、大変便利な建材であった。

断熱材のウレタンは溶かして心材などにすることができるので、それを下地材にすればべつの下地材がいらなくなるということを利用した。

【全体の方針】

集中的にワンアイデアを出して決めないと行けないという流れであった。他の案を考えていたら、不可能な物件であったと言える。複数案は検討できなかった。気持ちで決めるという感じであったという。

【ゼネコンとの関係】

ゼネコンの技研は設計に直接は関わらず、必要に応じてバックアップをするという形であった。測定は技研が行った。CO2シミュレーションもゼネコンが行った。地元工務店の役割には、こういうのを探して欲しいというように言うと、似たようなものがありますと返答してくれるということで、その中から使用後の採用先が決まっているものを借りるという流れである。日本の強みである、設計と施工が一緒になるからこそ可能になったという事例である。

2-7 事例G

基本データ

施設用途：オフィス

敷地：都心オフィス街

環境配慮型外皮のタイプ：太陽光パネル・外装と構造の一体化

2-7-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1) 外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

外皮と構造の一体化・設備と外皮の一体化目指しており、一体化を目指している事例においては、どのような技術上の問題や課題があるのかに着目した。

2) 建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

一体化を行う場合に、どのようにメーカーと関係するのか、またゼネコンの組織としてどのような考え方で設計体制をつくるのかに着目した。

ヒアリング対象者の選定

それらの関係者の中で、本事例は施主との打ち合わせを実際に行い、また建築設計に対して中心的な存

在であった意匠設計チーム内の一人に対してヒアリングを行った。

2-7-2 ヒアリング概要

【施主要求】

経済的な側面、営業的な側面、都市計画的・立地条件的な側面があった。省エネの試算は、新しい技術を取り入れるには予算がかかるため、経済的な比較をして施主にはプレゼンテーションをした。環境技術はPRになるなど、環境経済的側面として説明した。

【設計コンセプト】

カーボンハーフの実現であり、そのための技術を結集した。外装計画では、構造体と一体となった外装の開発をおこない、環境的に彫りの深いファサードとした。光の効果もある。構造と一体化することでオフィスの面積を一杯使える、レントابل比の面でもメリットがある。窓際まで机が於けるので、それはテナント技術のニーズに合致する社会的なニーズである。外装のPVは、日中の年間の照明をPVでまかなえる。また輻射空調システムなどをトータルで盛り込んでカーボンハーフを達成しようとした。

【企画段階】

最初は企画段階で発電量が年間どれほど発生し、何に役に立って、カーボンハーフの何に寄与するのかを検討した。

【基本設計段階】

最初は設計室を設け、設計で様々な計画をした。そのなかで構造外装の一体化を検討した。PVの設置は、PVのメーカーのある材料を本当に使えるのか検討しなくてはならなかったのも、特異なPV外装材で止水ができ、風圧変形にも耐えるようなものを目指すような検討は今までメーカーでもやってない。外装に採用するに当たって性能を満足させるために、付き合いのあるメーカーなどと協力し検証や実験を行っていた。

【カーテンウォール】

外装アルミのキャストはアルミメーカーで、アルミの熱伸びのコンサル・相談はファサードエンジニアリングコンサルタントで、太陽光はメーカーで行った。それは早期から決まっていた。実験は実施からもやるし、現場からやる場合もある。基本設計から少しずつやり始めるような感じであった。PVのサッシ形状を決めないと見積がでないの、予算がでない。PVの納まりを基本くらいから検討・実証しなくてはならなかった。

【実験とゼネコン】

今回は非常に長い間実験を行ったり、管理段階まで実験が食い込むという場合があった。そういうとき

アルミキャストの費用や実験の費用を入れておくことができる。要は予算の少し余分のお金を当初から見込んでおくということができる。今回はそういうやり方であった。

コストコントロールにかんして施工の方が設計段階からついているような形であり、見積りをフィードバックできるという利点があると思われる。

| - 48 -

【関係技術主体】

いろいろな問題に対してかかわり合いがあるのは設計、建設、技術部（生産技術部本部）、技研など、あとはガラスメーカー、PCメーカー、アルミキャストメーカー、サッシ、ガasketメーカー、ガラスメーカー、塗料メーカー（アルミのキャストをなにも施さず素地で使いたかった、コンクリートを打つときにそのアルカリ成分によって浸食されるので、塗料が必要であった。べたべたしてアルミにみえないのを避けるため、アルミの素材感を残してどういった塗料がいいかを検討した）

【設計全体】

実験を行い、報告書を読み、問題が無いかどうかを関係者でまた検討するということの繰り返しであった。いろいろな問題があり、それを全部列挙してするのは設計の役割としてある。こういうことは問題ないのか、こういうことが分からない、それを相談して、徐々に回答を見つけていくということを繰り返し行った。設計施工一間で技研も抱えているところはスムーズにできるかもしれない。

※打ち合せよう書類を見せてもらった。縦軸に問題点を列挙したものがあり、横軸に対応するメーカー、主体の名前があった。

【技研の役割】

例えば、アルミの型枠でPC板を製作することに関して、アルミとコンクリートの熱伸びが異なるということが起きる。そうすると、コンクリート自体が構造体であるため、アルミの方が伸びコンクリートにひびが入ってしまう。アルミ型枠ではそれをわざとやってるようなものであり、それはタブーに近いものである。普通はやらない。アルミの切り板とPCを別々に切って熱伸びをどこかで受けようと検討した。それを一体にしようとするのが新しい挑戦と感じた。それを実現するには伸びの違いを緩衝材がうける必要があった。それを実際にアルミとコンクリートの熱伸びを実測し、コンクリートに係る力を検討した。その伸びを何によって吸収するべきなのかを意匠設計者と技研で検討した。実際にモックアップを作って確認した。

【輻射パネルに関わる実験】

これは実際に採用したものと近い輻射パネルで部屋の天井を製作し、実際に人を入れて働いてみるという実験を行った。通常の空調に比べて不具合が起きないか、ちゃんと機能できるかどうかを検討した。実際に施工した状態のものが、地震が起きたときにパネルに応力を受けて落下しないかを技研で確認した。今回の輻射パネルは通常のシステム天井より少し重く、内部の下地材を大きくする必要がある。

あった。そうすると、予算がかかってしまう。それも検討していかなくでは行けなかった。輻射用に水が入るため、通常の天井より平米1 kgくらい重い。ドイツのメーカーは採用してない。日本のメーカーと共同開発した。ドイツのメーカーは輻射の技術が進んでいるからそういう選択肢はあったが、日本の環境は気候風土に合致しているわけでは必ずしもない。輻射パネルのメーカーは設備メーカーであるが、元々輻射を取り扱っていたメーカーではない。設備における別のものを生産していた。ただし輻射技術にも興味があった会社ではあった。そのメーカーに話を頂いて一緒にやってみようかということになり、初期の段階から共同でやることは考えていた。輻射パネルも色々実験を行った。当初は性能が発揮できるかという実験を行い、夏場窓際でどれくらいの負荷が掛かるかを検証した。施工では、パネルはある一定の大きさがあり、配管がある。それをどのような大きさと現場で施工すると一番無駄が無い、工期を短く済むのかを考える必要があった。接続の数が少ないほど漏水の危険性がある。それを施工と検討した。輻射パネルはドイツで普及している技術でもあり日本の気候に適合させるためにそれに加え何を確認していけば耐えられるのかを検討するところから始められたため、0からのスタートというわけではない。

【設計体制全体について】

今回失敗はゆるされないし、引き戻しができないという流れであったので、なんとかして智慧を出して設計が要求することに対してコンセンサスを取りながら設計を進めることを心がけた。やってみてダメだったという結論は出せない状況であった。各部署とも、最初の段階である程度の可能性の判断をしつつも、何度も検証することによって、どうしても目標を達成しなくてはいけないということだった。

【シミュレーションを行った段階】

基本から実施にかけて行った。温熱シミュレーションのサーモグラフィティを実施した。設備設計が中心で、技研も入り、あとは現場の人間も加わりシミュレーションで確認した。実際に執務体験をしつつ室内環境を確認するのは意匠設計者も参加したため、チェックは徹底的に行った。

2-8 事例H

基本データ

施設用途：オフィス

敷地：都心オフィス街

環境配慮型外皮のタイプ：ユニット化ダブルスキン

2-8-1 調査対象とした理由（雑誌『新建築』からの情報収集による）

1) 外皮技術に関する通常とはことなる仕様・性能

ダブルスキンのユニット化・中空層を小さくするなど、ダブルスキンという既存の技術をさらに進展・革新した事例として、着目した。

| - 50 -

2) 建築設計に関わった主体間関係の通常のものとの違い

設計段階でファサードエンジニアリングコンサルタントが入っていたことがわかったので、ゼネコンとファサードエンジニアリングコンサルタントの関係などに着目していた。

ヒアリング対象者の選定

それらの関係者の中で、本事例は施主との打ち合わせを実際に行い、また建築設計に対して中心的な存在であった意匠設計チーム内の一人に対してヒアリングを行った。

2-8-2 ヒアリング概要

【施主要求～コンセプト】

もともと開発設計施工として今から40年前くらいから関わっていた。

今回分譲と賃貸オフィスという条件と、スキームを切り分けるために2棟立てにした。さらに、必然的に西面ができるので西面に対する環境配慮を取り入れたファサードというものを重要になった。環境配慮は企画の段階で出てきた要求である。西面・正形で南も北も3方向が開かれた形状、それに対しての窓側環境・温熱環境を適正にやろうということになったので、なんらかの取り組みが必要だろうと考えた。

【事業としての環境配慮】

事業フレーム（床面積・配置など）とマーケットとして、港区なので外資系が多かった。1フロアで広く使いながら、窓側一杯に個室をつけるという必要性があった。また奥行きの必要性もあった。会議室をいれてサポートを含み18m前後のフレームを組んでほしいと、企画からの要求もあった。7、2mというモジュールを企画することになった。要求する個室に対応できる割り付けもモジュールになっている。そして個室が窓際に並ぶ可能性があるので、窓際には適切な温熱環境を提供しなくてはならない。そこで、ダブルスキンに方針決定し、ユニタイズされた1800というピッチをもったサッシが事業的にも要求されることになった。意匠的にも性能的にも解決しなくてはいけない要素・ニーズとしてあった。モジュールでつくることは、配置の仕方・形状に影響する。どのくらいのピッチで個室がついてくるのか、結局モジュールが全部決められているのか、最後ピッチの半端によって全体の形が決まってくる。

【ダブルスキンと床面積】

面積はダブルスキンの内側・外側のどちらで測るのかという問題がある。止水は内側でとっている。当時はまだ大きな床があるタイプのダブルスキンは面積は外側でとらないと行けないということになっていた。外側まで面積にいれないといけないので、事業的にはよくないということもあるのでそのせめぎ合いというのもあった。

| - 51 -

【ボックス化ダブルスキンについて】

当初ボックス化された、ユニタイズされたダブルスキンは日本には存在しなかった。当時はまだ基本計画基本設計時では採用が危ぶまれており、ある候補の一つでしかなかった。最初はエアフローが最有力候補であった。良くある方法でやらざるを得ないため、平行で検討をしていた。当時は高層で外部ブラインドがでてきている時代であり、解決策の一つとして検討していたが、風の影響を考えると外部ブラインドは不利であった。基本設計が終わる段階までは形式は決められなかった。最終的決まったのは実施設計であった。

【サッシメーカーの参画】

ファサードエンジニアリングに対する体制は、1番最初はエアフロー、通常のシングルスキン、外部ブラインドなど、サッシメーカーにはその参考納まり的なもので色々検討してもらっていた。

【初期段階のファサードエンジニアリングコンサルタント】

初期段階ではファサードエンジニアリングコンサルタントに入ってもらい、海外事例の紹介をしてもらった。可能かどうかという検討よりは、よりもっとひろくアイディアを検討をした。前提としてはユニタイズしたかったが、日本の天候としても考慮する必要があり、世の中にはどのようなものがあるのかということヒアリングした。ファサードエンジニアリングコンサルタントへの相談は、基本設計段階、平面が決まってきた段階で、西面に関してのエンジニアリングに参加してもらった。簡単な断面を書いてもらったり、性能面を検討してもらったりというものを行いつつエンジニアリングを行った。

【温熱環境】

温熱環境は検討をしなくてはならない課題であるため技研にも参加してもらい、基本設計の後半温熱シミュレーションをしてもらっている。外部ブラインド・ダブルスキン・エアフロー・単板ガラスの順で性能が良かった。現在は考えられないが、その当時は4つ選択肢をもったまま、実施設計に突入していた。

【実施設計段階のシミュレーション】

実施設計のときにファサードエンジニアリングコンサルタントでシミュレーションをする会社があるので今度は実際に現象に関して空気の流れや、スキンの中の温熱環境・はねの形をシミュレーションしてもらっている。ダブルスキンのディティールの細かいパラメータに関して変化させて各状態をシミュレ

ーションをすることで具体的な仕様を決めた。ファサードエンジニアリングコンサルタントに対してパ
ラメータの提案をして、こういうことが気になるがということを伝え、こういったことを検証してもら
ったという流れである。

【サッシのユニット化】

サッシの納まり・施工においてユニット化してゆく、ということはサッシメーカーの協力を得て実現し
た。可能性として実現性が高いと判断できるところまでいったから踏み切ったという流れであった。

【国際入札】

国際入札を実施している。性能的なものはある程度確保できると予想でき、納まりも可能と予想できた
が、コストはやはり当時設計したことのない外皮であり、先行事例がないため相場がわからず、なおか
つコストを抑えないといけないというのもあり国際入札による決定をした。

【コストコントロール】

サッシメーカー、ファサードエンジニアリングコンサルタントにはコスト関係の情報を見積段階でもコ
ンサル依頼していた。また温熱環境的なもの以外にも風洞実験を技研でやった。ダブルスキンの開閉に
よる予測不可能な事象が発生しないようにする必要があった。今回特にインナーが開閉する自然換気を
実践した。内側のインナーサッシに係る力の検証を行った。京都大学による協力実験もおこなった。

【効果検証】

効果を実測するシミュレーションはファサードエンジニアリングコンサルタントの流体のモデルの解析
の後、現場入った時に原寸のモックアップで意匠上のチェックをした。同じボックス型のものをつくり、
サッシメーカーの実験場で特殊空間を作ってもらい、熱線を当てて中の火照りがどのようになるのかを
温度変化を通じて実測を行った。現場の途中で行き確認をしあった。もう一つは耐風性能に関すること
も確認がひつようだった。同じ耐風試験場で風を当ててどう歪むかも検証した。竣工後の温度実測は技
研が主体となっておこなった。シミュレーションと実験と最後の実測は全部ワンセットでやった。

【理想的な体制＝今後の課題】

理想的な体制というよりは、これからの検証・シミュレーションという意味での課題は社会的なBCPや自
然換気・省エネなどがある一方でいわゆる検証的なものもまた重要である。デジタルモックアップが必
要と社内でも言われている。勿論2次元だけではなく立体的なもので、例えば天井になが入ってるか、
部材がきちんとつながっているか、初期ではボリュームがどういうことになってるか、町中ではどう見
えるかなど、情報を設計者、施工者、施主で共有しようという流れは大きくなりつつある。そういう方
向はサッシュを検討していく中でもあったが、様々な着せ替えを様々なパターンで検討することが簡単
にできる時代になってきている。汎用性が高くなってきている。でもそれだけではなく検証、温熱系や
風・光など様々なシミュレーションに対し技研の中でプロフェッショナルがおり、いろんな検証が1元

化されてない。これは設計者がやる、これは技研がやるなど、検証が多岐にわたってる。その度に図面や模型・CADを渡し、平行的に作業するようになっている。そういったことが共通言語になっていて、それが1元化された検証ツールになっていればいいという話はしている。モデルをつくってみてサッシの形状をかえると、外観の着せ替えはすぐわかるがPALや温熱はまだそういったツールができていない。統合されると意思決定が早くなると考える。

3 技術主体の分類

3-1 組織別の分類

ヒアリングの結果、各事例に関して外皮において通常とは異なる関係の仕方をしている技術主体は以下の

ようになった。それを分類したものが図3-1である。

表3-1 事例A～Hにおいて情報提供をおこなった技術主体の組織別の分類

| 54

組織内別部署(組織設計)	設備設計者
	構造設計者
	環境専門部署
	カーテンウォール専門部署
組織内別部署(ゼネコン)	設備設計者
	構造設計者
	技術研究所
	施工部署
設計事務所	アトリエ事務所
	組織設計事務所
	大手組織設計事務所
構造設計事務所	構造設計事務所
ファサードエンジニアリング コンサルタント	ファサードエンジニアリングコンサルタントA
	ファサードエンジニアリングコンサルタントB
	ファサードエンジニアリングコンサルタントC
	ファサードエンジニアリングコンサルタントD
メーカー	CWメーカー
	ガラスメーカー
	PVメーカー
	設備メーカー
	アルミメーカー
	陶器メーカー
	バスケットメーカー
	塗料メーカー
	タイルメーカー
	ステンレスワイヤーメーカー
	防水メーカー
	園芸メーカー
大学研究室	大学研究室A
	大学研究室B
	大学研究室C
大手ゼネコン	設計部
	技術研究所
	施工部署
中堅ゼネコン	施工部署

3-2 情報提供のタイプによる事例の分析

技術主体に対して、意匠設計者に対しての情報の提供の仕方を分析した。

3-2-1 事例 A における技術主体の役割分担

| 55

1) 組織設計事務所 A の役割

■緑化を用いた環境装置

組織設計事務所 A は、コンセプトを決めるためのディスカッション段階から参加し、緑化外壁に関するノウハウをランドスケープ設計の経験からもっており、敷地状況から緑化を用いたファサードにすることが施主要望と、都市景観に対して、さらには環境装置として病院に対しての効能も期待できるのでコンセプトに採用可能であると、情報提供をしていた。

■環境効果に関する施主に対する理解

壁面緑化を施主に対して提案したときに、虫の発生が懸念されるとして、緑化を拒否していた。しかしながら、緑化は環境装置として内部空調負荷を低減する役割があるばかりではなく、視覚的に患者の心理を和らげる働きもあるというように、施主にとって好ましい環境性能を緑化のなかに見出したうえで、最終的に施主を納得させた。元々緑化の効能に関する知見があったが、今回はさらにそれに対して文献調査も加えて、より説得力のある説明を行った。

■スタディに対しての専門的な知見を活かした設計協力

設計を進めながら、樹種そのものの特性、葉っぱのかたちやそれらが日射遮蔽にどういった形で寄与するのか、また建築部位との相性など緑化をエンジニアリングするうえで意匠設計者が実現したい外壁のあり方に対して有効な知見を紹介し、緑化に対して具体的な環境性能や構法的な情報を提供していた。

■実施設計時の詳細な効果シミュレーション

具体的な仕様が決まりつつあったときに詳細なシミュレーションを行い、緑化の具体的な環境性能に対して建築外皮に対しての環境配慮装置として定量的に測定することで、イメージだけではない技術としての緑化外壁を実現するという目標も達成することに貢献している。

2) 設計事務所 B の役割

■外皮のコンセプトを実現するための躯体の調整

外皮コンセプトが決まった時、建物本体の方は設計が進んでおり、外皮の仕様に合わせた建物自体の設計変更が必要とされた。具体的には、緑化を利用したルーバーを躯体に取り付けるディティールを検討した際に、バルコニー型とすることが決定していたので、バルコニーのない状態から、鉄骨を出すように設計変更し、外皮仕様に建物を調整するということを実行した。これらは組織設計事務所の意匠設計者と構造設計者が行っていた。

■建物設備と緑化外皮に使用する散水配管との接合

緑化外壁には散水システムが備わっており、周期的に灌水を施して自動的にメンテナンスが可能になっていた。そのため緑化ルーバーに対して散水配管が設置されているが、その給水に関して建物の給水システムと調整するという役割を組織設計事務所の設備設計者が担った。

3) ファサードコンサルタント A の役割

■検討案に対しての、見積り・コストコントロール

基本設計段階から、緑化技術とそれを実現する構法に関して、スチールの形状や接合部などの検討に関し見積りを出し、コストに関するコントロールを行っていた。また、詳細設計図などの作図協力もおこない、実際に設計段階での補助的な作業も行っていた。

■実施設計段階での詳細なシミュレーション

具体的な仕様が決まりつつあったときに詳細なシミュレーションを行い、緑化の具体的な環境性能に対して建築外皮に対しての環境配慮装置として定量的に測定することで、イメージだけではない技術としての緑化外壁を実現するという目標も達成することに貢献している。

4) 中堅ゼネコンの役割

■現場において緑化ルーバーのモックアップを作成し、実際に構法上成り立ちそうかなどに関する最終的なチェックを行っていた。

5) 大学研究室の役割

■大学内の敷地を利用し、採用する樹種の候補のうちのいくつかに関して実際に生育し、葉の大きさから日射遮蔽性能を実測したり、気化冷却効果に関しての温熱実測や、散水した時の飛散を防止するための措置の検討などを行っていた。

以上の技術主体の役割に関してまとめると、以下の表にまとめられた。

表 3-2-1 技術主体の役割分担

技術主体名	ヒアリングから抽出した役割
組織設計事務所A	コンセプトを決めるためのディスカッション
	環境効果に対する施主理解
	スタディに対する専門的な知見を生かした設計協力
	実施設計案の詳細な効果シミュレーション
組織設計事務所B意匠設計者	外皮のコンセプトを実現するための躯体の調整
組織設計事務所B設備設計者	建物の設備との調整
組織設計事務所B構造設計者	外皮のコンセプトを実現するための躯体の調整
国内ファサードエンジニアリングコンサルタントC	スタディ案に対しての見積り・コストのチェック
	実施設計案の詳細な効果シミュレーション
中堅ゼネコン	現場での実物検証

| 57

3-2-2 事例 B における技術主体の役割分担

1) アトリエ事務所の役割

■プログラムも含めて外部と強く関わる建築空間を実現するために具体的な仕様として大きく扉を提案
アトリエ事務所の所長は以前大手アトリエ事務所に勤務しており、その時に関わったプロジェクトにおいて公共建築の公共性を空間としてどのように実現することができるのかという課題に取り組んでいた。そのときの担当では巨大なガラスドアを考案し、公共建築を外へ開くというコンセプトを達成している。その時やそれ以外での仕事での経験の蓄積によって、ガラスカーテンウォールに対する内外を繋ぐための構法、コンセプトに関してのノウハウを持っていた。今回の事例でも、公園施設としてどういった外皮が必要とされるのかという施主要望と基本構想からの問いかけに対して、大きく開閉して内外を繋ぐ可動性のある開口部を作ったかどうかと情報提供とともに提案した。

■内部の温熱環境と外部に開く仕様となることから求められる自然換気性能に関して、先ほど述べたような天井高の高い空間での内外を繋ぐ手法に関する経験により、上部ではガラスルーバーによる換気を確保し、温熱環境性能に配慮するという提案を行っている。

■結露の水滴が水密性を高めるという方向性を提案し、実際にディティールまでを設計

温室をモデルとして、ガラスの重ねによって生じたわずかな隙間に毛細管現象によってたまる結露水によって気密性能が上がるというディティールの知識にもとづいて提案し、実際に設計までを行った。

2) 構造設計事務所の役割

■屋根形状と構造性能確保に関するスタディ

屋根の仕様に対して構造性能を確保しながら形態についても検討をし、構造的な観点から設計者全体に対してフィードバックをしながらコンセプトを実現するための屋根外皮の形状としてどれが最も適切なのかを検討するための情報提供を行っていた。

3) 国内ファサードエンジニアリングコンサルタントの役割

■方向性を確認するためのシミュレーション

具体的な仕様計画に入る前に行った大体の設計の方向性に対してのシミュレーションによるチェック
ボリュームの計画が終了し、仕様の方向性まで決まった時点で、温熱と天井高に影響される照度に関してシミュレーションを行い、ボリュームと基本的な仕様に関しての方向性を確認するための情報提供をおこなった。

■屋根形状による温度成層を換気で取り除けるかを検証し換気穴の大きさを決定

設計段階において大体の屋根形状が決まった後で、天井高の関係から温度成層の影響で重力換気が可能になることから、換気孔の位置を気流をシミュレートすることで決定する際に、実際のシミュレーションを行い、結果とともに情報提供を行った。

■外皮ディティールに関してのコストと実現性のチェック

設計が進みつつある状態の中で、コスト的な面で大きく逸脱していないか、見積りを行うことで意匠設計者に対してコストの検証をおこなった。またコスト以外の実現性に関しても相談という形で情報提供を行っていた。

4) 大手ゼネコンの役割

■現場でモックアップを作成し外皮としての水密性能を検証外皮の機構の検証

現場段階においてモックアップを作成し、それに対して設計者なども交えて水を噴射し、水密性能が確保されているのかを直接検証した。また可動性に関する機構が正しく機能するのかに関するチェックなども行った。

5) 防水メーカーの役割

■複雑な屋根形状に対する防水計画・屋根仕様計画のコスト・実現性の検証

複雑な曲面を持ちつつ、表面は緑化された屋根に対して、緑化部分と構造部分の境界である防水層に関す

る実現性・コストに関するコンサルティングを行っていた。

6) ステンレスワイヤーメーカーの役割

■ ガラスルーバー上部にかかるワイヤーに絡ませた緑化された層に関して、コストとどのような材質のワイヤーを用いるべきなのかなどに対しての情報提供を行った。

| 59

表 3-2-2 技術主体の役割分担

技術主体	役割
アトリエ事務所	プログラムも含めて外部と強く関わる建築を実現するために具体的な仕様として大きく開く扉を提案
	温熱環境と換気性能を組み合わせた外皮とすることを決定
	結露の水滴が気密を高めるという方向性を決め、ディティールの大体的内容が決定
個人構造設計事務所	屋根の仕様と形状のスタディ
国内ファサードエンジニアリングコンサルタント	具体的な外皮仕様をスタディするまえに大体的方向性を決めるために温熱と光環境のシミュレーション
	屋根形状による温度成層を換気で取り除けるかを検証 換気穴の大きさの決定
	外皮ディティールに関して実現性とコスト見積の検証
大手ゼネコン	現場でモックアップに対し直接水を噴射したり、外皮としての水密性能を検証外皮の機構の検証
防水メーカー	複雑な屋根形状に対する防水計画・屋根仕様計画のコスト・実現性の検証
ステンレスワイヤーメーカー	ファサードの一部の仕様に関する見積り・技術可能性に関する検討

3-2-3 事例 C における技術主体の役割

1) 組織内部設備設計者の役割

■ 環境配慮装置と建築設備との設備的な接合の検討

環境配慮装置として、水を通す配管が考案されていたが、その給水系統の検討、そして建築側の設備との関係性に関して設備設計の知見から検討に参加した。

2) 組織内部構造設計者の役割

■ 外皮に取り付ける環境配慮装置の取り付け方法の検討

気化冷却装置としての配管をどのように支えるのか、またそれは躯体に対してどのように接合されるべきなのかに関して検討した。

■支持方法の決定

現場段階まで延長していた気化冷却装置の支持方法の詳細に関して、現場において実物大実験を行い、性能を確認したうえで、構造設計としての立場からの情報提供を行い、結果支持方法が決定した。

3) 組織内部環境関係部署の役割

| 60

■コンセプトの決定に対してのシミュレーションによる協力

コンセプトを決める段階において、着目されていないヒートアイランド現象の抑制効果としての環境効果をあらたな外皮の環境性能として目指したものにするという段階において、具体的な性能として気化冷却装置として周囲環境ひいてはヒートアイランド現象の抑制に対し貢献することが可能性としてあるのかなどについて検討した。

■具体定期的な目標性能の決定

気化冷却装置によってどのくらい気化冷却効果が期待できるのかについて、具体的なシミュレーションを行うことで、配管に対してどのくらいの水蒸気が発生すればいいかなどを温熱・気流シミュレーションによって定量的に視覚化して、意匠設計者ならびにメーカーとのコンセンサスに役立てた。

■温熱環境に関するシミュレーション

具体的な設計プロセスにおいて、メーカーと意匠設計者との間でやり取りされた具体的な仕様に関してその性能をシミュレーションし、当初の目標性能を達成できているのかを検証し、不足な点があればそれを情報としてフィードバックしていた。

4) タイルメーカーの役割

■外皮に取り付ける環境配慮装置の形状の技術開発も含めた設計

目標性能の実現のために、気化冷却機能を果たす配管がどのような仕様・形状であるといいのかについて検討し、外装メーカーとしてのノウハウを活かして意匠設計者に対して性能要求を実現しようとするプロセスの中で情報の提供をおこなった。

5) 陶器メーカーの役割

■コンセプトの決定に関する情報提供

コンセプト段階において、気化冷却効果を備えた外皮環境装置に関する提案を求められた結果、陶器製のルーバーによる水の浸み出しが気化冷却効果として可能性があるという情報提供を行った。

■外皮に取り付ける環境配慮装置に関する材質の技術開発も含めた設計

気化冷却装置としての配管に必要な材質に関する検討を行った。水と配管の関係性は、水が配管からしみだすようなものが結果として気流によって広範囲に気化冷却効果をもたらすという考えから、浸み出しを可能にするルーバーの材質に関して検討するための情報提供を行った。

■環境配慮装置に材質表面に塗る塗料の決定

設計段階での部分的な実物検証実験で起きた問題として、水の細かい成分と外部環境からの成分により、陶器製のルーバーが目詰まりを起こすという現象が起きた。陶器製ルーバーに求められる新しい性能に関して解決策を検討し、結果として表面に光触媒を塗料として塗ることでそういった問題を解決することができた。

| 61

6) 大学研究室の役割

■効果を実証し検討していた技術の採用に対する妥当性を確認

シミュレーションだけでは実感がわからず、施主の理解がなかなか得られなかったため、実物大検証実験を行い、実際に温熱・気流に関して実験しその結果の分析を行うことにより、外皮の環境装置がもつ気化冷却効果が実際に周辺の敷地に対してヒートアイランド現象を達成するということを立証した。施主もその結果によって納得し、外皮に採用することが決まった。

7) 大手ゼネコンの役割

■支持方法の決定

現場施工段階で配管の支持方法が決まっていなかったため、現場モックアップを作成し、実際にディティールや意匠・構造に対するチェックを行う環境をつくることに対して協力した。

以上の技術主体の役割に関して、次の表のようにまとめられた。

表 3-2-3 技術主体の役割分担

技術主体名	ヒアリングから抽出した役割
設備設計者	環境配慮装置と建築設備との設備的な接合の検討
構造設計者	外皮に取り付ける環境配慮装置の取り付け方法の検討
	支持方法の決定
環境関係部署	コンセプトの決定
	具体定期的な目標性能の決定
	温熱環境に関するシミュレーション
タイルメーカー	外皮に取り付ける環境配慮装置の形状の技術開発も含めた設計
陶器メーカー	コンセプトの決定
	外皮に取り付ける環境配慮装置に関する材質の技術開発も含めた設計
	環境配慮装置に材質表面に塗る塗料の決定
大学研究室	効果を実証し検討していた技術の採用
大手ゼネコン	支持方法の決定

3-2-4 事例 D における技術主体の役割

1) 組織内部設備設計の役割

■外皮に取り付ける気化冷却効果を目的とした配管装置の設計

アトリウム外皮に関して、温熱環境性能を向上させ、輻射環境を整えるために検討されている散水装置と建築本体の設備給水配管との接続・調整に関しての検討と、実際にどれほどの輻射環境を改善することができるのかに関しての性能要求を実現できるように散水量と配管径の設計をおこなった。また日射遮蔽を行うためにルーバーを取り付け、散水配管と接合を検討した。

■内部環境に関する気流・温熱シミュレーション

アトリウムの検討過程で様々な外皮・外皮取り付け型環境装置・構造体に関する提案・情報提供が行われる過程で、それらを温熱と気流環境という視点で実現に近づいているかを確認しながらシミュレーションによってコンセンサスを作っていくことに対して、情報提供・シミュレーションの実行を行った。

■屋根に関する吸排気設備パネルの設計

アトリウムにおける温熱環境では温度差が上下で大きく異なる「熱だまり」が発生する。その条件下でど

のように熱だまりを解消するのかという要求のなかでの検討として吸排気パネルを屋根に設置するという検討案が生まれた。温熱・気流シミュレーションによってアトリウム空間の中の熱対流を予測し、それを受けて吸排気装置を設計して熱だまりの解消を行った。

■内部環境に関するより詳細な気流・温熱シミュレーション

実施設計段階において、基本設計時より詳細な温熱・気流シミュレーションをおこない、外皮と外皮環境装置が期待通りの性能を持っているのかを確認するために行った。

■外皮に取り付ける環境制御装置の実物性能検証

外皮取り付け型の散水配管に関して、設計通りにうまく機能するのかを現場において実験している。散水配管の性能に関して検討してきた上で、現場で設計した仕様が性能を発揮しているのかを検証した。

2) 組織内部カーテンウォール委員会の役割

■通常とは形状が大きく異なり屋根型となる CW に関しての設計協力

ガラスカーテンウォールに関しては、通常とは異なる傾斜屋根型の仕様であり、またそれを支える柱とカーテンウォール架構を構造的に一体化させるというコンセプトが当初から存在していた。そのため新しい形態に関してノウハウのあるカーテンウォールメーカーに問い合わせ、設計協力を依頼したが、意匠設計者はカーテンウォールに関して深い知識がなく、しかしカーテンウォール自体は通常の設計でも頻繁に設計しなくてはならない専門的な外壁仕様であるため、社内にプロジェクトベースでカーテンウォール委員会が組織される。その役割は、詳細な知識に関して意匠設計者とカーテンウォールメーカーの打ち合わせや現場施工段階の施工業者とのやりとりをサポートすることである。

■外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証

現場段階でのカーテンウォールメーカーとの打ち合わせにおいて、具体的に決定してきた日射遮蔽ルーバーとカーテンウォールとの接合の検討に際し、カーテンウォール委員会としての情報提供を行った。

3) 組織内部構造設計者の役割

■通常とは形状が大きく異なり屋根型となる CW に関しての設計協力

基本的には与えられた仕様に対して構造性能を付与することが中心的な情報提供であるが、この事例においては通常とは異なる形態・仕様となる外皮と外皮架構と構造に関して、カーテンウォールメーカーと共同で打ち合わせを行った。

4) ゼネコン施工部の役割

■外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証

外皮に取り付ける散水配管とルーバーに関して、現場でモックアップ実験を行うためにその環境を実測するための情報提供を行った。

5) カーテンウォールメーカーの役割

■通常とは形状が大きく異なり屋根型となる CW に関しての設計協力

外皮と構造の一体化を実現したいというコンセプトに基づいて、意匠設計者の提案したディティールを検討し、構造的な性能や付加的に外皮技術を施すことができるのかなどの外皮の構造を中心とした性能の検討を行った。

| 64

■屋根に関する吸排気設備パネルの設計

アトリウム空間の温熱環境制御のために設計された吸排気設備パネルを、カーテンウォールの方から検討し、おもに構造・ディティールといった側面からの情報提供・フィードバックを行った。

6) ファサードエンジニアリングコンサルタントの役割

■外皮に取り付ける環境制御装置の設計

外皮に取り付けるルーバーに関して、日射遮蔽性能に関する情報提供から、実際の納まりに関する検討までを検討・情報提供をしていた。

■内部環境に関する気流・温熱シミュレーション

アトリウムの検討過程で様々な外皮・外皮取り付け型環境装置・構造体に関する提案・情報提供が行われる過程で、それらを温熱と気流環境という視点で実現に近づいているかを確認しながらシミュレーションによってコンセンサスを作っていくことに対して、情報提供・シミュレーションの実行を行った。

■屋根に関する吸排気設備パネルの設計

アトリウムにおける温熱環境では温度差が上下で大きく異なる「熱だまり」が発生する。その条件下でどのように熱だまりを解消するのかという要求のなかでの検討として吸排気パネルを屋根に設置するという検討案が生まれた。温熱・気流シミュレーションによってアトリウム空間の中の熱対流を予測し、それを受けて吸排気装置を設計して熱だまりの解消を行った。

以上の技術主体の役割分担に関して、以下のように表にまとめられた。

表 3-2-4 技術主体の役割分担

技術主体名	ヒアリングから抽出した役割
設備設計	外皮に取り付ける環境制御装置の設計
	内部環境に関する気流シミュレーション
	内部環境に関する温熱シミュレーション
	屋根に関する吸排気設備パネルの設計
	内部環境に関するより詳細な気流・温熱シミュレーション
	外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証
カーテンウォール委員会	通常とは形状が大きく異なり屋根型となるCWIに関しての設計協力
	外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証
構造設計	通常とは形状が大きく異なり屋根型となるCWIに関しての設計協力
施工	外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証
ゼネコン技術研究所	内部環境に関するより詳細な気流・温熱シミュレーション
CWメーカー	通常とは形状が大きく異なり屋根型となるCWIに関しての設計協力
	屋根に関する吸排気設備パネルの設計
ファサードエンジニアリングコンサルタントA	初期での条件下のアイデア検討
	外皮に取り付ける環境制御装置の設計
	内部環境に関する気流シミュレーション
	内部環境に関する温熱シミュレーション
	屋根に関する吸排気設備パネルの設計（開発ほどではない）

3-2-5 事例 E における技術主体の役割

1) 組織内部設備設計の役割

■環境目標に関するディスカッション

地下空間に対するトップライトとして、光のたまりを作り出すというコンセプトを、意匠設計者とファサードコンサルタントと一緒に考えた。

2) 組織内部構造設計の役割

■外皮と構造体の納まりのディティールの設計

トップライトの仕様が大体決定した段階で、どのように支持するのかを、ファサードコンサルタントと意匠設計者と打ち合わせながら決めていった。トップライトの光環境性能を損なわないように、また意匠的な側面からの統一感があるように仕様に関する要望が出され、それに対して構造的な性能を確保すること

に関して構造設計という立場から情報提供を行った。

3) ファサードエンジニアリングコンサルタントの役割

■環境目標に関するディスカッション

地下空間の光環境のコンセプトとして、光を集め、光をためる外皮として屋根トップライトを設計していくことを打ち合わせのなかで生み出す過程の情報提供を行った。具体的にはどのような光が望ましいのかを徹底してシミュレーションを行い、それを意匠設計者、設備設計者に対してフィードバックすることで、イメージを共有し、光環境に対してコンセンサスを取りつつ新しい光の性能を外皮によって実現するというコンセプトを作り上げた。

| 66

■初期での実現可能性の検討

技術的な目標としてコンセプトの実現が可能であるのかに関して検討した。光の質・外皮の性能に関して多くの案の検討を行い、その中で技術アイデアを検討し、実現可能であるという答えをだし、設計プロセスを動かしていった。

■スタディ段階での光環境性能のシミュレーション

様々な仕様の検討が行われる中で、その仕様に対してどれだけコンセプトとする光環境が実現できているのかをシミュレーションしては、仕様の性能不足の原因の分析などを繰り返し、仕様の検討にフィードバックしていき、性能を十分に満たす最適な仕様を模索していった。

■性能の模型による検証

基本設計から実施設計にかけて仕様がある程度具体化した段階で、1/10の模型によって光環境が本当にうまく実現できているのかを実験した。現場近くの実際に敷地に建つものと同じ環境条件で、夏と冬の2回実験を行った。そのなかで、光が偏光することで虹ができてしまう問題がでてきたが、またそれをシミュレーションを用いて仕様にフィードバックし原因を突き止め、仕様を変更することで問題を解決した。

■屋根カーテンウォールの形態に関する検討

コンセプトとしての光環境に対して検討仕様が徐々に目標に近づいていっているのと並行で、屋根外皮そのものも、太陽光を取り入れながら直達光はさえぎるためにはどういった入射角を求めるのかなどを検討すると同時に、その架構に関してもサッシでさえぎる様な場所とアクリルによって偏光して地下空間に落ちるものを同時に検討するなど、形態に関する架構、日射遮蔽、偏光などを総合的に検討するプロセスにおいてシミュレーションを駆使しつつ情報提供を行った。

■屋根カーテンウォールのサッシに関する検討

屋根の架構に関して、形態と同時に偏光をどのように設計するのかを考え、完全に日射をさえぎるアルミサッシと光の偏光をもたらすアクリルの相互の位置関係に関して検討を行った。

■外皮と構造体の納まりのディティールの設計

トップライトの仕様が大体決定した段階で、どのように支持するのかを、ファサードコンサルタント・構造設計者・意匠設計者が打ち合わせながら決めていった。トップライトの光環境性能を損なわないように、また意匠的な側面からの統一感があるように仕様に関する要望が出され、それに対して構造的な性能を確保することに関してファサードエンジニアリングコンサルタントという立場から情報提供を行った。

| 67

4) 大手ゼネコンの役割

■光環境の技術に関する代替案の提案

施工業者の発注自体が技術提案付きの発注であったので、ゼネコンのほうから光環境の改善案に対して技術提案をおこなった。開発したデバイスを使うものであり、意匠設計者とファサードエンジニアリングコンサルタントがシミュレーションを用いて比較検討した結果、コンセプトに合わないものとして採用はされなかった。

5) サッシメーカーの役割

■外皮に関する最終的な予算調整

実施～現場段階で、外皮に関する予算の見積りをコンサルとしておこない、実現可能かのチェックを予算面から行った。

6) ガラスメーカー

■実施～現場段階で、外皮に関する予算の見積りをコンサルとしておこない、実現可能かのチェックを予算面から行った。

以上の技術主体の役割分担に関して、以下のように表にまとめられた。

表 3-2-5 技術主体の役割分担

技術主体名	ヒアリングから抽出した役割
設備設計	環境目標に関するディスカッション
構造設計	外皮と構造体の納まりのディティールの設計
海外ファサードエンジニアリング メーカーA	環境目標に関するディスカッション
	初期での実現可能性の検討
	スタディ段階での光環境性能のシミュレーション
	性能の模型による検証
	屋根CWの形態に関する検討
	屋根CWのサッシに関する検討
	外皮と構造体の納まりのディティールの設計
大手ゼネコン	光環境の技術に関する代替案の提案
サッシメーカー	外皮に関する最終的な予算調整
ガラスメーカー	外皮に関する最終的な予算調整

3-2-6 事例 F における技術主体の役割

1) 組織内部設備設計者の役割

■ドライミスト設計

夏の輻射環境に対して外皮として考えられないかといった検討の中で、夏季限定の仮設建築物であったので、気化冷却効果を目的とした外皮に取り付け型のドライミストを検討した。また設計段階において一定期間のみの建築物として簡易な構造となるように設備設計者としての情報提供を行った。

■ドライミストの効果に関するシミュレーション

ドライミストの効果に関してのシミュレーションを行い、周囲の外気温度の低下にどれほど貢献しているのかに関して検証した。

■室内温熱・気流シミュレーション

緑化ルーバーとドライミストの効果が実際にどれほど室内空間の快適性に貢献しているかを実測によって

検証すると同時に、雪を活かした冷房と空調機器との気流関係に関しても検証した。

■リユース可能な空調ダクト

資源循環性を目指した建築物として、従来の空調ダクトではイニシャルとしての CO2 も高く、また重量に比べて体積が大きく、輸送に関しても環境配慮ができていないとは言えない。そこで期間限定でそれほど耐久性が求められないという条件下だったので、段ボール製の空調ダクトが提案され、それを活かした設備設計を行った。

| 69

2) 組織内構造設計者の役割

■リユースする集成材を利用したルーバーの設計

住宅に用いられる集成材で住宅建設現場に行く前の状態のものを一時的に借りたものを使い、建材に応じた構造計画を行って緑化ポッドとともに外皮に取り付けられ日射遮蔽機能を持たせた。

3) 大手ゼネコン設計部の役割

■特殊な冷房装置の設計

地元の大学研究室の協力を得て、雪を使った冷房装置の設計を行った。雪の冷房に関する情報提供を受けながら、雪を貯蔵する倉庫や雪の冷気をどのようにして室内空間まで届けるのかなどの検討を行った。

■緑化に関する技術協力

緑化に関してのノウハウを持っており、地元の植生を活かした緑化ポッドの提案をおこない生育を実際にしたうえで、建物の外皮に対してのコンセプトとして有効な情報提供を行った。

■ドライミストの効果に関するシミュレーション

ドライミストの効果に関してのシミュレーションを行い周囲の外気温度の低下にどれほど貢献しているのかに関して検証した。

■リユースできるような建材の使い方

単管や土木現場から借りてきた縁甲板を使うことでリユース可能な建材に特化した資源循環性・3R 率が非常に高い建築を実現した。

■リユース可能な空調ダクトの提案

資源循環性を目指した建築物として、従来の空調ダクトではイニシャルとしての CO2 も高く、また重量に比べて体積が大きく、輸送に関しても環境配慮ができていないとは言えない。そこで期間限定でそれほど耐久性が求められないという条件下だったので、段ボール製の空調ダクトが提案され、それを活かした設備設計を行った。

■リユースする集成材を利用したルーバーの設計

住宅に用いられる集成材で住宅建設現場に行く前の状態のものを一時的に借りたものを使い、建材に応じた構造計画を行って緑化ポッドとともに外皮に取り付けられ日射遮蔽機能を持たせた。

4) 大手ゼネコン技研の役割

■環境性能・CO2に関する実測

環境性能として、資源循環性そしてその結果としてCO2削減がなされているのかに関しての検証・計算をおこなった。

■特殊な冷房装置の設計

地元の大学研究室の協力を得て、雪を使った冷房装置の設計を行った。雪の冷房に関する情報提供を受けながら、雪を貯蔵する倉庫や雪の冷気をどのようにして室内空間まで届けるのかなどの検討を行った。

■ドライミストの効果に関するシミュレーション

ドライミストの効果に関してのシミュレーションを行い、周囲の外気温度の低下にどれほど貢献しているのかに関して検証した。

■室内温熱・気流シミュレーション

緑化ルーバーとドライミストの効果が実際にどれほど室内空間の快適性に貢献しているかを実測によって検証すると同時に、雪を活かした冷房と空調機器との気流関係に関しても検証した。

5) 大手ゼネコン施工部の役割

■建材流通経路の確保

資源循環性3R率をあげるために、リユース材を利用する必要があったため、建築資材の流通経路を確認して本来別の現場に行くところであった建材を一時的に目的の仮設建築物に使用させてもらった。その一時的利用を行うための建材の流通経路に関して、地元の建材・リユース材の流通に関して精通している大手ゼネコン施工部が情報提供を行った。

■廃棄物の再生工場リサイクルに関する情報

建材を再生リサイクルするには、他の建材との混合率を極力下げる必要があるが、その混合率の具体的な数値や、どのような状態で再生工場に輸送するのが条件として好ましいのか、地元としての情報提供と現場において廃棄物を処理・運搬しているゼネコンとしての情報提供を行った。

■現場の施行同時進行での性能確認

設計期間が非常に短かったため、建材を細かく選定する時間がなかった。そのため、リユース材として解体後の建材・資材としての利用が確定しているものに関しては、設計に取り入れ、実際に性能として条件

に合っているかに関しては、直接現場で組み立てたりして設計者たちが確認した。その施工現場における製作、性能の確認に関する施工業者としての情報提供をおこなった。

■リユースする集成材を利用したルーバーの設計

住宅に用いられる集成材で住宅建設現場に行く前の状態のものを一時的に借りたものを使い、建材に応じた構造計画を行って緑化ポッドとともに外皮に取り付けられ日射遮蔽機能を持たせた。

| 71

6) 地元工務店の役割

■建材流通経路の確保

資源循環性 3R 率をあげるために、リユース材を利用する必要があったため、建築資材の流通経路を確認して本来別の現場に行くところであった建材を一時的に目的の仮設建築物に使用させてもらった。その一時的利用を行うための建材の流通経路に関して、地元の建材・リユース材の流通に関して精通している大手ゼネコン施工部が情報提供を行った。

■リユースできるような建材の使い方

単管や土木現場から借りてきた縁甲板をつかうことでリユース可能な建材に特化した資源循環性 3R 率が非常に高い建築を実現した。

■リユースする集成材を利用したルーバーの設計

住宅に用いられる集成材で住宅建設現場に行く前の状態のものを一時的に借りたものを使い、建材に応じた構造計画を行って緑化ポッドとともに外皮に取り付けられ日射遮蔽機能を持たせた。

■廃棄物の再生工場リサイクルに関する情報

建材を再生リサイクルするには、他の建材との混合率を極力下げる必要があるが、その混合率の具体的な数値や、どのような状態で再生工場に輸送するのが条件として好ましいのか、地元としての情報提供と現場において廃棄物を処理・運搬しているゼネコンとしての情報提供を行った。

7) 大学研究室の役割

■特殊な冷房装置の設計

雪を使った冷房装置の設計を行う過程において、数値計算などの具体的な根拠などを提示し、定量的な情報提供を行った。大学での実験の結果を利用し、システムとしてどのように冷房のシステムをつくるのか、雪を貯蔵する倉庫や雪の冷気をどのようにして室内空間まで届けるのかなどの検討に際し有力な情報提供を行った。

8) 地元メーカーの役割

■緑化に関する技術協力

緑化に関してのノウハウを持っており、地元の植生を活かした緑化ポッドの提案をおこない、生育を実際にしたうえで、建物の外皮に対してのコンセプトとして有効な情報提供を行った。

| 72

以上の技術主体の役割分担に関して、以下のように表にまとめられた。

表 3-2-6 技術主体の役割分担

	技術主体名	ヒアリングから抽出した役割
組織内 別部署	設備設計	特殊な冷房装置の設計
		ドライミスト設計
		ドライミストの効果に関するシミュレーション
		室内温熱シミュレーション
		室内気流シミュレーション
		リユース可能な空調ダクト
		リユースする集成材を利用したルーバーの設計
	構造設計	リユースする集成材を利用したルーバーの設計
地元の 主体	地元工務店	建材流通経路の確保
		リユースできるような建材の使い方
		リユースする集成材を利用したルーバーの設計
		廃棄物の再生工場リサイクルに関する情報
	大学研究室	特殊な冷房装置の設計
	地元メーカー	緑化に関する技術協力
大手ゼネコン	設計部	特殊な冷房装置の設計
		緑化に関する技術協力
		リユースする集成材を利用したルーバーの設計
		ドライミストの効果に関するシミュレーション
		リユースできるような建材の使い方
		リユース可能な空調ダクト
	技研	環境性能・CO2に関する実測
		特殊な冷房装置の設計
		ドライミストの効果に関するシミュレーション
		室内温熱シミュレーション
		室内気流シミュレーション
	施工部	建材流通経路の確保
		廃棄物の再生工場リサイクルに関する情報
		現場での施工同時進行での性能確認
		リユースする集成材を利用したルーバーの設計

3-2-7 事例 G における技術主体の役割

1) 組織内設備設計者の役割

■天井パネルに関して輻射パネルとスプリンクラーを兼用することに関する検討

天井に対して輻射設備パネルを取り付ける段階で温水の配管をスプリンクラーとして兼用できないかという提案がでてきたことに対して、給水系統を建物側として設計している設備設計の立場から兼用と防災設備としてどれだけのことが可能かに関して検討した。

■日本の湿度にあった輻射パネルの開発

天井に輻射パネルを設置するという要求があったのに対して、設備メーカーと共同しながら天井に取り付ける設備として可能かどうか、またどういった性能が設備パネルとして求められており、どういった納まりで実現できそうかということを検討した。

■温熱シミュレーション

外皮に関して、彫りの深い PC カーテンウォールによる日射遮蔽効果や PV を一体化した外壁の総合的な温熱性能を何度も繰り返してシミュレーションしている。また輻射パネルを用いたことにより気流環境が大きく通常とことなることも兼ねて、温熱シミュレーションによって仕様として総合的に性能が達成されているのかを検証しつつ設計に活かしている。

| 73

■輻射パネルの実物大の空間において実際の使用体験をすることでの気流・温熱の検証

実際に輻射パネルの効果を検証するために、実物空間を作り、人をそこで働かせることにより、体感として輻射パネルが機能しているのか、性能を実現しているのかを検証した。

2) 組織内構造設計者

■材質複合型の PC カーテンウォールの開発における構造性能の確保

材質としてほとんど複合材料としては利用されないアルミとコンクリートに対して、外装と構造体とを兼ねた外壁とするコンセプトに対して、それが実際に構造性能として可能かどうかを構造設計者の立場から検討し、情報提供した。

■日射遮蔽のための壁厚の設計

日射制御が可能なレベルまでに彫りの深い外皮に対して、構造的な観点からの情報提供・試算などを行った。

3) 組織内技術研究所の役割

■外皮の荷重条件下での実験

構造とアルミパネルという外装材を一体化した外皮に関して、実際に構造的な性能が担保されているのかに関して、実物大実験において荷重を検討し、設計通りにアルミとコンクリートの複合がうまくいって性能を発揮していることを確認した。

■複合を目的とする2つの建材間のギャップの解消

アルミパネルを型枠としてコンクリートを打ち込むことは本来熱伸びの性能が異なるため、設計上は避けてはならないことであった。今事例のコンセプトではそういったタブーを技術力によって克服するという目的があったので、技術研究所として2つの熱伸びのギャップに関してそれを解消するなんらかの手だてが必要とされた。そこで技術研究所として2つの建材間の熱伸びを吸収する緩衝材を提案・開発した。

■温熱シミュレーション

外皮に関して、彫りの深い PC カーテンウォールによる日射遮蔽効果や PV を一体化した外壁の総合的な温熱性能を何度も繰り返してシミュレーションしている。また輻射パネルを用いたことにより気流環境が大きく通常とことなることも兼ねて、温熱シミュレーションによって仕様として総合的に性能が達成され

ているのかを検証しつつ設計に活かしている。

■ 輻射パネルの実物大の空間において実際の使用体験をすることでの気流・温熱の検証

実際に輻射パネルの効果を検証するために、実物空間を作り、人をそこで働かせることにより、体感として輻射パネルが機能しているのか、性能を実現しているのかを検証した。

| 74

4) 組織内施工部

■ 開口部一体型太陽光パネルの止水性・風圧性能の検討

太陽光パネル一体型外装を実現するために、実際の太陽光パネルの性能を考慮したうえでパネルと PC の納まりに関しての設計をするために納まりの性能である止水性・風圧性能をモックアップにより実験を行った。

■ 輻射パネルの実物大の空間において実際の使用体験をすることでの気流・温熱の検証

実際に輻射パネルの効果を検証するために、実物空間を作り、人をそこで働かせることにより、体感として輻射パネルが機能しているのか、性能を実現しているのかを検証した。

5) アルミメーカーの役割

■ 型枠の材料の設計に関する検討

設計初期の段階で、アルミ型枠での PC カーテンウォールの実現性・技術的な課題や方針などに関する情報提供をおこなった。

6) ガスケットメーカー

■ ガスケットに関する情報提供

ガスケット型の PC であったので、具体的なカーテンウォールと構造躯体との接合部に関しての検討するにあたっての情報提供を行った。

7) 料メーカー

■ 材質感を失わないような塗料の検討

アルミ外装に対しての塗料を検討するにあたり、アルミ本来の材質感を伴いながら、きちんとした表面での劣化防止などの性能を確保ができるかに関して情報提供を行った。

8) サッシメーカー

■ ガラスとの納まり

PC における開口部のガラスの納まりについて、特殊な条件下で設計される今回のカーテンウォールが通常通りの納まりで問題はないか、あったとすれば解決策はないかということなどに関する情報提供を行った。

9) 設備メーカー

■日本の湿度にあった輻射パネルの開発

実際に輻射パネルの効果を検証するために、実物空間を作り、人をそこで働かせることにより、体感として輻射パネルが機能しているのか、性能を実現しているのかを検証した。

| 75

10) 太陽光パネルメーカー

■太陽光パネルの外装における納まりに関する現場モックアップ

太陽光パネル一体型外装を実現するために、実際の太陽光パネルの性能を考慮したうえでパネルと PC の納まりに関しての設計をするために納まりの性能である止水性・風圧性能をモックアップにより実験を行った。そのディティール納まりに関して、太陽光パネルの知識を持っているメーカーとして性能を満たす仕様に関しての提案・情報提供を行った。

11) 国内ファサードエンジニアリング組織 G

■材料間の熱伸び差を解消する技術に対しての検証

アルミとコンクリートの間の熱伸びに関して技研が開発した緩衝材が実際にうまくいっているかを検証した。

以上の技術主体の役割分担に関して、以下のように表にまとめられた。

表 3－2－7 技術主体の役割分担

技術主体	ヒアリングから抽出した役割
設備設計者	スプリンクラー兼用の検討
	日本の湿度にあった輻射パネルの開発
	温熱シミュレーションサーモグラフィティ
	輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験での気流測定
構造設計者	材質複合型のPCの開発における構造性能の確保
	日射遮蔽のための壁厚の設計
技研	外装の荷重条件下での実験
	2つの建材間のギャップの解消
	温熱シミュレーションサーモグラフィティ
	輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験での気流測定
アルミメーカー	型枠の材料の設計に関する検討
ガスケットメーカー	ガスケットに関する情報提供
塗料メーカー	材質感を失わないような塗料の検討
サッシメーカー	ガラスとの納まり
(輻射パネル以外の)設備メーカー	日本の湿度にあった輻射パネルの開発
	スプリンクラー兼用の検討
PVメーカー	PVの納まりに関する現場モックアップ
国内ファサードエンジニアリング組織G	材質間の熱伸び差の検証
施工	開口部一体型PVの止水性・風圧性能の検討
	輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験
	PVの納まりに関する現場モックアップ

3－2－8 事例Hにおける技術主体の役割

1) 組織内技術研究所の役割

■温熱環境のシミュレーションを各検討案に関して行い比較

平行で比較していた4つの外皮仕様に関するシミュレーション比較に参加し、各検討案のシミュレーション結果に関して設備設計者側からの意見と情報の提供を行っている。

■風圧・気流に関する風洞実験

実現案のユニット化されたパネルに関して、実際の耐風圧性能と中空層の気流の流れ方に関する風洞実験を大学研究室との協力によって実験として行っており、その中で設備側から中空層の気流状態、それを原因として起こる自然換気に関してシミュレーション結果を分析したうえで、空調機器との兼ね合いなども検討している。

| 77

■竣工後の温熱環境シミュレーション実測

ユニット化ダブルスキンに関して、竣工後に技研とともに詳細なシミュレーションによる実測を行っている。温熱環境による性能は確保されているものの、自然換気に関しては空調機器からの気流とミックスして予測が不可能になるため、今後の課題に残している。

■温熱・風圧に関する実物での実験

実物大の外皮を製作して、温熱環境・風圧に関する実験をファサードコンサルタントと共同しておこなった。シミュレーションのみでは温熱に関して完全に予測することができず、中空層の振る舞いも温熱に影響を与えているためである。また風圧実験は風洞実験での風圧による中空層に発生する気流に関する実験ではなく、外装としてカーテンウォールとして求められる耐風圧性能に関する検証である。その実験において試験場の提供をしてくれたファサードコンサルタントに対して、実際のデータの分析を行った。

2) 組織内設備設計

■サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討

ユニット化が求められていたダブルスキンに関して、実際の施行性を求めてメーカーに技術協力を受けながらも、中空層の存在によって設備的な側面も持っているダブルスキンに対してはユニット化という構法開発を行うに当たって設備的な立場からの情報提供を行った。

■実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション

実現案に関してダブルスキンのディティールを細かく変更しながらさらに何パターンも検討案をユニット化ダブルスキンに関して作成し、それぞれに対して温熱シミュレーションと中空層の気流性状のシミュレーションをしながら、意匠的観点からも比較検討が行われたが、設備としての側面もあるために設備設計者の立場としての情報提供が求められた。

■温熱・風圧に関する実物での実験

実物大の外皮を製作して、温熱環境・風圧に関する実験をファサードコンサルタントと共同しておこなった。シミュレーションのみでは温熱に関して完全に予測することができず、中空層の振る舞いも温熱に影響を与えているためである。また風圧実験は風洞実験での風圧による中空層に発生する気流に関する実験ではなく、外装としてカーテンウォールとして求められる耐風圧性能に関する検証である。その実験において試験場の提供をしてくれたファサードコンサルタントとデータの分析を行った技術研究所に対して、

設備設計者側からの情報提供を行った。

■竣工後の温熱環境シミュレーション実測

ユニット化ダブルスキンに関して、竣工後に技研とともに詳細なシミュレーションによる実測を行っている。温熱環境による性能は確保されているものの、自然換気に関しては空調機器からの気流とミックスして予測が不可能になるため、今後の課題に関しても残している。

| 78

3) 組織内施工部署

■サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討

ユニット化するダブルスキンに関して、実際に施工する側から施行性に関しての必要条件をあらためて提示しながら施工時に問題・課題となりうる部分に関しては修正を求め、施工側から工夫できることがあればそれに関しても情報提供を行った。

4) ファサードエンジニアリングコンサルタント B

■様々なアイディアに関する海外事例の紹介

ダブルスキン・外部ブラインドをはじめとして様々な外皮に関する環境配慮型の技術に関して紹介し、それぞれの長所・短所などの分析から、意匠設計者がどのようなコンセプトで性能を実現させるかに関しての情報提供を行った。

■様々な外皮のパターンに関する断面図の作成・性能面での検討

基本設計段階で多様な案を検討していたときに、それらの外皮仕様に関して断面図を作成して視覚化することで問題や課題などを明らかにし、また性能面に関しても情報提供を行った。

■サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討

ダブルスキンの具体的なサッシ納まりの検討に関して、ファサードエンジニアリングコンサルタントとしてのノウハウを活かした様々な側面からの検討を行い、性能実現に関しての情報提供を行った。

5) ファサードエンジニアリングコンサルタント C

■実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション

実現案に関してダブルスキンのディティールを細かく変更しながらさらに何パターンも検討案をユニット化ダブルスキンに関して作成し、それぞれに対して温熱シミュレーションと中空層の気流性状のシミュレーションをしながら、意匠的観点からも比較検討が行われたが、全体を通してファサードエンジニアリングコンサルタントとしての立場からの情報提供が求められた。

■サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討

ダブルスキンの具体的なサッシ納まりの検討に関して、ファサードエンジニアリングコンサルタントとし

でのノウハウを活かした様々な側面からの検討を行い、性能実現に関しての情報提供を行った。

6) サッシメーカー

■サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討

ユニット化するダブルスキンの実現に関して、実際に性能要求に合致するサッシ形状とはどのようなものかを検討し、意匠設計者、施工部署、ファサードエンジニアリングコンサルタントとの意見調整をおこなったうえで、ユニット化を実現するサッシを製作した。

| 79

■温熱・風圧に関する実物での実験

実物大の外皮を製作して、温熱環境・風圧に関する実験をファサードコンサルタントと共同しておこなった。シミュレーションのみでは温熱に関して完全に予測することができず、中空層の振る舞いも温熱に影響を与えているためである。また風圧実験は風洞実験での風圧による中空層に発生する気流に関する実験ではなく、外装としてカーテンウォールとして求められる耐風圧性能に関する検証である。その実験において試験場の提供をし、外皮の性能実験や仕様に関する情報提供を行った。

■実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション

実現案に関してダブルスキンのディティールを細かく変更しながらさらに何パターンも検討案をユニット化ダブルスキンに関して作成し、それぞれに対して温熱シミュレーションと中空層の気流性状のシミュレーションをしながら、ディティールを検討する立場として、納まりに関する実験結果をサッシ設計にフィードバックした。

■多くの外皮検討案に関する納まりに関しての検討

基本設計段階での多くの外皮に関する環境配慮型技術案に関して、その納まりを検討し、ユニット化することも視野に入れつつ施工性に関する検討を行った。

7) 大学研究室

■温熱・風圧に関する実物での実験

実物大の外皮を製作して、温熱環境・風圧に関する実験をファサードコンサルタントと共同しておこなった。シミュレーションのみでは温熱に関して完全に予測することができず、中空層の振る舞いも温熱に影響を与えているためである。また風圧実験は風洞実験での風圧による中空層に発生する気流に関する実験ではなく、外装としてカーテンウォールとして求められる耐風圧性能に関する検証である。その実験において結果の解析や分析を行い、外皮の性能実験や仕様に関する情報提供を行った。

以上の技術主体の役割分担に関して、以下のように表にまとめられた。

表 3-2-8 技術主体の役割分担

技術主体	ヒアリングから抽出した役割
技術研究所	温熱環境のシミュレーションを各検討案に関して行い比較
	風圧・気流に関する風洞実験
	竣工後の温熱環境シミュレーション実測
	温熱・風圧に関する実物での実験
施工部署	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討
設備設計部署	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討
	実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション
	温熱・風圧に関する実物での実験
	竣工後の温熱環境シミュレーション実測
海外ファサードエンジニアリングコンサルタントA	様々なアイデアに関する海外事例の紹介
	様々な外皮パターンに関する断面図の作成・性能面での検討
	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討
海外ファサードエンジニアリング組織B	実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション
	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討
	温熱・風圧に関する実物での実験
サッシメーカー	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討
	温熱・風圧に関する実物での実験
	実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション
	多くの外皮検討案に関する納まりに関しての検討
大学研究室	温熱・風圧に関する実物での実験

3-3 技術主体の情報提供の仕方の分類

今まで事例によって見てきた技術主体の情報提供に関して、前節で各事例ごとに作成した役割を簡易にまとめた表によってその情報提供の仕方を分類する。これらの分類は、全ての環境配慮型外皮の設計における技術主体の情報提供の仕方を網羅的にとらえているわけではない。今回のような意匠設計者の属する組織内外における技術主体のあり方に大きく依存すると考えられる。

| 81

3-3-1 性能アイディアによる情報提供

事例 A におけるアトリエ事務所による

「環境効果に対する施主理解の獲得」

事例 C における組織内環境関係部署による

「コンセプトの決定」、「具体定期的な目標性能の決定」

事例 E における設備設計、ファサードエンジニアリングメーカーコンサルタントによる

「環境目標に関するディスカッション」

以上の情報提供では、意匠設計者に対して、環境性能そのものに対してのあたらしい視点や、技術の環境効果に関してより広く定性的な指標なども含め提案し、外皮に関するコンセプトを広い射程のものにするための情報提供であるといえる。その結果、設計者をはじめいろいろな技術主体や施主に関する理解も得やすくなり、設計プロセスにおけるコンセンサスを持つための重要な情報提供であるといえる。これを

「性能アイディアによる情報提供」

と定義することができる。

3-3-2 仕様アイディアに関する情報提供

事例 A における組織設計事務所 A による

「コンセプトを決めるためのディスカッション」

事例 B におけるアトリエ事務所による

「プログラムも含めて外部と強く関わる建築を実現するために具体的な仕様として大きく開く扉の提案」

事例 C における陶器メーカーによる

「コンセプトの決定」

事例 D における大手ゼネコンによる

「光環境の技術に関する代替案の提案」

事例 F における設備設計による

「リユース可能な空調ダクト」

事例 G における PV メーカーによる

「PV の納まりに関する現場モックアップ」

事例 H におけるファサードエンジニアリングコンサルタント A による

「様々なアイディアに関する海外事例の紹介」

| 82

以上の情報提供では、設計プロセスなどにおいて、その目標とするコンセプトに合致する新規的な外皮の仕様とその構法などに関して意匠設計者に対して情報提供するというものであり、これらを「仕様アイディアによる情報提供」と定義する。

3-3-3 性能要求スタディに関する情報提供

事例 B におけるアトリエ事務所による

「結露の水滴が気密を高めるという方向性を決め、ディティールの大体の内容を決定」

事例 C における設備設計者による

「環境配慮装置と建築設備との設備的な接合の検討」

タイルメーカーによる

「外皮に取り付ける環境配慮装置の形状の技術開発も含めた設計」

陶器メーカーによる

「外皮に取り付ける環境配慮装置に関する材質の技術開発も含めた設計」

「環境配慮装置に材質表面に塗る塗料の決定」

事例 D における設備設計による

「屋根に関する吸排気設備パネルの設計」

カーテンウォール委員会による

「通常とは形状が大きく異なり屋根型となる CW に関しての設計協力」

CW メーカーによる

「屋根に関する吸排気設備パネルの設計」

ファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「屋根に関する吸排気設備パネルの設計」

事例 E におけるファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「屋根 CW のサッシに関する検討」

事例 F における

大手ゼネコン設計部による

「リユースできるような建材の使い方」

「リユース可能な空調ダクトの提案」

大手ゼネコン施工部による

「建材流通経路の確保」

「廃棄物の再生工場リサイクルに関する情報」

「リユースする集成材を利用したルーバーの設計」

地元工務店による

「建材流通経路の確保」

「リユースできるような建材の使い方」

「リユースする集成材を利用したルーバーの設計」

「廃棄物の再生工場リサイクルに関する情報」

事例 G における組織内部設備設計者による

「日本の湿度にあった輻射パネルの開発」

塗料メーカーによる

「材質感を失わないような塗料の検討」

サッシメーカーによる

「ガラスとの納まり」

設備メーカーによる

「日本の湿度にあった輻射パネルの開発」

「スプリンクラー兼用の検討」

事例 H における組織内施工部署による

「サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討」

ファサードエンジニアリングコンサルタント A による

「様々な外皮パターンに関する断面図の作成・性能面での検討」

「サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討」

ファサードエンジニアリングコンサルタント B による

「サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討」

サッシメーカーによる

「サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討」

「多くの外皮検討案に関する納まりに関しての検討」

上記の情報提供においては、環境性能その他の建築諸性能に関して、それを発揮するような仕様・ディテ

ィールの検討を意匠設計者がもとめ、それに対して回答・打ち合わせを繰り返すことで目的の性能を達成する仕様を設計するためのプロセスにおいてやり取りされるような情報提供であると言える。これを「性能要求スタディによる情報提供」と定義する。

3-3-4 仕様要求スタディによる情報提供

| 84

事例 A における組織設計事務所 A による

「スタディに対する専門的な知見を生かした設計協力」

組織設計事務所 B による

「外皮のコンセプトを実現するための躯体の調整」

「建物の設備との調整」

事例 B における構造設計事務所による

「屋根の仕様と形状のスタディ」

事例 C における組織内構造設計者による

「外皮に取り付ける環境配慮装置の取り付け方法の検討」

事例 D における組織内構造設計者による

「通常とは形状が大きく異なり屋根型となる CW に関しての設計協力」

CW メーカーによる

「通常とは形状が大きく異なり屋根型となる CW に関しての設計協力」

事例 E における組織内部構造設計者による

「外皮と構造体の納まりのディティールの設計」

ファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「屋根 CW の形態に関する検討」

「外皮と構造体の納まりのディティールの設計」

事例 F における組織内設備設計者による

「特殊な冷房装置の設計」

「ドライミスト設計」

組織内構造設計者による

「リユースする集成材を利用したルーバーの設計」

大手ゼネコン設計部による

「特殊な冷房装置の設計」

大手ゼネコン技術研究所による

「特殊な冷房装置の設計」

大学研究室による

「特殊な冷房装置の設計」

| 85

事例 G における組織内設備設計者による

「スプリンクラー兼用の検討」

組織内構造設計者による

「材質複合型の PC の開発における構造性能の確保」

「日射遮蔽のための壁厚の設計」

以上の情報提供では、意匠設計者が設計プロセスのある段階において、仕様の実現を図ったときに、それに対して技術主体がその仕様下での環境性能もしくは構法などの諸性能を確保するように検討してそれを、また打ち合わせの中で全体との兼ね合いも含めて回答・打ち合わせを繰り返すプロセスでやりとりされる情報提供であると言える。これを

「仕様要求スタディによる情報提供」と定義する。

3-3-5 スタディシミュレーション型

事例 A における組織設計事務所 A による

「実施設計案の詳細な効果シミュレーション」

ファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「実施設計案の詳細な温熱シミュレーション」

事例 B におけるファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「屋根形状による温度成層を換気で取り除けるかを検証し換気穴の大きさを決定」

事例 C における組織内環境関係部署による

「温熱環境に関するシミュレーション」

事例 D における組織内設備設計者による

「内部環境に関する気流・温熱シミュレーション」

ゼネコン技術研究所による

「内部環境に関するより詳細な気流・温熱シミュレーション」

事例 E におけるファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「内部環境に関する気流・温熱シミュレーション」

事例 F における大手ゼネコン技術研究所による

「ドライミストの効果に関するシミュレーション」

「室内温熱・気流シミュレーション」

| 86

事例 G における組織内設備設計者による

「温熱シミュレーション」

組織内技術研究所による

「温熱シミュレーション」

事例 H における組織内技術研究所による

「温熱環境のシミュレーションを各検討案に関して行い比較」

「竣工後の温熱環境シミュレーション実測」

組織内設備設計部署による

「実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション」

「竣工後の温熱環境シミュレーション実測」

ファサードエンジニアリングコンサルタント B による

「実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション」

サッシメーカーによる

「実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション」

以上のものは、ある仕様下における環境性能を視覚化するために行い、目標とする環境性能が達成されていなければ、その原因を特定するまたは代替案などを検討しつつ、仕様の決定していきつつ性能の条件も考え直しをしていくようなプロセスでやり取りされる情報提供であるといえる。中には確認のみのシミュレーションも含まれるが、後で述べる実物実証実験などの厳密な検証とはことなり、また仕様から性能を発揮する要素を特定し考察するために行うという点では同じであるので、ここに含める。これらを「スタディシミュレーションによる情報提供」と定義する。

3-3-6 実現可能性チェック型

事例 B における防水メーカーによる

「複雑な屋根形状に対する防水計画・屋根仕様計画のコスト・実現性の検証」

ステンレスワイヤーメーカーによる

「ファサードの一部の仕様に関する見積り・技術可能性に関する検討」

事例 E におけるファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「初期での実現可能性の検討」

事例 G におけるアルミメーカーによる

「型枠の材料の設計に関する検討」

| 87

ガスケットメーカーによる

「ガスケットに関する情報提供」

上記の情報提供では、設計初期段階あるいは実施設計段階において、さまざまなメーカーなどに対して外皮コンセプトの実現をするために必要なコストを見積りを行ってもらうことでチェックしたり、簡単な技術的可能性に関する情報を提供してもらうタイプである。これらを

「**実現可能性チェックによる情報提供**」と定義する。

3-3-7 確認検証型

事例 A における中堅ゼネコンによる

「現場での実物検証」

事例 B における大手ゼネコンによる

「現場でモックアップに対し直接水を噴射したり、外皮としての水密性能を検証外皮の機構の検証」

事例 C における組織内構造設計者による

「支持方法の決定」

大学研究室による

「効果を実証し検討していた技術の採用」

大手ゼネコンによる

「支持方法の決定」

事例 D における組織内カーテンウォール委員会による

「外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証」

組織内施工部署による

「外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証」

事例 E におけるファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「性能の模型による検証」

事例 G における組織内設備設計者による

「輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験での気流測定」

組織内技術研究所による

「外装の荷重条件下での実験」

「輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験での気流測定」

ファサードエンジニアリングコンサルタントによる

「材質間の熱伸び差の検証」

組織内施工部署による

「開口部一体型 PV の止水性・風圧性能の検討」

「輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験」

「PV の納まりに関する現場モックアップ」

事例 H における組織内技術研究所による

「風圧・気流に関する風洞実験」

「竣工後の温熱環境シミュレーション実測」

「温熱・風圧に関する実物での実験」

組織内設備設計部署による

「温熱・風圧に関する実物での実験」

「竣工後の温熱環境シミュレーション実測」

ファサードエンジニアリングコンサルタント B による

「温熱・風圧に関する実物での実験」

サッシメーカーによる

「温熱・風圧に関する実物での実験」

大学研究室による

「温熱・風圧に関する実物での実験」

以上の情報提供は、新規的な外皮設計のときに、環境性能その他の性能がきちんと実現しているかを確認するための情報提供であると言ってよい。これらを

「**確認検証による情報提供**」と定義する。

以上の分析から、技術主体から意匠設計者への情報提供のあり方は、「性能アイディア」「仕様アイディア」「性能要求スタディ」「仕様要求スタディ」「スタディシミュレーション」「実現可能性チェック」「確認検証」と分類することができた。

3-4 各技術主体が可能な情報提供の種類

いままで見てきた事例群において、逆に技術主体として可能な情報提供の種類と内容に関して、まとめたのが以下の表となる。

表 3-10 技術主体ごとの事例から分析した可能な情報提供の種類

| 89

	横・情報提供のタイプ 縦・技術主体	仕様アイデア	性能アイデア	性能要求 スタディ	仕様要求 スタディ	スタディシミュ レーション	実現可能性 チェック	確認検証
組織内別部署 (組織設計)	設備設計者	○	○	○	○	○		○
	構造設計者				○			○
	環境専門部署		○			○		
	カーテンウォール専門部署			○				○
組織内別部署 (ゼネコン)	設備設計者			○	○	○		○
	構造設計者				○			
	技術研究所			○		○		○
	施工部署			○				○
個人設計事務所	アトリエ事務所	○	○	○				
	組織設計事務所				○			
	大手組織設計事務所	○	○		○			○
個人構造設計事務所	個人構造設計事務所				○			
ファサードエンジニアリング コンサルタント	ファサードエンジニアリング コンサルタントA	○	○	○	○	○	○	○
	ファサードエンジニアリング コンサルタントB	○		○		○		○
	ファサードエンジニアリング コンサルタントC						○	○
	ファサードエンジニアリング コンサルタントD							○
メーカー	海外CWメーカー			○	○			
	ガラスメーカー						○	
	PVメーカー				○			○
	設備メーカー			○				
	アルミメーカー						○	
	陶器メーカー	○		○				
	ガasketメーカー						○	
	塗料メーカー			○				
	タイルメーカー			○				
	ステンレスワイヤーメーカー						○	
	防水メーカー						○	
	園芸メーカー						○	
大学研究室	大学研究室A							○
	大学研究室B				○			
	大学研究室C							○
大手ゼネコン	設計部	○			○			
	技研							○
	施工部署	○		○				○
中堅ゼネコン	施工部署							○

事例ヒアリングから抽出した技術主体が実際に行った役割から、具体的にどのような情報を意匠設計者に対して提供したのかを分析し、さらに全体を俯瞰して技術主体としてどのような情報提供が可能であるかを分析した。ここにおいて、「性能アイディア」「仕様アイディア」「性能要求スタディ」「仕様要求スタディ」の分類は、設計内容に関する情報提供であり、「スタディシミュレーション」「実現可能性チェック」「確認検証」は設計を補完する役割があると考えられる。

4-1 各事例における設計プロセス

各事例に関して、全体的な設計プロセスの特徴を分析した。次に設計プロセスにおける要素に関して、意匠設計者だけでは不可能であった要素を挙げ、それに関してある形で関係した技術主体を対応させている。

4-1-1 設計プロセスの分析方法

ヒアリングを行ったことで企画段階・基本設計段階・実施設計段階・施工段階の流れの中で、特徴的な設計活動の関係を見出すことができた。それらは1) 前後関係、2) 平行関係、3) 統合関係としてみることができる。

1) 前後関係

前後関係とは、ある段階の検討が終わった後一旦区切りをつけて次のステップとして入れることのできる設計プロセスの在り方である。ヒアリングより、情報提供の仕方中で必ず確認検証型のものは前後関係として実施・現場段階において設計プロセスに入っていた。

2) 平行関係

平行関係とは、ある段階の情報提供が他の情報提供・検討と同時平行に行われる設計プロセスのあり方である。情報提供の仕方の中では、実現可能性チェック型のものの大半が平行関係として設計プロセスに存在しており、他のものは前後関係として入っていた。

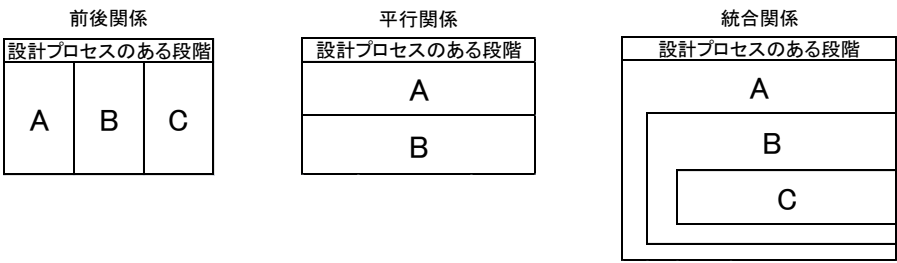
3) 統合関係

統合関係とは、ある設計を前提として、次のステップに独立していくことなく、また平行して進行するものでもなく常に相互に影響を与えながら設計プロセスが進んでいくものである。

以上のような設計プロセスにおける活動間の関係が考えられる。(表4-1)

平行関係では、それらが平行のままで行われてよい場合と、平行で検討するが、結果的には統合されなくてはならない場合がある。そういったときに、どういった方法で統合を行うのかに関してもいくつか方法が存在すると考えられる。

表4-1 設計プロセスにおける活動間の関係



企画段階

初期の企画段階において外皮に関してのアイディアを緑化以外に関しても検討しており、周囲環境や環境配慮といった方向性から緑化技術を採用した。

企画段階で施主には緑化技術を採用すること自体に対して反対を受けたが、視覚的なものとして心理的効果を生むという研究事例などを参照することで施主に対しての環境効果を説明し、納得してもらったうえで緑化技術が建物の用途である病院プログラムに大きく貢献すると評価を受けている。

基本設計段階

基本設計段階では、経験ノウハウを前提として、適宜温熱に関しても知見を援用しながら設計を進めると同時に、実際に植物を生育して、どのように日射遮蔽が実現可能かを検討しながら樹種を検討した。実際に生育しながら植物を具体的に建築に取り付けるためのディティールに関しても検討し、ワイヤーに蔦をからませる構法を決定した。さらに自動メンテナンスを実現するために、配管に関しても構法ディティールと同時に検討した。

これらを外皮コンセプト実現のために必要な事柄に関する条件を同時にアイディアを出しながら検討していった。基本設計自体にはあまりプロセスというものはなく、アトリエ事務所における検討によってはすべてをやり直しつつ、また平行してコストコントロールを常に入れながら、また外皮の仕様に関して建物側の設計を適宜変更するという行を行った。

実施設計段階

実施設計段階では、外皮に関しての詳細図面を作成し、詳細なシミュレーションをすることによって温熱面での環境性能を確認した。気流に関するものに関しては複雑であり難しいので、温熱サーモグラフィによるシミュレーションとして設計した。

現場段階においては、実際にモックアップを製作し、見え方や影の付き方などの確認を行った。

以上の設計プロセスをまとめると、以下のようになった。

図4-1 事例Aにおける設計プロセスの概要

企画段階			基本設計		実施設計段階		現場施工	施工後
施主要求	外皮技術に関する様々なアイデアのスタディ	自然物を用いた複合的な性能をもつ外皮技術の選択	経験ノウハウによる定性的な環境効果に関する予測・設計		外皮に関する詳細な図面作成・設計	より詳細なシミュレーション・確認	実物大モックアップ	実現
			温熱に関する知見を援用しつつの環境設計					
			外皮に採用する技術の実験・検証					
			外皮以外の構造躯体・設備との関係の調整					
			コストに関するコントロール					

これより、事例 A における設計プロセスは統合的であると言える。

次に、3 章で検討した技術主体とその情報提供によって設計が成り立った様子に関して、具体的な設計段階と情報提供の仕方をまとめると、以下のような表となった。

図 4-2 設計段階と技術主体による情報提供

		組織設計事務所 A	組織設計事務所 B	ファサードエンジニアリングコンサルタント	ゼネコン
企画段階	コンセプトを決めるためのディスカッション	仕様アイデア			
	外皮のコンセプトを実現するための躯体の調整		仕様要求スタディ		
	環境効果に対する施主理解	性能アイデア			
基本設計～実施設計	スタディ案に対しての見積り・コストのチェック			実現可能性チェック	
	スタディに対する専門的な知見を生かした設計協力	仕様要求スタディ		仕様要求スタディ	
	建物の設備との調整		仕様要求スタディ		
	実施設計案の詳細な効果シミュレーション	確認検証		確認検証	
施工段階	現場での実物検証				確認検証

この図より、事例 A の技術主体の情報提供における特徴としては、以下の点が挙げられた。

【事例 A における技術主体と情報提供に関する特徴】

- 1) 仕様要求スタディ型の情報提供に対して性能要求スタディ型の情報提供が存在しない
- 2) ファサードコンサルタントが実現可能性チェック型と確認検証型を中心として情報提供を行っており、仕様要求型に関してもあまり多くはなかった
- 3) 設計プロセスそのものに対してシミュレーションがスタディの役割を果たしていない

【事例 A における技術主体と情報提供に関する考察】

- 1) に関しては、既存の技術を組み合わせただけのものしか存在しない特長であり、新規的な外皮技術であっても、組み合わせとしては既存のものを使うことで実現できるということを示している。
 - 2) に関しては、後の組織設計事務所の事例群とは大きく異なっている。ファサードコンサルタントの情報提供のあり方に関しての違いは、1) の新規開発型ではないことが由来していると考えられる。
 - 3) では、シミュレーション自体が現状のモデル化であるため、経験ノウハウが存在した場合にそれを使って精度を上げることができるかどうか分からないためであり、また緑化技術では自然植物を使用するため、シミュレーションによって形状や仕様を最適化できるわけではないことを示している。
- また、これら情報提供の仕方に関して、設計プロセスに対して当てはめると以下ようになった。

図 4-3 事例 A における設計プロセスと情報提供

企画段階			基本設計		実施設計段階		現場施工段階	施工後
施主要求	仕様アイデア型	仕様アイデア	経験/ノウハウによる定性的な環境効果に関する予測・設計	確認検証	実現可能性 チェック	確認検証	確認検証	実現
			仕様要求スタディ型					
			性能要求スタディ					
			仕様要求スタディ型					
			実現可能性チェック型					

以上から、情報提供の仕方では分類できない設計活動がヒアリングから抽出できた。それは「経験/ノウハウによる定性的な環境効果に関する予測・設計」といえるものであり、情報提供を行いながら設計者が前提として持っている設計プロセス全体を統合する設計者個人のノウハウであると考えられる。

4-2-2 事例 B における設計プロセスの分析

基本構想段階

施主要求としてみどりを啓蒙するような公園施設としてのあり方が検討されたが、その結果として内外をきちんと隔てずに空間的につなぐようなものであること、屋根の緑化を行うというコンセプトが決まり、さらに設計者達の中で具体的に内外をつなぐために、ガラスカーテンウォールに対して大きな可動性を導入し、その構法・機構に関しても議論がなされた。

基本設計初期段階

基本設計段階の大きな流れは中心となった共同設計者のアトリエ事務所意匠設計者のノウハウによって進行して行った。アトリエ事務所の共同設計者によって大まかな空間構成と天井高・外皮の方向性が決定した段階で、温熱・照度に関するシミュレーションが導入された。これは現在の設計方針で間違っていないかというチェックのために用いられており、そのあとにシミュレーションは行われていない。その後具体的な外皮仕様に関する検討が行われ、その結果外壁としては温室のモデルを利用した外皮構法が考案された。

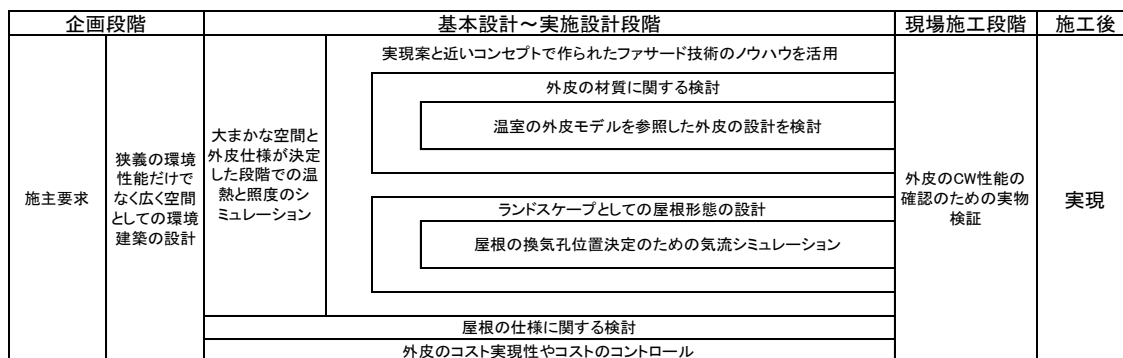
屋根外皮に関しては初期段階で緑化をするということは決まっていたので、形態をどのようにするかということを検討した。その中でランドスケープデザインのような屋根形状ということで形態が決まり、その屋根形態に対して構造性能を与えるために架構が検討された。また屋根形状がほとんど決定した段階で、自然換気のための換気孔の決定のための温熱・気流シミュレーションが行われ、換気孔の位置が決定した。それらの基本設計における外皮仕様の検討と同時並行で、屋根に関する仕様＝緑化として採用する樹種の検討と外皮に関するコストコントロールを行っていた。

現場施工段階

新たに考案されたガラスカーテンウォールに関して、水密性その他のカーテンウォール性能を試験するために実物大モックアップを製作し、詳細ディティールとガラスカーテンウォールの可動性を保証する機構に関してチェックを行った。

以上の設計プロセスを以下の図としてまとめた。

図 4-4 事例 B における設計プロセス



この図から、事例 B の設計プロセスの特徴に関して以下のことが分かった。

- 1) 屋根と外壁を平行検討しつつも、全体はノウハウをもったアトリエ事務所意匠設計者によってアイデアとして統一されていた
- 2) 外壁に関しては、シミュレーションを確認のためだけに使い、実際の設計は温室モデルに関する知見・経験をもっていたアトリエ事務所設計者の経験ノウハウによって設計が統一されていた
- 3) 屋根に関しては、構造設計者によって仕様要求スタディ型の情報提供が行われながら、気流環境に関してはシミュレーションで最適化が行われていた

分析より、事例 B の設計プロセスは統合型であるといえる。

またこれらの設計プロセスと 3 章で分析した技術主体とその情報提供の仕方を合わせて表としてまとめると、以下のようになった。

図 4-5 設計段階と技術主体による情報提供

		アトリエ 事務所K	個人構造設計事務 所	ファサード エンジニアリングコ ンサルタント	大手 ゼネコン	防水メー カー	ステンレス ワイヤー メーカー
企画	プログラムも含めて外部と強く関わる 建築を実現するために具体的な仕様と して 大き/開/層を提案	仕様 アイデア					
基本設計 ～実施設 計	具体的な外皮仕様をスタディするまえに 大体の方向性を決めるために温熱と光 環境のシミュレーション			スタディ シミュレーション			
	温熱環境と換気性能を組み合わせた外 皮とすることを決定	仕様 アイデア		仕様 アイデア			
	屋根の仕様と形状のスタディ		仕様要求スタディ				
	屋根形状による温度成層 を換気で取り除けるかを 検証 換気穴の大きさの決定			スタディ シミュレーション			
	結露の水滴が気密を高めるという 方向性を決め、ディテールの大体の内 容が決定	性能要求 スタディ					
	外皮ディテールに関して実現性とコス ト見積の検証			実現可能性 チェック			
	複雑な屋根形状に対する 防水計画・屋根仕様計画のコスト・実現 性の検証					実現可能性 チェック	
	ファサードの一部の仕様に関する見積 り・技術可能性に関する検討						実現可能性 チェック
	実施設計時の具体的な 図面作業			実現可能性 チェック			
施工段階	現場でモックアップに対し直接水を噴射 したり、外皮としての水密性能を検証外 皮の機構の検証				確認検証		

| 97

以上のことから、事例 B における技術主体に関する特徴を挙げるができる。

【事例 B における技術主体と情報提供のあり方に関する特徴】

- 1) 温熱に関してはスタディとしてではなく初期の方向性確認としてシミュレーションを用いており、そのあとのシミュレーションによる確認は行っていない
- 2) ファサードコンサルタントが実現可能性チェック型と確認検証型の情報提供を行っており、要求スタディ型の情報提供に関しては行っていない。これは後の組織設計事務所の事例群とは大きく異なっている。
- 3) 仕様要求スタディ型の情報提供は構造設計事務所が行っているが、性能要求スタディ型の情報提供は意匠設計者自身が行っている
- 4) 一つの主体に確認シミュレーション型、スタディシミュレーション型、実現可能性チェック型の情報提供を受けている

【事例 B における技術主体と情報提供のあり方に関する考察】

- 1) に関しては、事例 A と同じようにシミュレーションによる精度よりも経験上の判断の方が円滑であり有効に働く可能性をもっていた場合と、シミュレーションを行いながら設計を進めること自体が設計プロセスに対して煩雑さを伴わせるものであり、また狭義の環境性能が第一でない場合は、設計プロセスにおけるデザインに対しての自由度を低下させる場合があるので、初期段階の詳細が決まってない段階でシミュレーションすることにより、設計条件化することで、後のプロセス自体を自由に行うことができると

考えられる。

2) に関しては、ファサードコンサルタント自体において情報提供できることの違いも関係していると考えられるが、意匠設計者がファサードコンサルタントに対して性能・仕様要求スタディ型の情報提供を求めなかったのは、技術の性格そのものが影響している。開発を伴わず、既存の技術の組み合わせによって実現した新規的な外皮のあり方にとって問題となるのはコストなどの実際の実現可能性が大きく影響していると考えられる。

3) に関しては、性能要求スタディ型の情報提供が意匠設計者からもたらされているのは、事例 B の技術が既存技術の組み合わせであり、その組み合わせ方のノウハウは基本的には建築全体に対して関わっている意匠設計者に蓄積されているということである。

4) に関しては、シミュレーションを行っていた技術主体が、実現可能性チェックを行うことにより、シミュレーション時の設計情報・条件を保存し、実現可能性のチェックに対してフィードバックすることが可能であり（その逆も可）、設計上のやりとりが円滑になると考えられる。

ここで、設計プロセスに対して今までの技術主体による情報提供の仕方に関する分類を当てはめると、以下になった。

表 4-6 事例 B における設計プロセスと情報提供

企画段階		基本設計～実施設計段階			現場施工段階	施工後
施主要求	狭義の環境性能だけでなく広く空間としての環境建築の設計	確認検証	実現案と近いコンセプトで作られたファサード技術のノウハウを活用		確認検証型	実現
			仕様要求スタディ型			
			性能要求スタディ型			
			仕様要求スタディ型			
			スタディシミュレーション型			
			仕様要求スタディ型			
			実現可能性チェック型			

これより、情報提供を取り去ったあとに残るものとして、意匠設計者による設計プロセスの進め方として、経験ノウハウが存在するということがわかる。事例 B の設計プロセスではコストコントロール・屋根に植える植栽などの表面材の決定以外では、屋根の形態設計に関しても外皮の詳細設計からは独立していた。それは屋根と外壁の 2 面に関する設計プロセスであるということと、植栽に関しては設計体制とは全く独立しており、相互にあまり関係はなかったこと、またコストコントロールに関しては平行的な関係で常に行っていたからである。

企画（コンペ）段階

コンペティションから始まったので、コンセプト自体はコンペ段階から存在した。当初は環境的である以外にも含めて多くのアイデアを検討した。その中ですでにヒートアイランド現象に着目するものも存在していた。

| 99

基本・実施設計段階

コンペで設計者として決まった後は、環境目標を具体的に設定したうえでそれを実現できるような仕様を検討していった。設計者・技術主体の間では常に BIM（ビルディングインフォメーションモデル）を用いて形態情報を共有し、相互の情報提供を容易にしていた。それを前提としつつ基本設計段階では性能を満たす仕様を検討しつつそれをシミュレーションによってチェックし、性能を実現するには仕様を変化させていけばいいかを検討し、そのあとまたシミュレーションをするという最適化を行う設計手順を踏んでいた。シミュレーションをすることにより技術主体間のコンセプト理解・コンセンサス形成をしていった。その過程で具体的にはヒートアイランド現象抑制のための気化冷却効果をもたらすルーバーの形状・材質に対して数多くの検討を行いながら、部分的に実物検証を行った。実験の中で仕様の方向を大きく変えるか、さらに新しい技術を採用するかを検討する段階があったが、それは新規的な塗料を採用するという事になった。

現場施工段階

現場施工段階に至っても施主の理解が得られていなかったことと、実際にシミュレーションだけでは予測が難しい外部環境に対して目標の環境効果が発揮できるかどうかをはっきりと検証するために、実物大の実験を行い、効果を分析して、環境性能として所期の目的を達成できるということになった。施主の理解もその検証によって正式に得られた。

また現場段階では気化冷却のための配管を支持する機構に関して具体的にモックアップを作成することにより検証をおこない、意匠・構造的にチェックをおこない、採用を決定した。

以上の設計プロセスを図としてまとめると、以下のようになった。

図4-7 事例Cにおける設計プロセス

コンペ段階				基本～実施設計段階				現場施工段階		施工後
施主要求＝ 環境的なもの を求める	環境的なもの 以外も含めて 様々なアイディ アを検討	今まで建築では考 えてこられなかつた環 境効果に着目した環 境配慮型外皮のコン セプト	社会的に新しい外装 を開発し今後も有用 なものにしていくとい う方針	BIMによる情報共有			実物検証による気流・ 温熱環境の確認によ る施主の採用決定	外皮の支持 構法の現場 確認・決定	実現案	
				シミュレーション→フィードバックによる目標性能への最適化プロセス						
				環境装置の材質・形 状・接合部の設計	部分的な実物実証 実験	実験の結果を受けた 問題解決				
		別のアイディア				代替案を残す			除外	

この図から、事例Cにおける設計プロセスの特徴として

1) BIM を利用したうえで、シミュレーションを目標性能が得られるまで継続して使うことにより様々な技術主体とのコンセンサスをとっている

2) 代替案を持ちつつも、現場施工段階においての実物実測により検証を行うことで実現案の採用となり、除外されている。

以上から、事例 C における設計プロセスの特徴として基本設計において統合＋平行案型であると言える。代替案に関しては低い確率のものであったが、新規的を伴った外皮設計にはリスクが伴うと考えられるので有効なものであると言える。

この設計プロセスに対して、3 章の技術主体とその情報提供の仕方までを合わせて図とすると、以下のようになった。

図 4－8 設計段階と技術主体による情報提供

		内部他部署			タイルメーカー	陶器メーカー	大学研究室	大手ゼネコン
		設備設計者	構造設計者	環境関係部				
企画段階	コンセプトの決定			性能アイデア		仕様アイデア		
	具体定期的な目標性能の決定			性能アイデア				
	外皮の採用する環境配慮技術の決定							
基本設計	外皮に取り付ける環境配慮装置に関する材質の技術開発も含めた設計					性能要求スタディ		
	外皮に取り付ける環境配慮装置の形状の技術開発も含めた設計				性能要求スタディ			
	環境配慮装置に材質表面に塗る塗料の決定					性能要求スタディ		
	温熱環境に関するシミュレーション			スタディシミュレーション				
	外皮に取り付ける環境配慮装置の取り付け方法の検討		仕様要求スタディ					
	環境配慮装置と建築設備との設備的な接合の検討	仕様アイデア						
	効果を実証し検討していた技術の採用						確認検証	
実施設計～現場	支持方法の決定		確認検証					確認検証

これらから、事例 C における技術主体の特徴として、以下の点が挙げられた。

【事例 C における技術主体と情報提供のあり方に関する特徴】

- 1) 性能アイデアと仕様アイデアが同時に企画段階から情報として提供されている
- 2) 企画段階からの仕様アイデア型の情報提供から、以降環境性能に直接かかわっている配管部分に関しては仕様要求スタディ型の情報提供が求められていない、また仕様要求スタディ型の知見が求められているのは内部の設備・構造設計者のみである
- 3) 性能アイデア型の情報提供と、スタディシミュレーション型の情報提供が同じ主体であり、かつ組織内の部署によって行われている

【事例Cにおける技術主体と情報提供のあり方に関する考察】

1) に関しては、性能・仕様アイデアを同時に検討することにより、あとの性能スタディ型の情報提供に対して、その情報の選択肢の範囲に対して条件をつけることができ、情報のやりとりが円滑にいくという長所が考えられる。

2) に関しては、性能要求型の情報提供は外部、仕様要求型の情報提供は内部にするという設計の流れを

101

みることができる。
3) に関しては、性能アイデア型の情報提供をすることで、具体的定量的な指標を設計の目標に据え、コンセンサスをとることができたので、シミュレーションによるフィードバックを円滑に行うことができる。なおかつ組織内部の部署であるため、環境性能をみとすために仕様を最適化するプロセスを円滑におこなうことができる。

また、設計プロセスに対して今までの技術主体による情報提供の仕方に関する分類を当てはめると、以下ようになった。

図4-9 事例Cにおける設計プロセスから情報提供の仕方を抽出したもの

コンペ段階				基本～実施設計段階			現場施工段階		施工後
施主要求＝ 環境的なもの を求める	性能アイディア	性能アイディア	社会的に新しい外装 を開発し今後も有用 なものにしていくという 方針	BIMによる情報共有 スタディシミュレーション			確認検証	確認検証	実現案
				性能要求スタディ	性能要求スタディ	性能要求スタディ			
				代替案					
							除外		

ここから、情報提供を除いた設計プロセスに残るものとして「社会的に新しい外装を開発していき今後も有用なものにしていくという方針」「BIMによる情報共有」が挙げられた。前者に関しては新規技術として開発し普及までの射程をもった外皮技術とする方針であると考えられるが、これは結論で触れる。後者に関しては、技術主体間の情報共有をしやすくするインフラを整備することにより、シミュレーションによる全体をつねにみつつの設計プロセスをより簡易なものにしていっていると考えられる。

企画段階

施主要望としては知的生産性を向上させるような空間設計が要求されていたので、それを以下に実現するのが課題となった。それに対して、温熱変化と外部の視覚的变化を両方取り入れることができるという理由でアトリウム空間を作るということを決定した。そのアトリウム外皮に対して、環境配慮的なアイデアを付加してきながら設計するという流れとなった。また外皮の屋根ガラスカーテンウォールに対して構造と外皮との一体化というコンセプトも設け、環境性能目標と構造仕様の両立を行いながら設計を進めていった。

基本設計段階

基本設計段階において外皮に関しては、温熱・気流シミュレーションを行いながら構造の仕様と外皮仕様とを検討しつつ、外皮に付加する日射遮蔽と散水装置を設置した。またアトリウムにおける温度成層・熱だまりを制御するために屋根に対して設備パネルラインを設け、吸排気設備を搭載した。

実施設計段階では、気流・温熱環境に関するより詳細なシミュレーションを行い、環境性能を確認した。

現場施工段階においては、散水技術とカーテンウォール、またルーバーなどに関するモックアップなどによる検証をおこなった。

以上の設計プロセスを図にすると以下ようになった。

図4-10 事例Dにおける設計プロセス

企画段階		基本設計段階			実施設計段階	現場施工段階
施主要求	知的生産性を高めるための空間という目標	温熱環境に関して温度変化などより詳細な目標を具体的に検討・決定	外皮技術に関して具体的なアイデアを収集・検討	外皮と構造の一体化を検討・設計	気流・温熱に関するより詳細なシミュレーション	外皮付加設備に関する実物検証
				温熱・気流シミュレーションをしながらの最適化		
				日射制御の外壁付加物の設計 外皮の換気設備の設計 温熱をサポートするための外皮付加設備の設計		

以上のようにまとめられたが、事例Dにおける設計プロセスの特徴として以下の点が挙げられる。

【事例Dにおける設計プロセスの特徴】

1) 外皮と構造の一体化と外皮そのものの環境配慮に関しては同一のコンセプト（知的生産性）から発生したアイデアであったが、平行で情報をやり取りされながらも、統合的に検討されていたわけではなかった

2) 外皮に関する環境配慮プロセスに関しては、温熱・気流シミュレーションを行いつつ最適化を目指しつつコンセンサスを取りながら各技術に関して設計プロセスが進行していった

以上により事例Dの設計プロセスを統合・平行型であると言える。

またこれらの設計プロセスを、3章で分析した技術主体とその情報提供の仕方を合わせて図としてまとめると、以下のようになった。

図4-1-1 設計段階と技術主体による情報提供

		組織内部他部署			ゼネコン		CWメーカー	ファサードエンジニアリングコンサルタント
		設備設計	カーテンウォール委員会	構造設計	施工	ゼネコン技術研究所		
企画	初期での条件下のアイデア検討							仕様アイデア
基本設計段階	通常とは形状が大きく異なり屋根型となるCWIに関しての設計協力		仕様要求スタディ	仕様要求スタディ			仕様要求スタディ	
	外皮に取り付ける環境制御装置の設計	性能要求スタディ					仕様要求スタディ	性能要求スタディ
	内部環境に関する気流シミュレーション	スタディシミュレーション						スタディシミュレーション
	内部環境に関する温熱シミュレーション	スタディシミュレーション						スタディシミュレーション
	屋根に関する吸排気設備パネルの設計	性能要求スタディ					性能要求スタディ	性能要求スタディ
実施設計段階	内部環境に関するより詳細な気流・温熱シミュレーション	確認検証						
施工段階	外皮に取り付ける環境制御装置の実物による性能検証	確認検証	確認検証		確認検証	確認検証		

これらから、事例Dにおける特徴としては、以下の点が挙げられる。

【事例Dにおける技術主体と情報提供に関する特徴】

- 1) 組織内部設備設計者とファサードコンサルタントが両方スタディシミュレーション型・性能要求スタディ型両方において、同じタイミングでの情報提供を行っている
- 2) カーテンウォールメーカーが仕様要求型スタディと性能要求スタディ型の情報を両方提供している
- 3) 組織内カーテンウォール委員会という職能が存在し、それが仕様要求スタディ型と確認検証型の情報提供を行っている

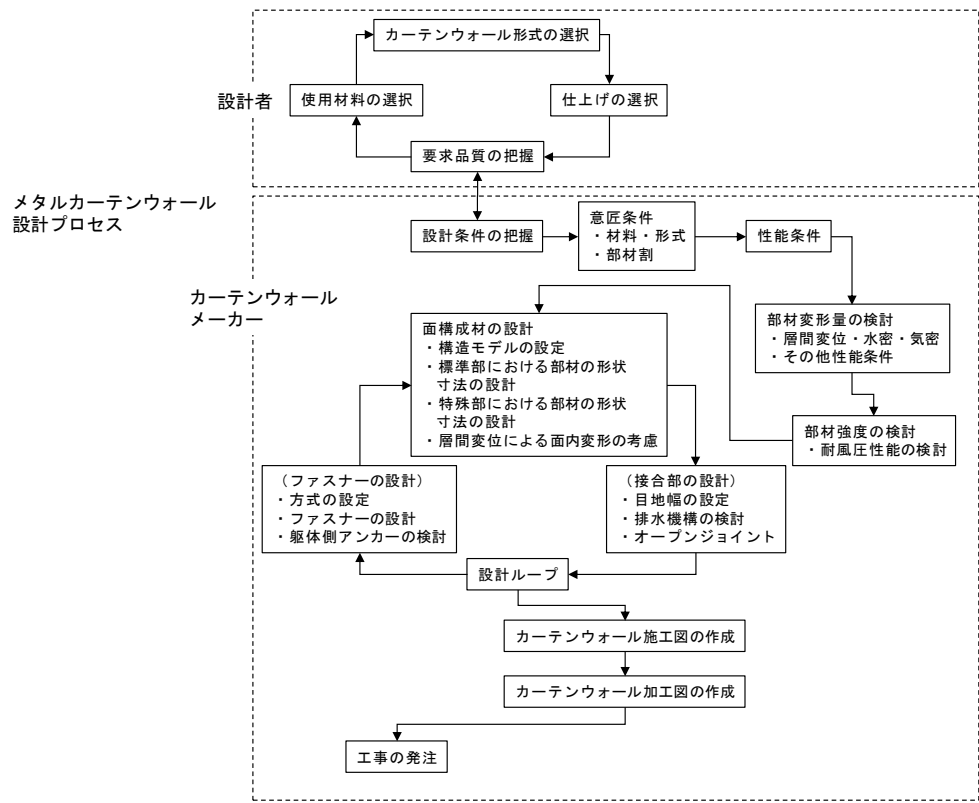
【事例Dにおける技術主体と情報提供に関する特徴からの考察】

- 1) から、ファサードコンサルタントと意匠設計者の間の仲介役として設備設計者が参加していると考えられるが、組織内部に設備設計者をもたないアトリエ事務所がファサードコンサルタントからの情報提供が実現可能性チェック型と確認としてのシミュレーションなどであった。このことから内部エンジニアが外部組織との関係のある場合に対してファサードコンサルタントからより多くの情報提供を引き出すことが可能であると考えられる。
- 2) カーテンウォールメーカーは通常は性能を発注した段階のみの情報のやりとりである（性能要求スタディ型）が、この場合は仕様に関しても要求条件の中スタディを進めている。これは基本設計段階からカーテンウォールメーカーが設計に参加することで可能になっていると考えられる。
- 3) カーテンウォール委員会は他の組織設計事務所の事例では出てこなかった職能であった。表のようなカーテンウォール設計プロセスにおいても意匠設計者の代わりにカーテンウォール性能を検討する技術主

体が必要であると考えられるが、今回のような形態に対して新たな試みを行おうとする場合は、より 2) の内部設備設計者のような中間に立って外部エンジニアと協議する職能がいるとよいということが分かる。

図 4－1 2 メタルカーテンウォールの設計プロセス

(日本カーテンウォール工業会編『カーテンウォールってなんだろう』から)



また、設計プロセスに対して今までの技術主体による情報提供の仕方に関する分類を当てはめると、以下のようになった。

図 4－1 3 事例 D における設計プロセスと情報提供

企画段階		基本設計段階					実施設計段階	現場施工段階
施主要求	性能 アイデア	性能 アイデア	性能要求 スタディ	仕様要求			確認検証	確認検証
				スタディシミュレーション				
				性能要求 スタディ	性能要求 スタディ	性能要求 スタディ		

これより、性能アイデアから性能要求、そのあとで平行して仕様要求スタディ型により性能を与える検討とスタディシミュレーションを行いながら性能要求を行い最後に確認するという非常に明快なプロセスをもっていることが分かる。

企画段階

地下空間に対してどのような光をどれほど取り入れるのかが議論された。

基本設計段階

まずはシミュレーションを用いながらコンセプトディスカッションを行い、環境性能として具体的に定量化された指標を中心に光の質と量に関して議論を行った。その中で定量的に定義されながら、通常的光環境とは異なる質をもつ光環境に対してコンセンサスを取り、それを実現するような外皮の質を検討するような設計を行うことが決まった。

次に性能を満たす仕様を検討しつつ、それをシミュレーションに対してフィードバックするという過程を行いながら、設計を最適化させていった。また模型による検討を行い、生じた問題に関してもシミュレーションを行うことにより解決をした。

実施設計段階

別のデバイスを用いて光環境を向上させるというアイデアが提案されたので、それといままで検討してきた外皮の仕様とをシミュレーションにより比較した。その結果、今まで検討してきた外皮案の方がコンセプトである光の質に関して適切であると判断し、採用した。

また外皮に関するコスト・見積りとのチェックを行いながら詳細な外皮の仕様をチェックした。また、部分実物実験を行い、ディティールに関する最終チェックとした。

以上の設計プロセスに関してまとめると、以下のようになった。

図4-14 事例Eにおける設計プロセス

企画		基本設計段階				基本～実施設計段階	実施設計～施工段階	施工後		
施主要求	一般的には悪いとされる環境条件をどのように克服するのか	シミュレーションを用いたコンセプトディスカッション	シミュレーションで検証するべき光環境指標の確認				別案とのシミュレーション比較・コンセプトを参照しつつ検討し、実現案に決定	外皮を構成する建材に関するコスト見積りの確認による設計検討	外皮の部分実物実験による光環境の検証	実現
			ステップごとのシミュレーションチェック・パターン比較による最適化							
			着目した光の性質を活かした外皮の設計・検討	1/10模型による光環境の検証	実験を受けての問題解決	外皮の支持構造の設計・検討				

ここから事例Cにおける設計プロセスは統合型であると言える。

シミュレーションをコンセンサスに用いることにより、意匠設計者とファサードコンサルタントとの関係の中での目的とする光環境の性能を確実に共有することができたと考えられる。

これらの図に対して、3章で分析した技術主体の情報提案の仕方を合わせたものが、以下の図となる。

図 4-15 設計段階と技術主体による情報提供

		組織内他部署		海外ファサードエンジニアリングコンサルタントA	大手ゼネコン	サッシメーカー	ガラスメーカー
		設備設計	構造設計				
企画段階	環境目標に関するディスカッション	性能アイデア		性能アイデア			
	外皮の環境配慮の技術の検討			仕様アイデア			
基本設計	初期での実現可能性の検討			実現可能性チェック			
	スタディ段階での光環境性能のシミュレーション			スタディシミュレーション			
	性能のモデルによる検証			スタディシミュレーション			
	屋根CWの形態に関する検討		仕様要求スタディ	仕様要求スタディ			
	屋根CWのサッシに関する検討		性能要求スタディ	性能要求スタディ			
実施段階 ～現場段階	光環境の技術に関する代替案の提案				仕様アイデア		
	外皮に関する最終的な予算調整					実現可能性チェック	実現可能性チェック

| 106

これらから、特徴として以下の点が挙げられた。

【事例 E における技術主体と情報提供に関する特徴】

- 1) ファサードエンジニアリングコンサルタントが情報提供の仕方が非常に多岐にわたっている
- 2) 組織内構造設計者が性能要求スタディ型の情報提供を行っている
- 3) ゼネコンが実施段階から仕様アイデア型の情報提供を行っている

【事例 E における技術主体と情報提供に関する考察】

- 1) から、設計初期段階から協働することにより、アイデア→実現可能性チェック→スタディ→要求スタディという設計プロセスに対してほぼ全面的に協力をしており、あらゆる情報提供の仕方を引き出していることがわかる。
- 2) から、実現する環境性能に対して、どのような仕様が考えられるかという段階から構造設計者が関わっていることになる。
- 3) では、最適化を目指して一つ一つのステップに対して検証を重ねながら検討をしていたものと、まったく別のアイデアとを比較することによって、最適化を継続して行ってきたプロセスを相対的にみる機会を設けたといえることができる。そのうえで、設計案の長所・短所をよりの確に他人に対して説明したり、プレゼンテーションしたりすることができると考えられる。

また、設計プロセスに対して今までの技術主体による情報提供の仕方に関する分類を当てはめると、以下のようになった。

図 4-1-6 事例 E における設計プロセスから情報提供の仕方を抽出

企画		基本設計段階				基本～実施設計段階	実施設計～施工段階	施工後		
施主要求	一般的には悪いとされる環境条件をどのように克服するのかわかる課題	性能アイディア型	性能アイディア				仕様アイディア	実現可能性チェック	確認検証	実現
			スタディシミュレーション							
			性能要求スタディ	確認検証	性能要求スタディ	仕様要求スタディ				

| 107

これから、スタディシミュレーション型の情報提供を行いながらコンセンサスを取りながら統合的な関係の中で設計を行うには、スタディシミュレーションの前に性能アイデア型の情報が必要であると言える。また、実施設計段階になって仕様アイデア型の情報提供があるが、これは比較案のためであった。

4-2-6 事例 F における設計プロセスの分析

企画～基本設計～実施設計～施工段階

事例 F に関しては、設計プロセスとして様々な要素がすべて同時平行で行われており、設計と現場が同時に基本設計から連動していた。コンセプト段階での 3R の実現、様々な環境技術を取り入れることが目標とされていた。

最初は、意匠設計者が外皮に対して持っている大きな仕様計画に基づいて、大手ゼネコンが地元との繋がりによって地元工務店やリユース材を扱うメーカーなどに対して問い合わせ、今現在リユースが可能な建材に関して選定し、それが建築として利用可能かどうかを検討した。その状態で設計者がその使いかたに関して検討するというステップであり、性能その他検証が必要と思われることに関しては、現場で直接製作、組立を行い検証した。

またドライミスト・温熱気流に関するシミュレーションは、最後に確認のために行った。

以上の設計プロセスに関して、まとめると以下ようになった。

図 4-1-7 事例 F における設計プロセス

企画段階		基本設計～実施設計～現場施工段階			
3Rの実現と 環境技術の アピール	リユース材に 関する流通経 路の特定・建 材の一時利用 の交渉	集成材ルーバーの設計	温熱・気流に 関するシミュ レーション	ドライミスト のシミュ レーション	3R率・排出 CO2の計算
		緑化ポッドの選定			
		緑化に用いる樹種の選定			
		雪を用いた冷房装置の設計検討			
		選んだ建材に関しての現場での検証			
		ドライミストの設計			
		リユース可能な空調ダクトの選定・設計			
		土壁による雪の貯蔵庫の設計			

これより、事例 F における設計プロセスは平行性の極めて強いものであると言える。それは統合的にする

手段（個人ノウハウ・シミュレーション）があったとしても、設計期間の短さのために検討をする余裕がなかったためであるといえる。

また、これに対して3章の技術主体と情報提供の仕方に関する分析とを合わせると、以下のようになった。

図4-18 事例Fの設計段階と技術主体による情報提供

| 108

		組織内部部署		大手ゼネコン			地元工務店	大学研究室	地元メーカー
		設備設計	構造設計	設計部	技研	施工部			
基本設計～ 実施設計～ 施工段階	特殊な冷房装置の設計	性能要求 スタディ		性能要求 スタディ	性能要求 スタディ			性能要求 スタディ	
	建材流通経路の確保					性能要求 スタディ	性能要求 スタディ		
	ドライミスト設計	性能要求 スタディ							
	ドライミストの効果に関するシミュレーション	確認検証			確認検証				
	室内温熱シミュレーション	確認検証			確認検証				
	室内気流シミュレーション	確認検証			確認検証				
	廃棄物の再生工場リサイクルに関する情報					性能要求 スタディ			
	リユースできるような建材の使い方			性能要求 スタディ					
	現場での施工同時進行での性能確認	確認検証				確認検証			
	緑化に関する技術協力			性能要求 スタディ					性能要求 スタディ
	環境性能・CO2に関する実測				確認検証				
	リユースする集成材を利用したルーバーの設計		性能要求 スタディ	性能要求 スタディ		性能要求 スタディ	性能要求 スタディ		
	リユース可能な空調ダクト	性能要求 スタディ				性能要求 スタディ			

これから、事例Fの技術主体に関する特徴として、以下の点が挙げられた。

【事例Fにおける技術主体と情報提供に関する特徴】

- 1) シミュレーションがすべて確認検証型の情報提供となっている
- 2) 仕様要求スタディが存在せず、全て性能要求スタディ型の情報提供となっている
- 3) 地元工務店が性能要求スタディ型の情報を提供している

【事例Fにおける技術主体と情報提供に関する考察】

1) では、設計が超短期間であったため、検証するより早く現場で確認していたためである。そのため、シミュレーションを通してチェックを行っては設計内容にフィードバックすることができなかったとも考えられるが、別の理由として、資源循環に関する環境性能を実現する設計プロセスに対して、温熱環境性能の優先順位が低かったためとも考えられる。資源循環性は事例Fにおいては建材のリユースを前提として考えられていたため、まずは建材単位から決定をし、どのように使うかを考え、組み合わせたあとで温熱環境性能に対して検討が始まったとも考えられる。

- 2) 3R率を高いものにするという目標の中で資源循環を目指した設計内容としたため、仕様より先にリ

ユースやリサイクル率を優先したために性能要求スタディ型が多くなっていったと考えられる。

また、設計プロセスに対して今までの技術主体による情報提供の仕方に関する分類を当てはめると、以下のようになった。

図 4－1 9 事例 F における設計プロセスから情報提供の仕方を抽出

企画段階	基本設計～実施設計～現場施工段階				
性能 アイデア	性能要求 スタディ	仕様要求スタディ	確認検証	確認検証	確認検証
		性能要求スタディ			
		性能要求スタディ			
		性能要求スタディ			
		確認検証型			
		性能要求スタディ			
		性能要求スタディ			
		性能要求スタディ			

これからも、プロセス自体は平行的であり、設計プロセスの性能要求スタディのなかで確認検証型の情報提供が入っている。そういった検証自体も設計の中でやることが必要であったと言える。

また、ほとんどの平行検討での情報提供の仕方が性能要求スタディ型であったのは、意匠設計者がリユース材を調達する際に、地元工務店が紹介し、それ以外の選択がなかったという事情による。その中で、意匠設計者が調達してきたリユース材の「使い方を考える」という仕様要求スタディが行われた。

施主要望からコンセプト段階

主要なコンセプトとして、カーボンオフセット＝CO₂ 排出量を低減するという目標が掲げられた。その目標のなかで、具体的な目標として外皮と構造の一体化、太陽光パネルと外皮との一体化、新規的な空調設計という具体的な目標が掲げられた。

基本設計段階

基本設計段階では、それらの各技術目標に関して平行して検討が行われていた。

外皮と構造体の一体化のための検討・設計では、外皮としてもちいるアルミと構造材として用いるコンクリートの間の材料的なギャップを解消するために、あらたな緩衝材を開発し、実験も行いながら性能の検証を行った。またカーテンウォールと構造躯体との接合部に関して検討が必要となったので、必要に応じ様々なアイデアを検討した。また塗料も外皮の材料としての質感を重視して、そういった材質感を失わないような塗料に関して検討し・開発した。

太陽光パネルと外皮の一体化のための検討・設計では、外皮との納まりが主要な課題であったので、常に実験を行いながら一体化に関して検討した。

室内空調機器の設計では、実物実験を繰り返しながら性能の確認をしながら設計を行った。

実施設計段階では、実物大での実験検証によって外皮と構造の一体化が達成されているのかを検証した。

以上の設計プロセスを図としてまとめると、以下のようになった。

表 4-20 事例Gにおける設計プロセス

企画段階		基本設計段階		実施設計～現場施工段階	施工後
施主要求	CO ₂ 低減のための複数の各技術目標	一体化のための緩衝材開発・部分的な実験	実物大での実験検証によるCW性能・構造耐震性能の確認	実現案	
		接合部に関する検討・設計			
		塗料の検討・開発			
		設備と外装の一体化について実験をしながら問題点の検討・設計	風圧・止水などCW性能としての実験・検証		
		室内空調設備に関する新規の開発	実物空間の製作による人を使った検証実験		

この図より、事例Gにおける設計プロセスは平行性がかなり強いものであると言える。コンセプトがカーボンオフセットであり、実際に具体的技術が企画段階からでていたということから、設計プロセスが問題解決に近いプロセスであったと考えられる。実際にヒアリングでも確認ができたが、実務上は問題点を列举し、それに対してどのメーカーが問題を解決するのかを記した表もみることができた。それは本論で作成していた技術主体の役割分担図に極めて近いものである。

また、3章の技術主体とその情報提供の仕方を合わせて図としたものが以下の図である。

図 4-2-1 事例 G における設計段階と技術主体による情報提供

		組織内部他部署				アルミ メーカー	ガスケット メーカー	塗料 メーカー	サッシ メーカー	設備 メーカー	PV メーカー	ファサードエン 지니어リング コンサルタント
		設備設計者	構造設計 者	技研	施工							
基本～実 施設計段 階	材質複合型のPCの 開発構造性能の確 保		仕様要求 スタディ									
	2つの建材間の熱伸 びのギャップの解消			性能要求 スタディ								
	型枠の材料の設計 に関する検討					実現可能性 チェック						
	接合部に関する情報 提供						実現可能 性チェック					
	材質感を失わないよ うな塗料の検討							性能要求 スタディ				
	日射遮蔽の設計		仕様要求 スタディ									
	ガラスとの納まり								性能要求 スタディ			
	日本の湿度にあった 設備パネルの開発									性能要求 スタディ		
	スプリンクラーの検 討	仕様要求 スタディ								性能要求 スタディ		
	温熱シミュレーション	スタディ シミュレーション										
現場段階	開口部一体型設備 の止水性・風圧性能 の検討				確認 検証							
	PCCWの性能実験				確認 検証						確認 検証	
	材質間の熱伸び差 の検証											確認検証
	外装の荷重条件 下での実験			確認 検証								
	設備パネルの実験 検証											
	設備パネルの実物 大空間での実際の 使用実験				確認 検証							
	設備の納まりに関 する現場モックアップ				確認 検証						確認 検証	

| 111

以上より事例 G における技術主体とその情報提供に関しては以下のような特徴が挙げられた。

【事例 G における技術主体と情報提供に関する特徴】

- 1) 関係した技術主体の数が非常に多い
- 2) 関係したメーカーに対して性能要求スタディ型と実現可能性チェック型の情報提供をうけている
- 3) 確認検証型の情報提供を行った主体が非常に多い

【事例 G における技術主体と情報提供に関する考察】

1) に関しては、コンセプト段階での技術目標として具体的なものが挙げられていたことが関係していると考えられる。性能でもなく仕様でもない技術自体がコンセプトとなっていたために、統合的ではなく平行的に多くの技術主体から情報提供をうけながら設計を進めていったと考えられる。

2) に関しては、実現性チェック型の情報提供は設計段階の初期に行われていたので、コンサルとしてのものであるが、そういったことが基本設計時から可能であるのも、ゼネコンとしてメーカーとの関係が深いからであると考えられる。

3) に関しては、設計の平行性が強かったために、その都度性能のチェックを行わなければならない状況であったと考えられる。さらに実物検証自体は実施設計以前の基本設計から始まっており、確認をしながらも、変更の可能性も視野に含んだ検証であった。そういった平行検討に対しての実物検証が行えるのはゼネコンとしての様々なメーカーや技術研究所を持っているということが大きいと思われる。

また、設計プロセスに対して今までの技術主体による情報提供の仕方に関する分類を当てはめると、以下のようなになった。

図 4-2-2 事例 G における設計プロセスから情報提供の仕方を抽出

企画段階		基本設計段階		実施設計～現場施工段階	施工後
施主要求	CO2低減のための複数の各技術目標	性能要求スタディ	確認検証		実現案
		実現可能性チェック			
		性能要求スタディ			
		仕様要求スタディ	確認検証		
		性能要求スタディ	確認検証		

以上より、事例 G の特徴としては、性能・仕様要求スタディ型と実現可能性チェック型を両方同時進行で行っていた上に、確認検証型の情報提供を基本設計段階という早い段階から受けていたことがわかる。

4-2-8 事例 H における設計プロセスの分析

企画段階

設計当初は、事業としてのメリットなどの観点から、環境性能を高い水準で確保しながらも、外皮として建築面積に対して影響が小さいという理由で最有力案が企画段階で考えられてきていた。しかしながら、新規的な技術であり、国内から参考事例をさがすということが難しかったということはどう解決するかが課題であった。

基本設計段階

海外から参考事例を収集し、簡単な図面を書いてメリット・デメリットを検討した。そうした中で最有力案とは異なる 3 つの代替案が発生し、それらの仕様パターンに対しても同時に検討していくこととなった。各アイディアに関して、要求事項を整理したうえで、図面やコスト・温熱シミュレーションなどによる環境性能を検討し、比較した。そのあとで、各アイディアに関してディティールレベルでの検討を行った。

実施設計段階

実施設計段階でもまだどの技術仕様を採用するのかが決定していなかったもので、最有力案に関して、条件を設定したうえでさらに詳細な温熱・気流環境に関するシミュレーションを行った。そのあとで、ユニット化することによるサッシ形状・施行性・メンテナンス性の向上に対しての検討を行った。そのうえで、最有力案に対しての採用が決定した。

現場施工段階

現場施工段階では、ユニット化したものに対してモックアップによる温熱環境・風圧の検討をするための実験を行った。

竣工後は温熱環境に関する実測シミュレーションを行った。

以上の設計プロセスを図としてまとめたのが以下のものとなる。

図 4-23 事例 H における設計プロセス

企画段階	基本設計段階			実施設計		現場施工段階	施工後
施主・事業要求	最有力候補案に関して海外事例の収集・簡単な図面を作成し検討	各アイデアに関して条件設定して図面・コスト温熱シミュレーションなどによる比較検討	各アイデアに関してディティール中心に比較	条件をさらに細かく設定したうえで詳細な温熱・気流とディティールの関係のシミュレーションをして検討	サッシ形状・施工性・メンテナンスに関するのユニット化などに関する検討→採用決定	モックアップによる温熱環境・風圧の実験	温熱環境の実測シミュレーション
	代替案1			代替案1			
	代替案2			代替案2			
	代替案3			代替案3			

これより、事例 H の設計プロセスは平行関係と前後関係で構成されている。常に最適化というものよりは比較型で検討を行い、それらによって新規的なものがどのように実現するのかに関して確認して行ったり考えられる。また、実施設計段階でもまだ比較を行っていることから、施工側との協力も必要に応じて行うことができるゼネコンに特有の設計プロセスであると言える。

また、設計プロセスと 3 章で分析した技術主体とその情報提供の仕方とを合わせると、以下の表のようになる。

図 4-23 事例 H における設計段階と技術主体による情報提供

		組織内別部署			大学 研究室	ファサード エンジニアリン グ	ファサード エンジニアリング コンサルタントB	サッシ メーカー
		設備設計	技術研究所	施工部				
基本設計段階	様々なアイデアに関する海外事例の紹介					仕様アイデア		
	様々な外皮パターンに関する断面図の作成・性能面での検討					性能アイデア		
	多くの外皮検討案に関する納まりに関する検討					性能アイデア		性能 アイディ ア
	温熱環境のシミュレーションを各検討案に関して行い比較	スタディ シミュレーショ ン	スタディ シミュレーショ ン					
実施設計段階	実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係に関する詳細なシミュレーション	スタディ シミュレーショ ン	スタディ シミュレーショ ン				スタディ シミュレーション	
	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討			性能要求 スタディ 型			性能要求 スタディ	性能要求 スタディ
	風圧・気流に関する風洞実験		確認検証	確認検証	確認検証			
施工段階	温熱・風圧に関する実物での実験	確認検証					確認検証	確認検証
施工後	竣工後の温熱環境実測	確認検証	確認検証					

| 114

以上のことから、事例 H の設計体制における技術主体に関しての特徴として、以下の点が挙げられた。

【事例 H における技術主体と情報提供に関する特徴】

- 1) 内部エンジニア（設備設計者・技術研究所）とファサードコンサルタントが両方とも同じスタディシミュレーション型の情報提供を行っている
- 2) 基本設計初期から仕様アイデアと性能アイデアに関してファサードコンサルタントが入っている
- 3) 確認検証型の情報提供を行う技術主体が多い

【事例 H における技術主体と情報提供に関する考察】

1) では、事例 D と同様、ファサードコンサルタントと意匠設計者の間の仲介役として設備設計者が参加していると考えられるが、組織内部に設備設計者をもたないアトリエ事務所がファサードコンサルタントからの情報提供が実現可能性チェック型と確認としてのシミュレーションなどであった。このことから内部エンジニアが外部組織との関係のある場合に対してファサードコンサルタントからより多くの情報提供を引き出すことが可能であると考えられる。

2) では、協力者として内部エンジニアの参加がなかったことから、アイデアに関してファサードコンサルタントに期待するところが大きかったと考えられる。ゼネコン型の環境配慮型外皮に関しては、

また、設計プロセスに対して今までの技術主体による情報提供の仕方に関する分類を当てはめると、以下のようになった。

図 4－2 4 事例 H における設計プロセスから情報提供を抽出

基本設計段階				実施設計		現場施工段階	施工後
施主・事業要求	仕様アイデア	スタディ シミュレーション	性能アイデア	スタディ シミュレーション	性能要求 スタディ	確認検証	確認検証
	代替案1			代替案1			
	代替案2			代替案2			
	代替案3			代替案3			

この図から、比較検討のための情報としてもスタディシミュレーション型が採用されていたということと、全体の検討案の平行比較と代替案と実現案に対しての各自比較を交互に行っていたと考えられる。

前節では事例 A～事例 H まで 8 事例の設計プロセスに関して考察した。

その分析した結果について、技術主体を内部化している場合とそうでない場合、またはどのような技術主体を内部化しているかで分析を行った。

4-3-1 内部技術主体が存在しない場合の共通点・違い

共通点として、以下の点が挙げられた。

【内部技術主体が存在しない場合の共通点】

- 1) 設計体制に自分のヒアリング対象者の組織以外の意匠設計事務所が入っており、その意匠設計者が仕様アイディア型（事例 A では性能アイディア型も）の情報提供を意匠設計者が行っている
 - 2) ファサードエンジニアリングコンサルタントが、実現性チェック型・確認検証としてのシミュレーションを行っている
 - 3) シミュレーションをスタディ型としてではなく確認検証型として使っている
 - 4) 基本設計時に実現可能性スタディと仕様要求スタディを平行して行っている
- 違いとして、

【内部技術主体が存在しない場合の相違点】

- 5) 事例 A と事例 B では、確認のためのシミュレーションを行うタイミングが設計初期段階と実施設計段階とで対照的である
 - 6) 共同した設計者が事例 A では組織設計事務所であり、性能要求スタディ型の情報提供を行ったのに対して、事例 B では共同した設計者が技術主体を内部化していない意匠設計者であり、仕様スタディ型の情報提供を行っている
- という点が挙げられた。

ここから、

【内部技術主体が存在しない場合に関する考察】

- 1) では、新規的なファサードを検討するときに、技術主体を内部化していない意匠設計者がまず相談するのは、エンジニアではなく技術主体としての意匠設計者であるということである。設備は設備、構造は構造で共通言語をもっている。意匠設計者も例外ではなく、技術主体としての意匠設計者からノウハウや性能・仕様アイディアに関して情報提供してもらった方が、より設計を進めやすいものと考えられる。
- 2) から、ファサードエンジニアリングコンサルタントとの関わりあい方が同じであるといえる。具体的には性能アイディア、仕様アイディア、性能要求スタディ、仕様要求スタディの情報提供である。シミュレーションも確認検証として使われているのみである。それらの情報提供が存在しないということから、技術主体を内部化していない場合におけるファサードエンジニアリングに関する考え方の一部を取り出すことができる。それは、

-
- a) 環境性能に関する認識から派生するファサードエンジニアリングコンサルタントそのものに対する認識
b) ファサードエンジニアリングそのものに対する認識

にわけることができる。

a) 環境性能そのものに対する認識は、現状として狭義の環境性能に関する高度なエンジニアリングに対して技術主体を内部化していない意匠設計者が求めているないということである。技術主体を内部化していない設計者は、狭義の環境性能に関してではなく、より包括的なアイデアをもって環境建築を設計していることがわかった。そして環境性能に対して狭義の意味での情報提供しか受けられないのではないかという認識があると思われる。

b) ファサードエンジニアリングそのものに対する認識とは、高度な技術を使わずに、今ある技術で環境建築をつくるというスタンスのことである。技術主体を内部化していない意匠設計者は既存の技術を選び、組立なおしながら、「知恵」によって新規的な外皮を設計することを設計のスタンスとしている可能性がある。その「知恵」を助けるのが外部のノウハウのある意匠設計者であると考えられる。

3) シミュレーションは、設備・構造設計者などを内部化している他の事例においては、コンセンサスをとる手段として、設計プロセスにおける技術主体がコンセプトに対して共有が可能なようにする一種の組織技術としての機能も存在していた。しかしながら内部技術主体が存在しない場合ではプロセスを直接変える手段ではなく、確認として使っている。これに関してもいくつかの背景が考えられる。

a) 事例 B ではファサードエンジニアリングコンサルタントがシミュレーションを担当していたため、さきほどいったファサードエンジニアリングコンサルタントという技術主体そのものの認識から、シミュレーションをどうやってフィードバックするべきなのかが、どうやってシミュレーション以降の情報提供を引き出すかが不明であるとも考えられる。

b) 事例 A、B 両方において環境性能を狭義なものから広く空間的なものまでとらえており、そうした狭義の環境性能だけが外皮の設計コンセプトではなかったため、また事例で述べた経験ノウハウが適度に意思決定を支えていたのでそうしたコンセンサス機能は不要だったと考えられる。

4) では、技術主体を内部化していない意匠設計者が新規的なファサードを設計する際に必要とする最小限の情報提供がコストとでであると考えることができる。

5) から、事例 A の方がより性能的に予測可能性が高かったと考えることができる。事例 B では環境配慮を行う外皮が外壁と屋根両方にわたっており、また形態も通常とは異なるため、環境性能に関しても予想がつかなかったと考えることができる。

6) から、設備・構造設計者を内部化している組織はスタディ型の情報提供をするときは意匠設計者であっても性能実現のために必要なことに関する蓄積があり、技術主体を内部化していない意匠設計者はある性能を満たすような仕様に関する知識が蓄積されていると考えることができる。

4-3-2 設備・構造設計者を内部化している組織の共通点・違い

設備・構造設計者を内部化している組織として、事例 C、D、E と比べて F はかなり特殊な事例であるため、まず C、D、E と F の違いに対して分析したうえで、C、D、E の中での違いについて分析する。

【C、D、E と F の共通点】

1) 企画段階で、性能アイデア型の情報提供を受けている

1) から、設備・構造設計者を内部化している組織が新規性のある外皮を設計する際に、性能アイデア型の情報提供が必要、つまり意匠コンセプトだけではコンセプトとして求められていないか、意匠コンセプトとは独立して環境配慮型外皮のコンセプトが決まっていると考えられる。技術主体を内部化していない意匠設計者は、狭義の環境性能だけではない、意匠側のみで提案される性能アイデアも存在していたが、設備・構造設計者を内部化している組織の場合は狭義の環境目標をもった上で、意匠上のコンセプトを考える場合が多いと考えられる。

【C、D、E、F の各相違点】

1) ファサードエンジニアリングコンサルタントが D、E で入っており、C、F は入ってなかった。

1) の理由として、以下の 2 点が挙げられる。

a) 設計期間の違い

事例 D、E に対して事例 F は設計期間がみじかかったため、コンサルティングのやりとりに使う時間がなかったものと考えられる。ファサードエンジニアリングコンサルタントは外部組織のため、情報のやり取りに内部組織よりも時間がかかり、そのため設計期間は内部もしくは施工業者であるゼネコンとのやり取りで完結させてしまっていたと考えられる。

b) 目標とする環境性能（設計コンセプト）の違い

事例 C、D、E は温熱環境・光環境に対して目標性能を掲げ、そのための情報提供としてファサードエンジニアリングコンサルタントから情報提供を受けていたが、事例 F は資源循環性・3R 率を高めることが設計に対する施主要望としてあったため、それに対しての情報提供をすることがファサードエンジニアリングコンサルタントはできなかったと考えられる。

c) 内外の技術主体の違い

事例 C に関しては、環境シミュレーションを組織内部で専門とする技術主体がありそこが環境シミュレーションを行っていたためであると考えられる。

【事例の C、D、E の共通点】

1) 設計プロセスに対してスタディシミュレーション型の情報提供が大きな役割を果たしている

【事例の C、D、E の相違点】

2) 設備設計の情報提供の違い

3) 内部技術主体の違い

4) ファサードエンジニアリングコンサルタントの違い

【事例の C、D、E の考察】

1) に関しては、のちに 4-5 として述べるが、スタディシミュレーション型の情報提供によって、組織としてのコンセンサスをとる手段として使っていると考えられる。

2) に関して、事例 C では仕様要求スタディ、事例 D ではスタディシミュレーション、性能要求スタディ、確認検証、事例 E では性能アイデアというように分かれている。これより役割が多い事例 D では、設備設計者が基本的な組織外部技術主体の窓口になっている可能性がある。つまり、外部技術主体に対して、意匠設計者が直接かかわっているか、設備設計者と一緒にかかわっているか、または間接的に関わっているかに関して設備設計者の役割の多さが変わると考えられる。

3) に関しては、事例 C では内部に環境シミュレーションを専門に行う技術主体を設けており、また事例 D では内部にカーテンウォール委員会という技術主体を設けている。事例 E では特にあらたな部署というものはなかった。これから、

4-3-3 設備・構造・施工・技研を内部化している意匠設計者の共通点・違い

【共通点】

1) 設備設計者の役割が大きい

【相違点】

2) 施工部署の情報提供の違い

3) メーカーの違い

1) に関しては、

設備設計者が外部とのやりとりだけでなく、内部技術主体の技術研究所・施工部署とのやり取りに対して参加しているためであると考えられる。

2) 事例 G においてはすべて確認検証型の情報提供であったものが、事例 H では性能要求スタディ型の情報提供も行っていた。これは、事例 H が施工性そのものにコンセプトの一部をもっていたためである。

3) 事例 G では多くのメーカーに対して情報提供を受けていたが、事例 H では設計に直接かかわったのがサッシメーカーのみであった。一方で、ファサードエンジニアリングコンサルタントに関しては、多くの情報提供を受けていた事例 H に対し、事例 G ではファサードエンジニアリングコンサルタントには確認検証型の情報提供しか受けてない。これは、事例の設計コンセプトとして新規性をどのようにとらえるのかの違いを表していると考えられる。事例 G では、メーカー技術を多数集結し、それを一体化するというプロセスであるが、事例 H では、ある既存の外皮技術の革新という方向性であったため、ファサードエンジニアリングコンサルタントによって先進的な設計にしようとしていたと考えられる。

図 4－2 5 事例 G における技術研究所・施工部門・設備設計の情報提供

技術主体	ヒアリングから抽出した役割	情報提供のタイプ
設備設計部署	スプリンクラー兼用の検討	仕様要求スタディ
	日本の湿度にあった輻射パネルの開発	性能要求スタディ
	温熱シミュレーションサーモグラフィティ	スタディシミュレーション
	輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験での気流測定	確認検証
技術研究所	外装の荷重条件下での実験	確認検証
	2つの建材間のギャップの解消	性能要求
	温熱シミュレーションサーモグラフィティ	スタディシミュレーション
	輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験での気流測定	確認検証
施工部署	開口部一体型PVの止水性・風圧性能の検討	確認検証
	輻射パネルの実物大空間での実際の使用実験	確認検証
	PVの納まりに関する現場モックアップ	確認検証

| 120

図 4－2 6 事例 H における技術研究所・施工部門・設備設計の情報提供

技術主体	ヒアリングから抽出した役割	情報提供のタイプ
技術研究所	温熱環境のシミュレーションを各検討案に関して行い比較	スタディシミュレーション
	風圧・気流に関する風洞実験	確認検証
	竣工後の温熱環境シミュレーション実測	確認検証
	温熱・風圧に関する実物での実験	確認検証
施工部署	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討	性能要求スタディ
設備設計部署	サッシ納まりの詳細検討とユニット化による施工性の実現に関する検討	性能要求スタディ
	実現案に関する温熱環境・気流と形状の関係数パターンに関する詳細なシミュレーション	スタディシミュレーション
	温熱・風圧に関する実物での実験	確認検証
	竣工後の温熱環境シミュレーション実測	確認検証型

4-4 その他技術主体の情報提供の分析

4-4-1 確認検証型情報提供による分類

全事例において、確認検証は必須の項目で合った。しかしながら、環境性能ではなく CW 性能のみの検証であったり、詳細なシミュレーションをもって検証としていた事例もあった。その違いを考察する。

| 121

表 4-27 各事例での実験による確認検証をおこなった技術主体と検証した性能とタイミング

	確認検証協力主体	検証する性能	検証したタイミング
事例A	ゼネコン	意匠上の問題	現場施工段階
事例B	ゼネコン	CW性能	現場施工段階
事例C	大学研究室	環境性能(気流・温熱)	現場施工段階
	ゼネコン	構造性能	現場施工段階
事例D	ゼネコン	環境性能(温熱)	現場施工段階
事例E	ファサードエンジニアリングコンサルタント	環境性能(光環境)	基本設計
	ゼネコン	意匠・構造	現場施工段階
事例F	ゼネコン	あらゆる性能	基本設計～現場施工段階
事例G	ゼネコン(施工部)	CW性能	基本設計～現場施工段階
	ゼネコン(技研)	構造性能	基本設計～現場施工段階
	ゼネコン(施工部)	環境性能(温熱)	基本設計～現場施工段階
	ゼネコン(施工部)	ディティール	基本設計～現場施工段階
	ゼネコン(技研)	構造性能	基本設計～現場施工段階
	ファサードエンジニアリングコンサルタント	構造性能	基本設計～現場施工段階
事例H	サッシメーカー	構造性能・環境性能	実施設計段階

この図では、事例 G が特に外皮に関する実験型の情報提供が行われているが、同時に設計段階からすでに検証を始めていた。また、事例 E では、模型実験を設計プロセスの中間にもっており、確認実証でも様々なパターンが確認される。

4-4-2 シミュレーションによる設計プロセスの違い

事例ごとの設計プロセス分析でも述べていたように、各事例でのシミュレーションの扱いに関して、3つの側面が表れていることがわかった。

- a) 環境性能の定量的評価
 - b) スタディ検討を進めるための手段
 - c) コンセンサスをとるための手段
- という3つの側面である。

| 122

- a) に関しては、環境シミュレーションのもっとも基本的な機能であり、それは現在の仕様が環境性能として目標を満たすようにできているかという意味での確認機能である。この場合のシミュレーションは、確認検証型の情報提供を可能にする。
- b) に関しては、スタディシミュレーション型の説明でも述べたように、仕様の検討に役立てようとするものである。つまり設計プロセス自体に影響をあたえるものとしてである。
- c) に関しては、環境性能が可視化されるため、客観的な手段としてコンセンサスをとるために役立つという側面である。

技術主体を内部化していない意匠設計者では、環境シミュレーションを確認にしか使わなかったことは述べた。しかし組織設計事務所では、シミュレーションを多用しつつファサードエンジニアリングコンサルタントやメーカーとの協働をおこなっている。そのプロセスでは、シミュレーションはスタディシミュレーション型の情報提供として設計プロセスを前進させるためだけではなく、コンセンサスをとるために必要であると考えられる。

各事例の設計プロセスと技術主体の情報提供を同時に分析することによって、設計プロセス自身に対して影響を与える・与えない情報提供の仕方があることがわかった。

確認検証型・・・前後関係として設計プロセスに入る

実現可能性チェック型・・・平行・前後関係として設計プロセスに入る

スタディシミュレーション型・・・設備・構造設計者を内部化している組織では統合関係として設計プロセスに入る

このうち、前後関係として入る確認検証型の情報提供に関しては、どの設計プロセスでも最後に行っているため、必要条件化していると考えられる。また、実現可能性チェック型の情報提供は基本設計時に行う場合は平行型となり、実施設計段階では前後関係として入ると思える。

また、スタディシミュレーション型に関しては、統合関係として入るが、技術主体を内部化していない意匠設計者の分析において、統合関係をもたらすもう一つの要素が存在していた。技術主体を内部化していない場合ではシミュレーションを確認検証として行っていたが、統合的な設計プロセスを踏んでいた。それは、事例分析でもあったように、経験ノウハウが影響していると思える。設備・構造設計者を内部化している意匠設計者、設備・構造・施工・技研を内部化している組織から見ると、シミュレーションは、コンセンサスを技術主体間にもたらすということを通じて、設計プロセスを統合的にしていると言える。設備・構造・施工・技研を内部化している意匠設計者の設計プロセスにおいては、統合関係が存在せず、統合関係を作るものとしてシミュレーションが行われていたわけではなかった。設備・構造・施工・技研を内部化している組織の設計プロセスは前後・平行型で特徴づけられており、シミュレーションがもっている機能としてのコンセンサス以外で設計プロセスを規定するものが存在すると思える。

しかし、設備・構造・施工・技研を内部化している意匠設計者での設計プロセスは事例 G では平行型として進む代わりに、実物大実験を全て設計段階から行うことによって、コンセンサスプロセスをとる前に性能実現を行うことができる可能性を示している。また事例 H では平行して 3 案を検討することで、実現案のメリットデメリットなどを比較することでコンセンサスを得ている。

本章では、各事例の設計プロセスを「前後関係」「平行関係」「統合関係」として分析し、さらに3章で定義した情報提供の仕方から技術主体を分析した。さらに、各事例ごとの情報提供のあり方に関して分析した。最後に技術主体の情報提供のなかで、設計プロセスに影響のあるものを分析し、特にシミュレーション・確認検証について、設備・構造設計者を内部化している意匠設計者の設計プロセスに統合関係をもたらすものとしての側面を見出した。また確認検証の情報提供については、設計プロセスを平行的にすることを可能にするとした。そうしたうえでスタディシミュレーションの情報提供がもたらす統合関係を「コンセンサス機能」とし、さらに設備・構造設計者を内部化している意匠設計者以外の、内部技術主体をもたない意匠設計者と、設備・構造に加え施工・技研を内部化している意匠設計者でのコンセンサスがどのようにとられているのかを分析した。そのうえで、技術主体を内部化していない意匠設計者はノウハウが全体のコンセンサスをとる役割を果たし、設備・構造・施工・技研を内部化している意匠設計者では統合的でない設計プロセス内で代替案との比較や、確認検証の基本設計プロセスからの開始など、平行性・前後性に対して変更を加えることでコンセンサスをとる手段をもっていたことがわかった。

5-1 設計プロセスの構造に影響を与える情報提供のあり方と技術主体

3章から、事例ヒアリングより予測される情報提供の種類として、「仕様アイデア」「性能アイデア」「性能要求スタディ」「仕様要求スタディ」「スタディシミュレーション」「実現可能性チェック」「確認検証」が存在するということがわかった。その段階では、前者4つを設計内容に関わるものとして、後者3つをそれに付随するもの、補完するものと暫定的に定義した。

しかし、4章での考察において、後者3つは、設計プロセスにおいて重要な役割を果たしており、設計プロセスの構造に対して影響を与える、もしくは設計内容とは違う意味で無関係であるということがわかった。

設備設計者と構造設計者を内部化している意匠設計者において、「スタディシミュレーション」に関する情報提供は、設計プロセスに対して統合的な関係を与える。また設備・構造・施工・技術研究所を内部化している意匠設計者は、「確認検証」を前倒しするか、先送りにするかで、平行的な設計プロセスをもつことができた。また「実現可能性チェック」は常に平行的に設計プロセスに対して存在し、設計プロセスの内容となるものではないが、設計プロセスの構造に対しても影響を与えないものになっている。

したがって、これからそういった情報提供が可能な技術主体は、設計プロセスに影響を与える技術主体であるといつてよい。スタディシミュレーション、実現性チェック、確認検証に関して情報提供をしている技術主体は、他にも含めて以下のようになっている。

表5-1 情報提供のあり方と技術主体と技術主体の内部化との関係

情報提供のあり方	主に情報提供していた技術主体	設計事務所がどの技術主体を内部化しているか	情報提供のあり方の定義	具体例
仕様アイデア	外部意匠設計者	内部技術主体なし	コンセプトに合致する新規的な外皮の仕様とその構成などに関して情報提供する	設計経験/ノウハウを用いた仕様の提案 など
	ファサードエンジニアリングコンサルタント	設備・構造技術者を内部化		
	メーカー	設備・構造・環境技術者を内部化		
性能アイデア	外部意匠設計者	内部技術主体なし	環境性能に関して、新たに着目されていない要素に着目しそれに関して情報提供する	温熱だけでなく視覚的な効果に着目する など
	ファサードエンジニアリングコンサルタント	設備・構造技術者を内部化		
	内部エンジニア	設備・構造・環境技術者を内部化		
仕様要求スタディ	複数の技術主体	全ての意匠設計者	仕様の実現に対して環境性能または構造性能を確保して実現をサポートするプロセスでの情報提供	構造と外皮の一体化のために必要な構造の設計 など
性能要求スタディ	複数の技術主体	全ての意匠設計者	環境性能の実現に対して、仕様の検討を繰り返して性能を達成する中でやり取りされる情報提供	外皮のユニット化実現のためディティールの革新に対して情報を提供 など
スタディシミュレーション	ファサードエンジニアリングコンサルタント	設備・構造技術者を内部化	環境性能を視覚化し、仕様の検討にフィードバックして仕様と性能の往復を素早くすることを可能にする情報提供	光を屈折するアクリルルーバーのスタディ など
	内部エンジニア	設備・構造・環境技術者を内部化		
実現可能性チェック	メーカー	全ての意匠設計者	コスト、性能などに対してチェックを行い、実現可能性のチェックをしてその結果を提供	早い段階からのメーカーコンサル など
	ファサードエンジニアリングコンサルタント	内部技術主体なし		
確認検証	ゼネコン	全ての意匠設計者	環境性能その他の性能が実現しているかを実験などで確認する中での情報提供	大学研究室による気化冷却効果実物実験 など
	大学研究室	設備・構造技術者を内部化		

設備・構造技術者内部化を行っている設計事務所 事例 C、D、E では、スタディシミュレーションをどの程度内部化して行っていたのかで違いが現れた。

事例 C では、環境技術関係の技術主体を内部化しており、シミュレーションはすべて内部で行っていた。また事例 D では、内部設備設計者と外部のファサードエンジニアリングコンサルタントが両方・共同で行っており、また事例 E では外部の技術主体であるファサードエンジニアリングコンサルタントにシミュレーションはほぼすべて任せていた。

| 127

こうした違いがあるにも関わらず、事例 C、D、E は統合的な関係で設計プロセスを構成している。事例 C は内部エンジニアによって設計プロセスが統合的になっているが、

また、確認検証に関する情報提供は、事例 G、H とともに施工・技研を内部化しているので、確認検証に関しては、比較できないが、一方で統合的なプロセスでありつつも代替案を平行検討していた事例 C では、最終的な確認検証した技術主体は大学研究室であった。もし大学研究室が柔軟な体制であったなら、施工を内部化しているのと似たような影響が事例 C の設計プロセスにおいて起こっているといっていよう。

実現可能性チェックに関する情報提供では、メーカーとファサードエンジニアリングコンサルタントがおもに情報提供していたが、内部技術主体がいない場合においてのみ、ファサードエンジニアリングコンサルタントが情報提供していた。またメーカーが実現可能性チェックをするときは、あらゆる内部エンジニアのタイプに（なしも含めて）対応していた。

5-3 まとめ

本研究では、新規的な外皮技術に関しての設計プロセスをおうことにより、環境配慮型外皮を革新するときにおこりうる設計プロセスの構造に対して影響を与える技術主体を明らかにすることができた。それは1章で述べたように仕様・性能という手法だけの領域では語り得ない部分であり、今後も環境配慮型外皮設計の手法は技術が新しくなるたびに増えると予想されるが、手法を追い続けるだけでは見えない主体間の情報提供から、今後の環境配慮型外皮をとらえることが今後重要になってくると言える。

【参考文献】（書名・著者・刊行年・出版社）

『新建築 2002 年 1 月～2011 年 10 月』新建築社

『自然エネルギー利用のためのパッシブ建築設計手法事典』

著者：彰国社 編

刊行年：2000 年

出版社：彰国社

『Climate Skin: Building-Skin Concepts that Can Do More with Less Energy』

著者：Hausladen, Gerhard.

刊行年：2007

出版社：Birkhauser

『アトリウム環境設計』

著者：日本建築学会 編

刊行年：1994 年

出版社：彰国社

『ソーラー建築設計ガイドブック』

著者：日本建築学会 編

刊行年：2001 年

出版社：彰国社

『昼光照明デザインガイド 自然光を楽しむ建築のために』

著者：日本建築学会 編

刊行年：2007 年

出版社：技報堂出版

『ガラスの建築学 光と熱と快適環境の知識』

著者：日本建築学会 編

刊行年：2004 年

出版社：学芸出版社

『ガラスの建築学—意匠と機能の知識』

著者名：日本建築学会 編

刊行年：2009 年

出版社：学芸出版社

『建築緑化入門—屋上緑化・壁面緑化・室内緑化を極める！』

著者名：日経アーキテクチャ 編

刊行年：2009 年

出版社：日経 BP 社

『カーテンウォールってなんだろう』

著者：社団法人 日本カーテンウォール工業会

刊行年：1996年

出版社：社団法人 日本カーテンウォール工業会

『建築工事標準仕様書・同解説 JASS 1-4 カーテンウォール工事』

著者：日本建築学会

刊行年：1996年

出版社：日本建築学会

| 129