

建築概論

(第4回)

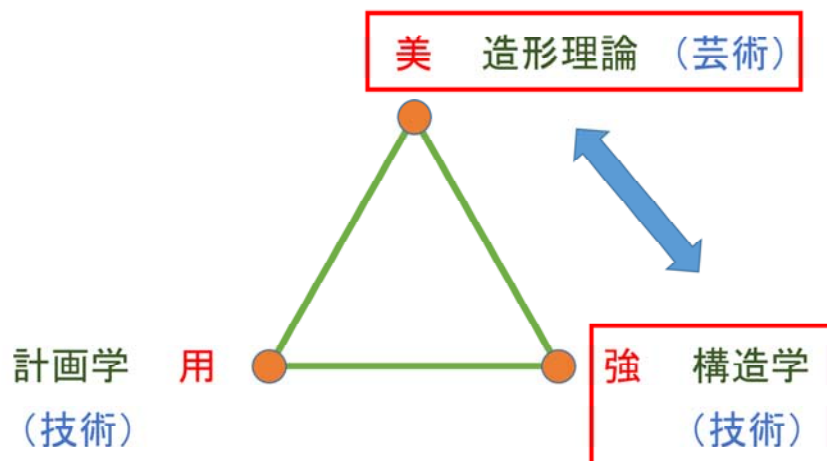
「美」と「強」—意匠と構造

1

第4回は、「美」と「強」の関係、すなわち「意匠」と「構造」の関係について講義します。

建築の三つの立脚点

ウィトルウィウス
(紀元前80年～後70年頃)



2

少し復習すると、ウィトルウィウスは、建築を構成する3要素として、「美」「用」「強」をあげていますが、今回は、その「美」と「強」の関係について話します。

前回説明したように「美」は造形理論で、芸術に属し、「強」は構造学の分野で、技術に属します。

ちなみに、欧米の建築学科は、その多くが芸術学部属しており、工学部の中に建築学科があるのは、日本独自です。

では、なぜ日本では、建築学科が工学部の中にあるのか？ それは、日本は地震国だからですね。すなわち、構造学をしっかり学ばないと、折角建てた建築物が地震でことごとく壊れてしまうからです。

そこで、今回は、西洋の近代建築の歴史を少しひもときましたが、今回は、日本のモダニズムの歴史と、なぜ日本の建築学科では、構造が重要視されるようになったか、その背景について解説したいと思います。

前川國男

日本のモダニズム建築の先駆者(1905年～ 1986年)



前川國男の自邸(1942年)



岡山県庁舎(1957年)

ル・コルビュジエ、アントニン・レーモンドの元で学び、モダニズム建築の旗手として、第二次世界大戦後の日本建築界をリードした。

3

まず、日本のモダニズム建築の先駆者は、前川國男です。

前川國男は、三大巨匠の一人であるル・コルビュジエのもとで学び、合理主義、機能主義を基調とするモダニズム建築を日本に持ち帰り、広めた人物です。

スライドの写真は、前川國男の自邸と岡山県庁舎ですが、前川國男の自邸の方は、木造建築ですが、それまでの日本の木造住宅とは雰囲気違います。また、岡山県庁舎の方は、現代では見慣れたビルですが、当時の日本には、このようなラーメン構造のシンプルな形のビルは珍しかったわけです。

丹下健三

日本のモダニズム建築の巨匠(1913-2005)



国立代代木竞技场 第一体育馆

日本人建築家として最も早く日本国外で活躍。磯崎新、黒川紀章、槇文彦、谷口吉生などの世界的建築家を育成した。



東京カテドラル

そして、日本のモダニズム建築に最も大きな影響を与えたのが丹下健三です。日本のモダニズム建築の巨匠と言ってもよいと思います。

丹下健三は、東京帝国大学(現在の東京大学)の出身で、卒業後、一時、横山國男の設計事務所に入社しますが、3年後に再び東京大学に戻り、東京大学の助教授・教授として、多くの建築作品を生み出します。

スライドの写真は、丹下健三の代表作である国立代代木競技場と東京カテドラルです。国立代代木競技場は、前回の東京オリンピックの時に建てられたもので、世界的に有名な建築物です。また、東京カテドラルは、それまでのキリスト教の教会とは、まったく異なる形式の建築物で、内部もほとんど装飾がなく、光と打ちっぱなしのコンクリートの壁で、神の超越性を見事に表現しています。

新材料で日本の伝統美を継承



国立代代木競技場



京都 醍醐寺



広島平和記念資料館



奈良 正倉院

5

ただし、丹下健三の作品を見ると、確かにシンプルな形をしています。単なる機能主義、合理主義のモダニズム建築とは異なる面があるように思われます。

例えば、このスライドに示す国立代代木競技場の屋根は、京都の醍醐寺の屋根をイメージして設計されたと言われていたり、広島平和記念資料館は、奈良の正倉院をイメージして設計されたと言われていたり。

このように、丹下健三は、コンクリートや鉄などの新材料を用いて、日本の伝統美を継承しようとしたわけです。この辺が、西洋のモダニズム建築と一線を画するところですね。

原爆ドームが世界遺産になったのは丹下健三のおかげ



原爆死没者慰霊碑



宮島・厳島神社・大鳥居

6

また、このスライドは、広島平和公園にある原爆死没者慰霊碑ですが、よく見ると、慰霊碑を通して原爆ドームが見えるように設計されているわけです。

これは、宮島の厳島神社の大鳥居から、厳島神社の正面が見えるのと同じですね。すなわち、これも、丹下健三が、日本の伝統文化を継承しようとした一例なのです。

実は、広島平和公園の設計は、デザインコンペで設計者が決められたのですが、丹下健三以外のコンペ案では、原爆ドームを祈りの中心には置いていなかったそうです。ですから、もし他の建築家のコンペ案が採用されていたら、原爆ドームが世界遺産に選ばれることはなかったかも知れません。

現代日本建築の四相（隈 研吾）

- Theory 理論
 - 弁証法(この世のすべての概念は、**正(テーゼ)**、**反(アンチテーゼ)**、**合(ジンテーゼ)**の三つに分けられるという考え方やその方法)
- Technology 技術
 - **デザインは技術への挑戦→構造技術者の誕生**
- City 都市を重要視
- Humans 人間という視点で建築を考える

7

丹下健三については、東京大学の隈研吾氏が、「現代日本建築の四相」という講義で、丹下健三が、現代建築に及ぼした影響について語られているのですが、この中で、丹下健三は、Technology(技術)を重んじた建築家だったと言われています。

ここにあるように、「デザインは技術への挑戦」だと言われているわけです。

近代建築を支えるのは技術



関東大震災

8

1923年に起きた関東大震災は、丹下健三が10歳の頃だと思われていますが、日本においては、技術力なくして新しいデザインに挑戦することは不可能だと身に染みておられたのではないかと思います。

このような構造技術を大事にするという丹下健三の思想が、後に多くの優れた構造技術者を生み出すことになるわけです。

建築家を支える構造研究者の出現



坪井善勝
1907-1990

1929年東京帝国大学工学部建築学科入学。
1932年東京帝国大学大学院入学。
和歌山県営繕技師、九州帝国大学助教授を経て、
1942年東京帝国大学第二工学部建築学科教授。
1949年から1968年まで、東京大学生産技術研究所
第5部教授。

坪井善勝が育てた構造研究者

- 若林實
- 田治見宏
- 青木繁
- 川股重成
- 川口衛

東大退官後の日大でも

- 斎藤公男
- 今川憲英
- 中田捷夫

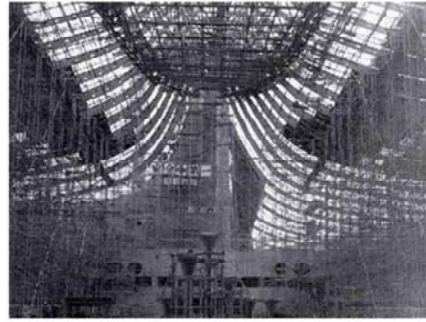
9

先にも述べたように、丹下健三は、東京大学の教授でもありましたから、丹下健三の建築物の構造設計は、同じ東京大学の坪井善勝教授とその研究室が請け負ったわけです。

そして、その坪井善勝研究室から、後に、多くの著名な構造技術者・研究者が輩出するわけです。

また、坪井先生は、東京大学退官後、日本大学に行かれるのですが、そこからも、著名な構造技術者・研究者が生まれています。

実は、私の広島大学時代の恩師である吉田長行先生も、この坪井善勝研究室の後を継がれた半谷裕彦教授の研究室出身なのです。ですから、私の先生の先生の先生は、坪井善勝先生だということですね。(余談ですが。)



丹下健三 + 坪井善勝(1907-1990)

10

そのような構造技術の粋を結集した建築作品が国立代々木競技場ですね。この建物は、橋梁などに用いられる吊構造で、当初は、メインケーブルに、それと直行する方向にケーブルを繋ぐ予定だったそうですが、ケーブルでは、屋根の鉄板の形状が定まらないため、やむなく形が変化しない鉄骨を用いたのだそうです。

このような建築は、現代においても、非常に難しいものです。それを、オリンピックの開催に合わせて、突貫工事でやるわけですから、当時の技術力は驚くべきものですね。

実務構造家の出現



木村俊彦
1926-2009

前川國男のアトリエ出身。半世紀に亘って数多くの建築作品に携わり、1980年代より横文彦、篠原一男、磯崎新、原広司、安藤忠雄ら著名建築家の作品の構造設計を手掛けた。

木村俊彦事務所出身の構造家

- 渡辺邦夫
- 梅沢良三
- 新谷真人
- 佐々木睦朗
- 池田昌弘
- 佐藤 淳

金箱温春も、横山不学、木村俊彦に師事した一人

11

一方で、大学以外にも、構造を専門とする技術者が設計事務所を開設します。その先駆けは、横山不学という人ですが、1950年に横山建築構造設計事務所を開設し、その後、1952年に、このスライドにある木村俊彦という人物が、この設計事務所に入所します。

この木村俊彦は、1950年にモダニズム建築の先駆者である前川國夫の事務所に入所するのですが、その2年後に横山建築構造設計事務所の移っているのですね。ちなみに、丹下健三が前川事務所にいたのが1938年～1941年ですから、木村俊彦とは少しずれています。

そして、この木村俊彦は、自らを「構造家」と名のり、構造技術者の地位を「建築家」と同じレベルまで引き上げたわけです。ですから、海外には、「構造家」と言われる人はいないわけで、これは日本独自の文化でもあるわけです。

このような構造家の歴史については、資料1にまとめてあるので読んでみてください。

梅田スカイビル



原 広司 + 木村俊彦

そして、日本の近現代建築は、建築家と構造家のコラボ(協力)によって、世界には見られない様々なユニークな建築物を生み出して行くわけです。

スライドは、大阪にある梅田スカイビルですが、これは建築家原広司と木村俊彦事務所のコラボによって設計された建築物です。
空中庭園で有名ですね。

JR京都駅



原 広司 + 木村俊彦（西伸介）

これは、同じ原広司と木村俊彦事務所のコラボによって設計された新京都駅です。

ちなみに、木村俊彦事務所で、実際の構造計算を任されたのは、西伸介という人で、現在、岡山で構造設計事務所を開設されており、内の卒業生も何人かその事務所に入所しています。

日本のポストモダン建築 メタボリズム(生きている建築)



菊竹清訓設計「エキスポタワー」
(1970年)



黒川紀章設計「中銀カプセルタワービル」
(1972年)

14

その後、日本にもポストモダン建築の流れがやってきて、菊竹清訓や黒川紀章らが、メタボリズム建築を提唱します。
これは、生きている建築ということで、細胞が増えたり、減ったりするということですね。

メタボリズム → 生物模倣？



ソフィテル東京: 菊竹清訓設計



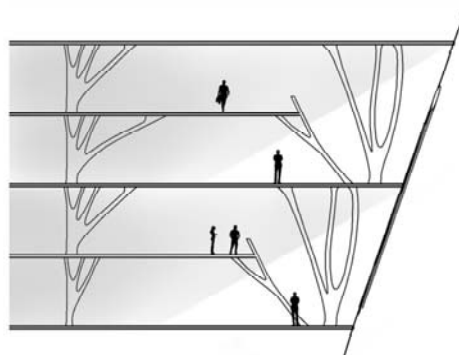
1本の樹木をイメージしたといわれる

15

そして、菊竹清訓は、メタボリズムから、都会に森を、ということで、樹木をイメージしたビルなどを設計します。

しかし、ポストモダン建築は、その後、あまり顧みられることなく衰退していきます。残念ながら、このソフィテル東京も、現在は取り壊されてなくなっています。

バイオミメティクス(生物模倣技術)



<http://ungroundedarchitecture.blogspot.jp/2011/08/soft-kill-option.html>

しかし、最近では、建築だけでなく、機械分野などでも、バイオミメティクスという生物の機能や形を工業製品に生かそうという試みが盛んになってきており、再び、樹木などの自然な形を建築デザインに生かそうとする試みが出てきています。

TOD'S 表参道ビル



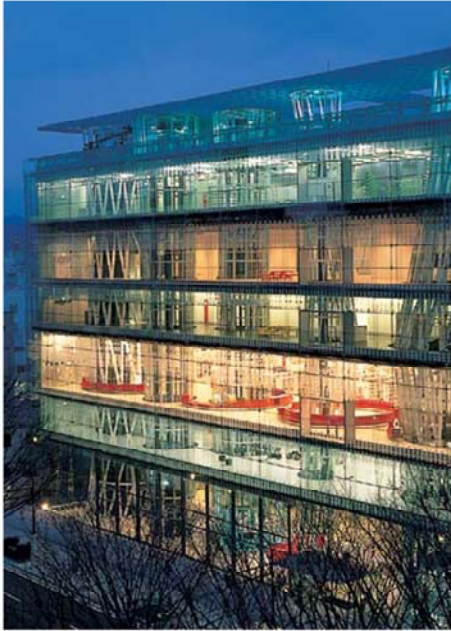
伊東豊雄 + 新谷真人

これは、菊竹清訓の事務所出身の伊東豊雄の作品ですが、表参道のケヤキの木の枝をそのままビルの構造にしたTOD'S表参道ビルです。

このビルにおいては、垂直の柱・水平の梁といった従来の概念を取っ払うようなデザインで、なかなか従来の設計法では、構造計算が困難な物件でした。

それを実現したのが、新谷真人という構造家で、私も、このビルには非常に大きな衝撃を受けました。

仙台メディアテイク



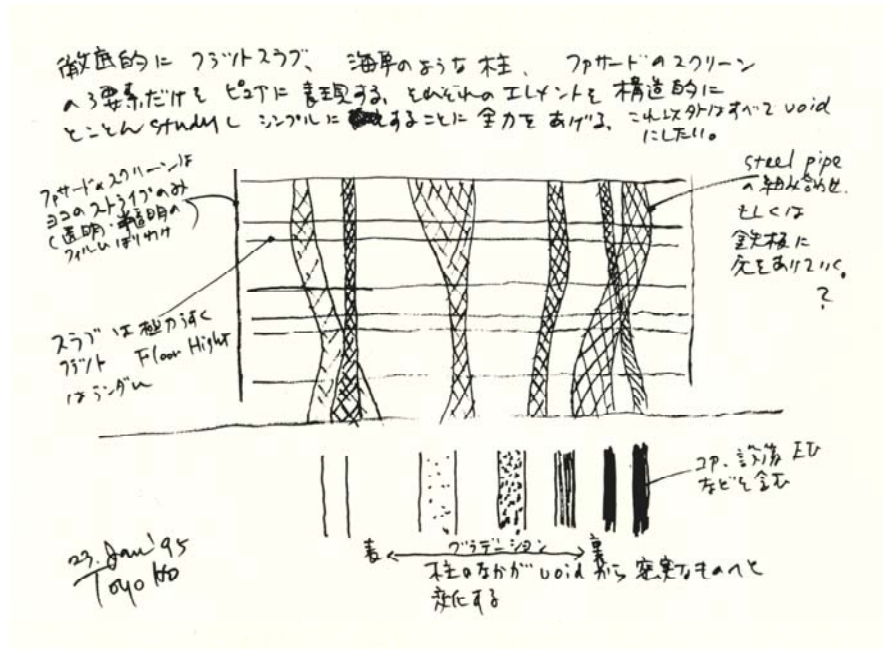
伊東豊雄 + 佐々木睦朗

そして、これは、同じ伊東豊雄の仙台メディアテイクという建築作品ですが、これにも、垂直な柱、水平な梁というものはありません。

この建物は、伊東豊雄と佐々木睦朗という構造家のコラボによって建てられたものですが、この作品は、国内外で非常に大きな反響をもたらしたわけです。

ちなみに、佐々木睦郎は、木村俊彦事務所の出身です。

伊東豊雄(建築家)によるスケッチ



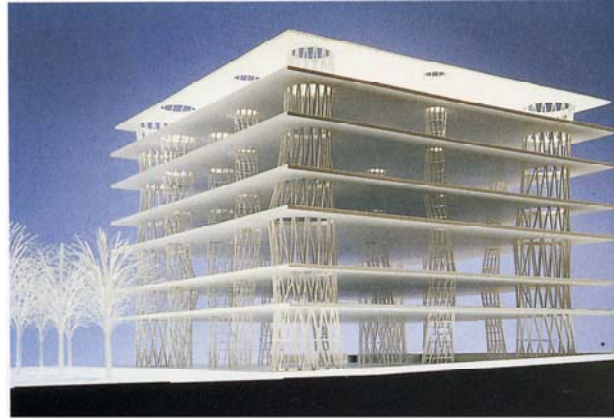
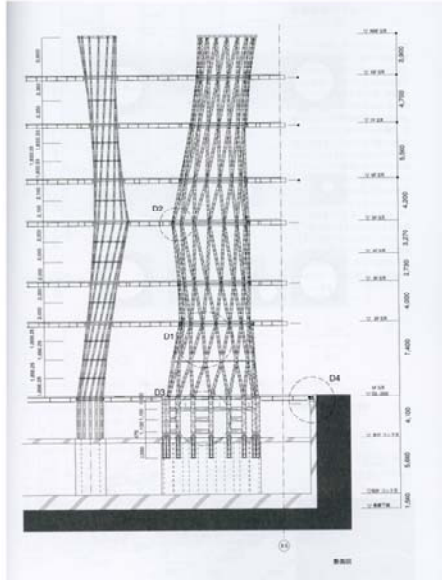
佐々木睦朗によると、これは、仙台メディアテイクのコンセプトとして、伊東豊雄から送られてきたファックスなのだそうです。

徹底的にフラットなスラブと海藻のような柱でこのような建築が作れないかという提案ですね。

普通の構造技術者なら、こんなの無理だと突き返しますよね。

それを、佐々木睦朗は、やりましようと言ったわけです。

佐々木睦朗(構造家)による構造設計



ミース的なキュービックの中にガウディ的なラチスシェルを持ち込んだ空間構造 (佐々木睦朗)

それで、コンピュータを駆使して、このような鉄骨の柱デザインの構造計算を行い、限りなくフラットな梁のないスラブを実現するために、日本の造船の技術を導入したのだそうです。

そうやって、建築家と構造家が知恵を出し合って、世界に例を見ない新しい建築が誕生することになったわけです。

シェル構造も自然形態



大連貝殻博物館

また、建築分野におけるバイオミメティクスとして古くから用いられているのが貝殻の構造を模倣したシェル構造です。

瞑想の森 市営斎場



伊東豊雄 + 佐々木睦朗

伊東豊雄と佐々木睦朗は、このようなシェル構造に対しても、コンピュータによる構造計算を駆使して、このような自由な曲面を有するシェル構造を制作しています。

ただ、このような鉄筋コンクリートのシェル構造を作るには、非常に複雑な型枠構造を作る必要があります、これには、日本の大工技術が大きく貢献したと言われています。

ですから、このような建築物は、日本の構造技術、生産技術の伝統がなければ実現不可能だったわけですね。



これも、伊東豊雄と佐々木睦朗のコラボによる福岡の植物公園ぐりんぐりんです。
ぜひ、九州に行ったときは、見学してきてください。

プリツカー賞を受賞した日本の建築家

(1979年から始まる)

- 1987年 丹下健三
- 1993年 槇 文彦
- 1995年 安藤忠雄
- 2010年 妹島和世 & 西沢立衛 (SANAA)
- 2013年 伊東豊雄
- 2014年 坂 茂
- 2019年 磯崎 新

このようにプリツカー賞受賞者が多いのは、建築家と構造家の
コラボによる日本独自の建築文化が背景にあると思われる。

ちなみに、これは、建築分野のノーベル賞と言われるプリツカー賞(年に世界に一人)を受賞した日本の建築家ですが、これらの建築家の影には、構造家と呼ばれる優れた構造技術者がいるわけです。

第4回レポート課題

1. 日本のモダニズム建築についてわかったことを書け
2. 構造家についてわかったことを書け
3. 副読本の「第4章」を読んだ感想について書け

25

今回は、このレポート課題にしたがって、レポートを作成してください。

なお、日本の有名な構造家を資料2にまとめていますので、ぜひ憶えてください。

以上で、第4回目の授業を終了します。

以下、付録を付けていますので、興味のある人は読んでみてください。

3Dプリンター建築



26

以降は、私が行っている研究の紹介になるのですが、最近では、建築分野にも3Dプリンターの技術が導入されてきており、近い将来、住宅などは、3Dプリンターで作る時代が来るかも知れません。



3Dプリンター
によって造られ
たオフィス

製造技術革命が
起きるかも？



27

これは、3Dプリンタによって作られたオフィスですが、すでにこの程度の単純な形状なら3Dプリンタで制作が可能になっています。

時代はガウディの建築へ



カサ・ミラ(アントニ・ガウディ)

28

そうすると、アントニ・ガウディが目指した、直線がほとんどない有機的建築も、その内、3Dプリンタで建設が可能になるかも知れません。

研究室の研究トピックス(1)



自然に溶け込む構造形態の創生

29

そこで、私の研究室では、そのような時代を見越して、コンピュータで、力学的に合理性を有する建築物を自動的に創り出す技術を開発しています。

これは、斜面や森に合った形態をコンピュータで自動的に創生したもので、これらは地震にも強い形になっています。

また、これを見ると、垂直な柱・水平な梁はどこにもありませんね。

研究室の研究トピックス(2)

<グランプリ賞・オーディエンス賞>



作品名：キノマルイス
作者名：奥野 和希

力学的アプローチによる、最も効率の良いツールの脚として最適化された形態に新しさを感じる提案です。

「今まで見たことがあるようで無いような家具のデザイン」というコンセプトからもうかがい知れるように、新しい技術、考え方である一方で、現代のライフスタイルに溶け込む家具として提案されています。

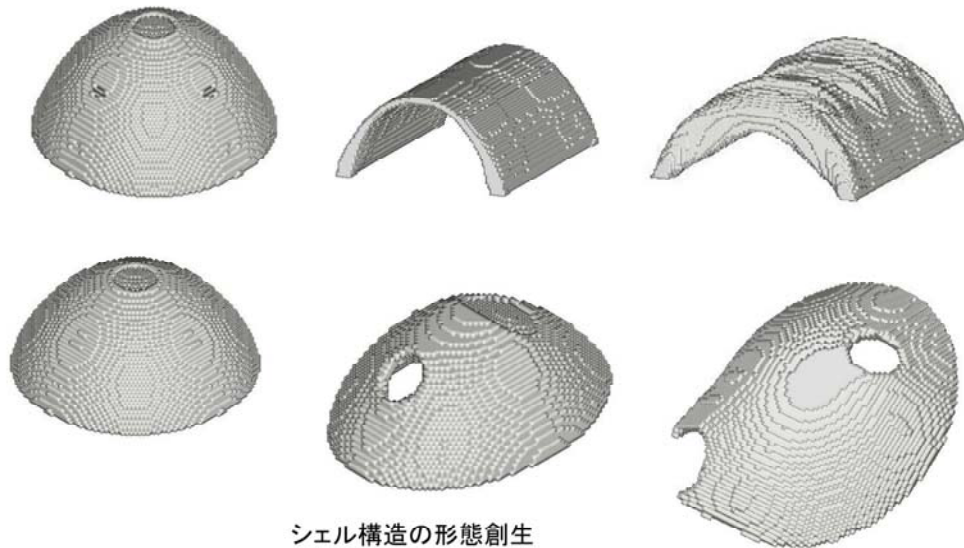
トポロジー最適化による家具の前例は複数ありますが、技術だけが先行しない、使用されるシーンを考慮した形態に落とし込んでいる点が評価されました。

家具のデザインでグランプリ賞(製品化も決定!)

30

これは、建物には、まだ応用が難しいので、椅子のデザインに研究室の形態創生法を適用して、学生がコンペで賞をもらったものです。

研究室の研究トピックス(3)



シェル構造の形態創生

31

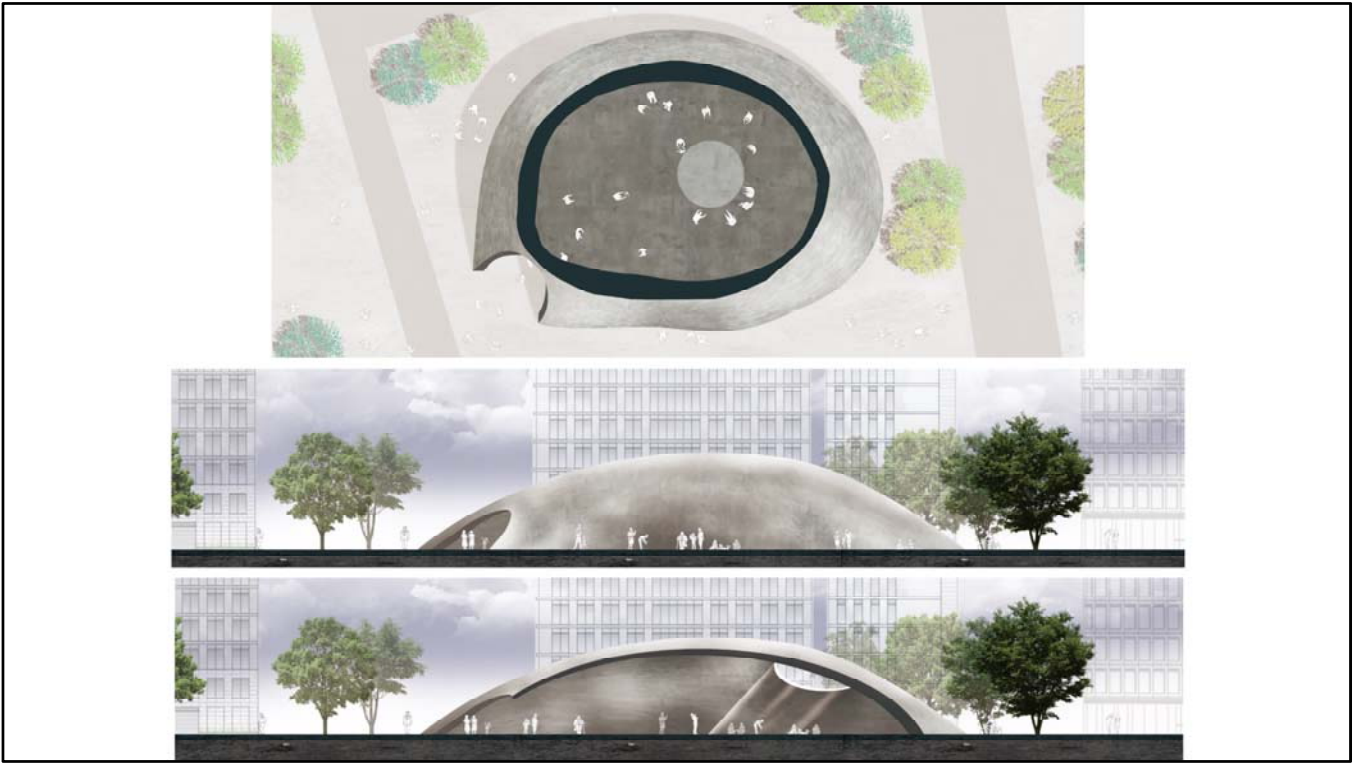
また、これは、同じ手法を用いて、シェル構造を創生したのですが、様々なデザインが自動的にできるのですね。
このシェルの穴なんかも、一番材料の要らないところに自動的に穴が空くのです。



1 名古屋在住の人はもちろん、名古屋駅の利用者や、観光客、オフィス利用者など様々な人が行きかう駅通り。ボ
リウムが四角であると、人は区画された道を通行し、この敷地は利用者以外、認識されない空間となっている。



これは、このような方法で創生されたシェル構造を用いて、設計デザインコンペにトライしたものです。



これは、平面図、立面図、断面図ですね。



自由曲面シェル構造の形態創生

34

そして、これはパースです。

すなわち、私がやっている研究は、建築家、構造家に利用してほしい、構造デザインツールの開発ですね。

そして、もうすぐ研究室で開発したプログラムは、市販のソフトウェアに組み込まれる予定なので、いよいよ、実際にこのようなツールを用いて、アントニ・ガウディが実現したかった建築物が、世界のあちこちに造られる時代が来るかも知れません。