

外力に適応する建築

- 関節を持つ柔軟なストラクチャーの設計 -



# 01\_concept



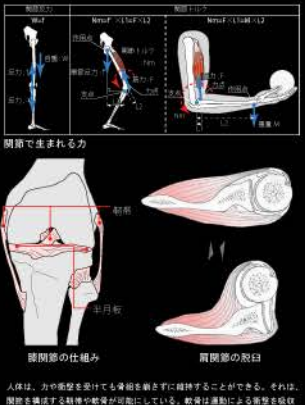
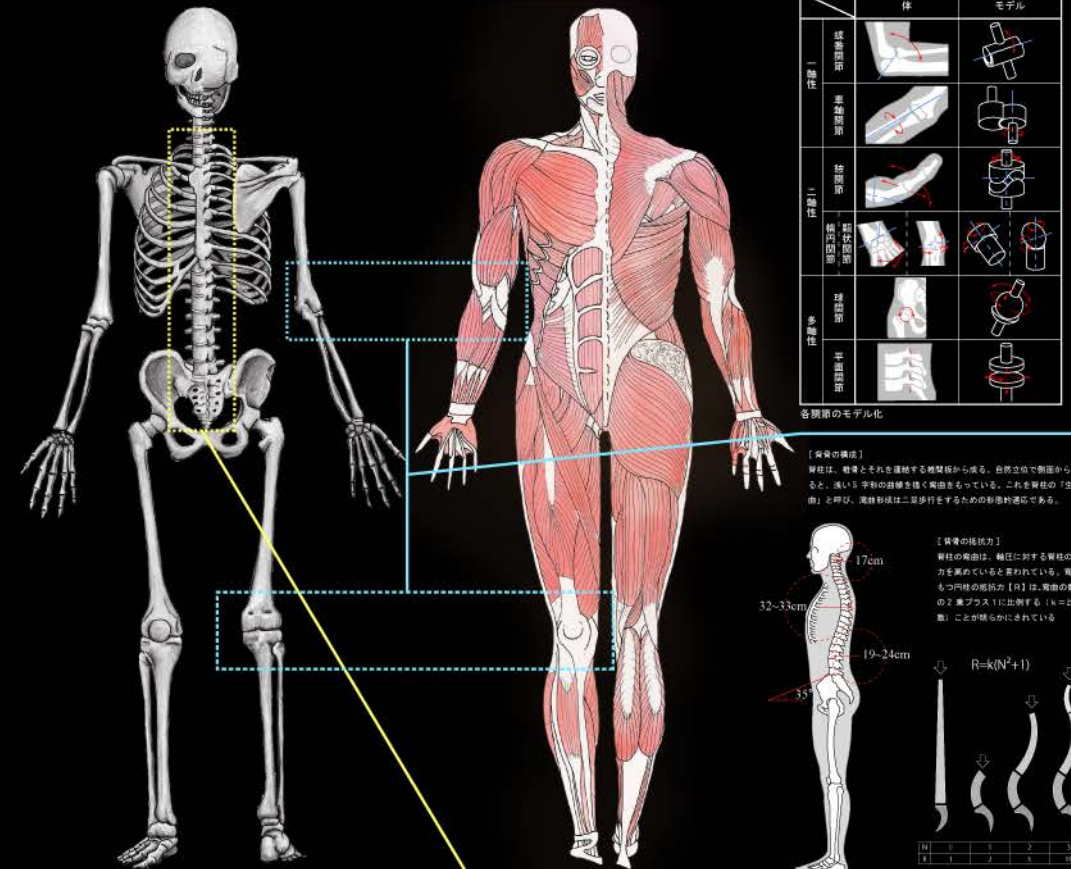
今日の建築物は経済合理性の追求により鉛直・直角で構成された画一的な形態に陥る傾向がある。しかし、自然界で外力を受けながら進化してきた生物の作る形は、あいまいな線で構成され約直・直角で作られているものは存在しない。その生物は、しなやかでありながら強い構造システムを保持し、これらには、今建築物に求められている環境への配慮や災害時の回復能力といった新たな機能の実現可能性がある。  
つまり、建築が自然界であらゆる外力を受けながら存在する上では、外力に耐えるのではなく、生物のように外力に適応していくことが必要なのではないか。

# 02\_diagram



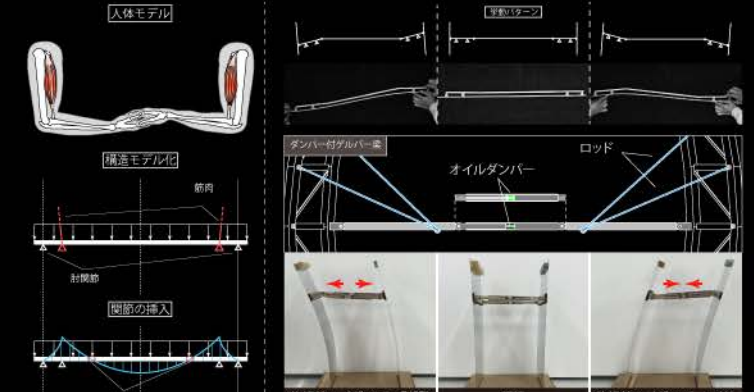
建築には“硬く耐える”特性と生物には“柔らかく受け持つ”特性があることがわかった。建築と生物の中間に位置する構造とは、この一見相反する2つの特性を併せ持つことであると捉える。人は、重力に対して自立できる構造体を持っている。しかし、過度の外力を受けたときには、周囲の支えを利用してバランスをとっている。(例：電車内での揺れには吊り棒に掴まる。地震が起きたときに人や柱に掴まる。組体操。)写真の構造を骨組として見てみると、3本の柱(背骨・足)とそれぞれを繋ぐ梁(腕)で構成されていることがわかる。これを参考にして人体の構造を建築に落とし込んでみる。

# 03\_research



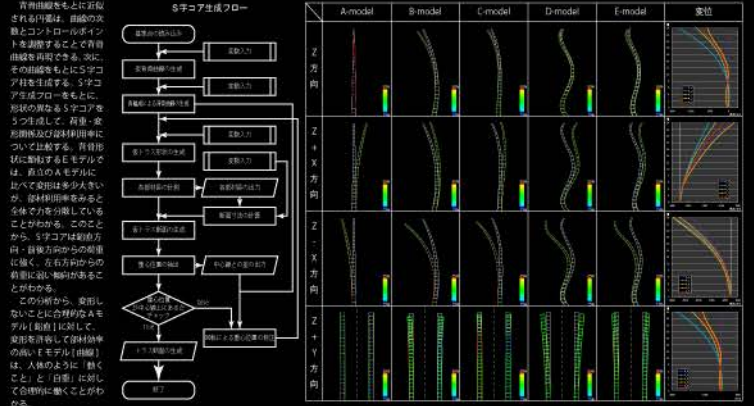
人体は、力や衝撃を受けても骨組を崩壊させずに維持することができる。それは、関節を構成する骨や軟骨が弾力にしている。軟骨は運動による衝撃を吸収し、関節は可動範囲を超えて関節が動くこと自体にしている。

# 04\_gerber beam - experiment



従来の丈夫な骨格を再現するために関節と骨をモダンコードとしてグリバー梁のモデル化を行う。モデル化したグリバー梁に加え、関節の可動性・弾力性・衝撃吸収などの効果を持たせるために中央にダンパーを設置する。各コアをこの状態で繋ぎ、個々の関節を可動にする。したがって、骨は柔らかい全体として丈夫な構造体となる。

# 05\_S core - analysis



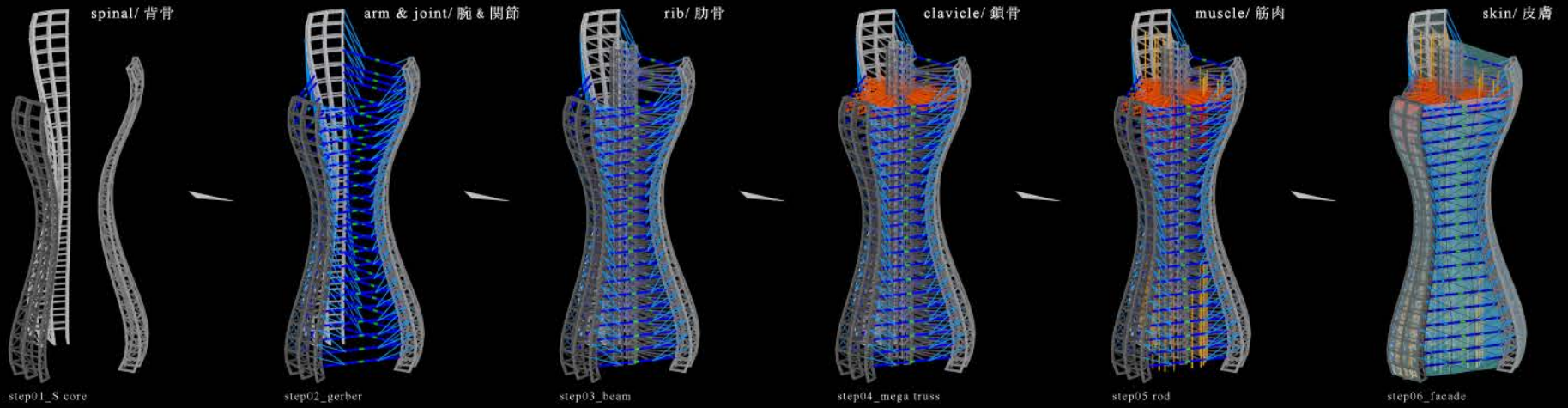
脊椎動物は、魚類・両生類・爬虫類・鳥類・哺乳類の5類からなる。これら脊椎動物の原点は、今から5億年前に出現し、自然淘汰を繰り返して体全体の構造にも大きな変化をもたらした。環境へ適合するために進化に成功し、その身体には数億年が蓄積されていると考えられる。中でも小さな接地面積で自立を可能にした人体構造の調査を行う。



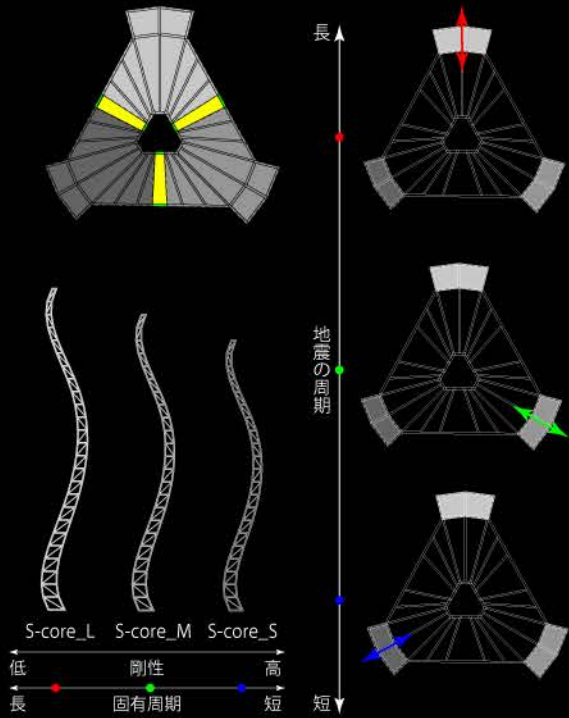
## 06\_structural diagram

02\_diagramで示した構造体をもとに、建築構造のモデル化を行う。

- <step01\_S\_core>  
背骨をもとに、自重を負担するS字のコアをモデル化する。
- <step02\_gerber>  
股いた腕をゲルバー梁という、関節を持つ梁に置換する。更に、関節の衝撃吸収の役割を果たすダンパーを中央に配置する。
- <step03\_beam>  
肋骨のようにS字のコアから伸びる梁によって内部空間を支える。
- <step04\_mega truss>  
鎖骨のようなメガトラスによって3つのコアを安定させる。
- <step05\_rod>  
筋肉の役割を果たすロッドによって空間を補助する。
- <step06\_facade>  
皮膚のように伸び縮みし、変形に追従できるファサードで覆い空間をつくる。



## 07\_structural design



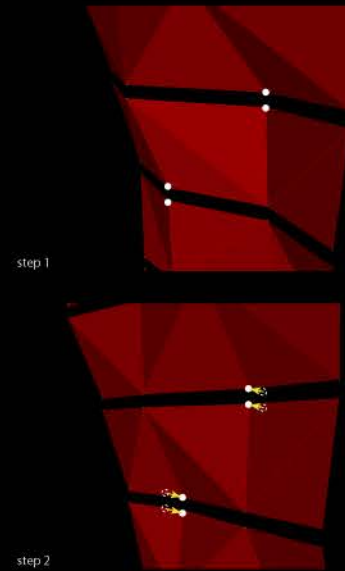
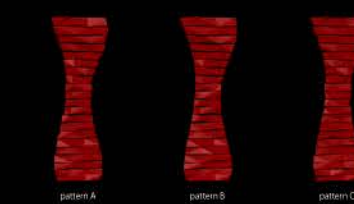
・大中小のS字コア/互いに支えあうコア

解析結果のS字コアの外力に対する方向性を考慮し、互いに支え合い補うよう三角形に配置する。次に各S字コアの大きさを大中小三段階で構成し、各固有周期に変化をつける。

「コアの方向性」と「固有周期」を利用することで、いずれかのコアが揺れようとしても、他のコアが揺れを抑える制振効果が得られる。S字コアとゲルバー梁で構成された骨組は下のアウメ図のようになる。

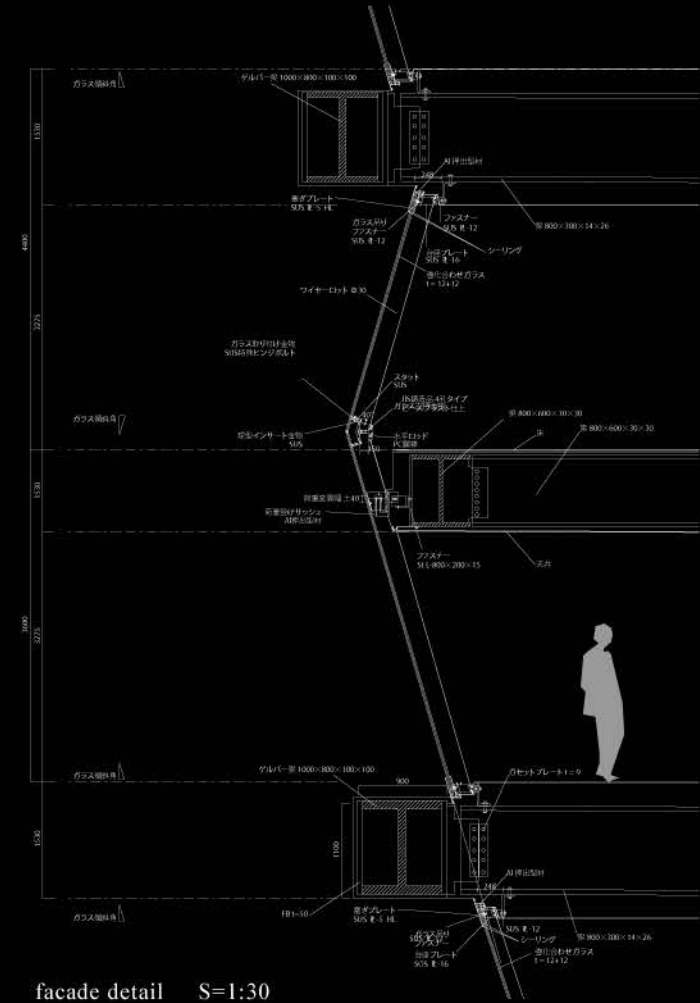
上層には、メガトラスを設置し、上下の梁を支える柱、あるいはロッド2を施している。

## 08\_facade design



【ファサードが前後することで構造体と接触しない機構】

人体の皮膚のように、構造体の柔軟な挙動に追従できるファサードデザインを考える。三角形に分割されたガラスファサードは躯体の変形方向と直角に変形するようにデザインすることで、ガラスに負荷をかけない機構をとる。



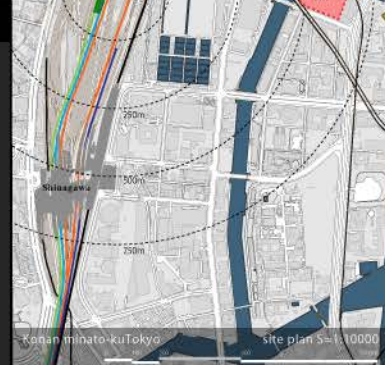
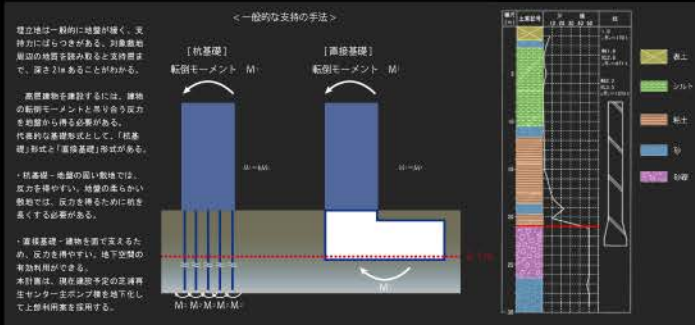
facade detail S=1:30



## 09\_site



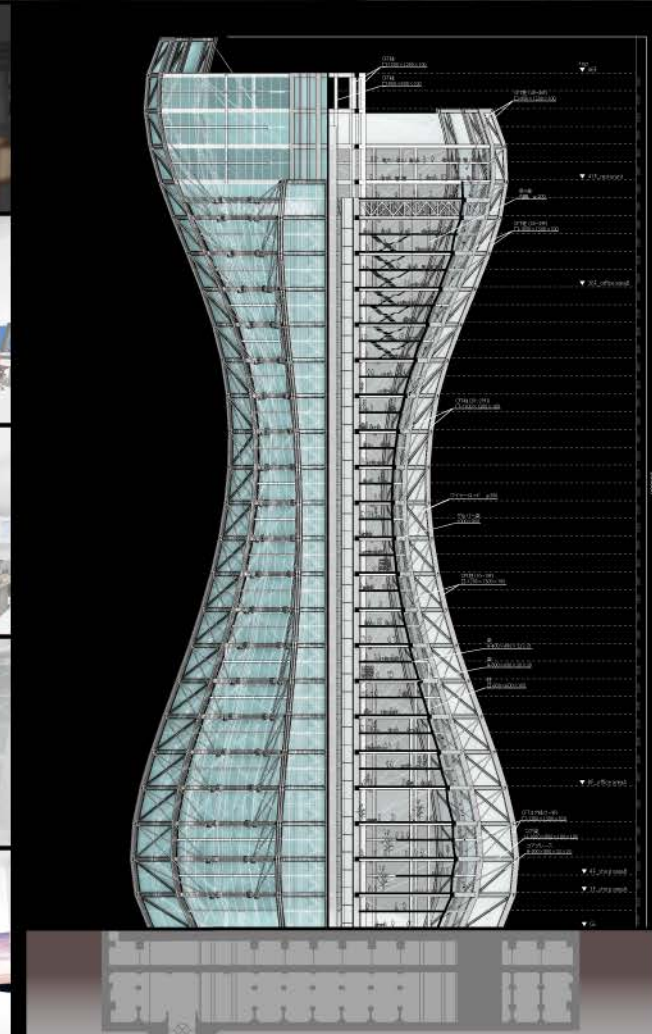
JR 山手線田町一品川間にできる新駅の周辺に位置する東京都港区港南3丁目1-33に計画地を有する。対象敷地である港区南部の東京湾に面した沿岸に位置する港南は、ほぼ全域が埋立地である。



## 11\_conclusion

生物の骨組形状や接合部に構造の特徴が強く表れていた。風・地震などの外力を受ける自然界に存在するために、生物の仕組みの分析から柔らかいが強くて丈夫な構造体を提案した。これより生まれた不均質な空間は、空間に応じた多様な使われ方が誘発される。生物と建築の中間構造という、現行の構造とは異なる考え方に基づいた建築の可能性の一端を提示した。

この建築は、鉛直に立ち並ぶ既存の建物とは異なり、沿岸部のシンボルとして景観を形作ります。そして、外力を受けながら自然に存在する建築も、周辺環境に適応すべきであり、この異質に見える形態は、本来、建築のあるべき姿の一つではないのか。



## 10\_CFD-analysis

S-tower と □-tower を CFD 解析を用いて、表面形状と風の関係を比較する。□-tower は、S-tower と同等の延床面積かつ同じ高さを持つ、平面が正方形なボリュームを用いる。CFD 解析から以下のことがわかる。

- ① S-tower は、面よりも頂点から風を受けることで、地上近くの風速を抑えることができる。断面においても、建物を通り過ぎたあとの風速を和らげている。風を受け流すことで、表面圧力も軽減されている。
- ② □-tower は、S-tower と異なり頂点から風を受けることで、周囲の風環境を悪化させ、自身の風荷重をも増加させていることがわかる。
- ③ S-tower と □-tower の結果を比較した時、S-tower の方がビル風、風荷重に対して有利に働くと考えられる。
- ④ S-tower の形状をとることで、都市への風を遮らず受けながせると考えられる。

これらの結果から、敷地の豊穡出風向に合わせて配置計画を行う。臨海部に位置する対象敷地では、1日の中で陸風(午前) / 海風(午後)が生じる。それら風をうまく受け流せる配置にすることで、自身の負担を軽減し、地上面のビル風を抑えつつ都市への風を遮らない。

