A-Forum
Archi-Neering Design Forum

AF Forum【第18回】

高さをつくる心と力

日時：2017年6月22日（金）17:30～19:30
場所：A-Forum
参加費：2000円 （懇親会、資料代）

我が国では、最初の100mを超える超高層建築が、1968年の霞が関ビルである。その実現にあたっては、大きな力の存在が想像される。アメリカでは20世紀の早くから300mを超える超高層建築が建てられ、かつて限定的であったのに、今や世界のどこにでも見られるようになった。1990年代には、我が国でも産官学をあげて1000m級の建築が具体的に検討された。

建築規制で高さの制限をしているところでは、技術的に可能であっても、その高さを超えることができない。それは、その地域が約束事として高さをつくる心を押さえている状況である。もっとも技術が、失敗したときの社会的波及効果の大きさを想像すると、試行錯誤という形では許されず、国レベルの社会で納得されないと実現できない状況もある。とはいえ、我が国のように、かなり詳細な取り決めの解析技術により安全性を確認することを、法規制で約束ごととしているところは少ないように思う。

五重塔や、ゴシック教会のような高層建築が、宗教の力により、その高さを可能にしたのは、過去の物語である。今や巨大企業が宗教に代わる役割を果たしているようにも見える。その一方で、経済的な力という意味では、過去も今も変わらない。

高さをつくる心、高いものへの憧れ、高さが与える満足感は、人より優れていることを感じる本能によるものもあるだろう。そして、それを生み出す技術力は、その力を発揮するときに、どのような高揚感を与えるか。プロジェクトの成功には、欠かせないものでもある。超高層建築を生む過程の中にいる構造技術者として心と力についての意識はどのようなもので、それは、外から見ている都市計画家、歴史家の意識と共通なものか。

超高層建築は、確立した技術体系となっており、経済的、法的に可能であれば建設される現状にあって、肯定するにしても否定するにしても、個々の人間における、その心や力のあり様についての認識を理解しておくことは、意味のあることのように思われる。

今回のフォーラムでは、パネリストとして、大澤昭彦（高崎経済大学准教授）氏と慶伊道夫（元日建設計）氏をお呼びしましました。大澤氏には「『高さ』に込められた意味～高層建築の歴史から考える～」の題で、また慶伊氏には「『高さ』と構造技術―東京スカイツリーの場合―」の題で、話題提供いただきます。

「高い」ことが人間社会にとってどのような魅力となりえているのか、それを生み出す心や力について、さまざまな角度から意見交換したいと思います。奮ってご参加ください。

参考文献：高層建築物の世界史（大澤昭彦著、講談社現代新書）

神田　順

第18回AF-Forum
テーマ：高さをつくる心と力

コーディネータ：　神田　順
パネリスト：　大澤昭彦（高崎経済大学）
慶伊道夫（構造設計者）

日時：2017年6月22日（木）17:30～19:30

超高層建築を哲学する

- 超高層建築の定義
- 発注者の意味
- 技術の役割
- 貨幣価値以外の価値
- 時代による差異
- 超高層建築と生き方

より高いものへ

- より高いものを作りたいという心
- より高いものを作ることができる力
- 力があるから心を満足できる
- 心があるから力を発揮できる

2008年10月
Burj Dubai 建設中

権力や経済力の集中

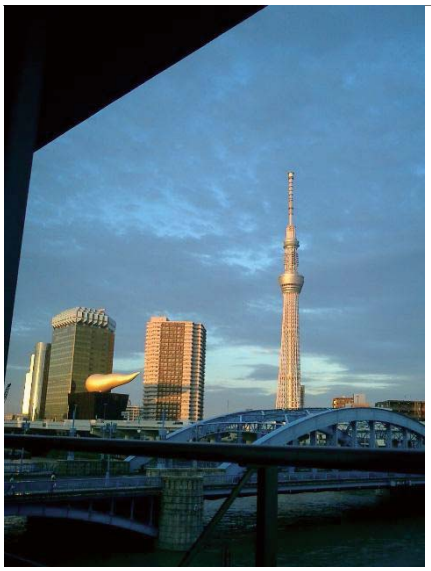
- 新しい挑戦のための高揚感
- 権力のために奉仕する抵抗感

法隆寺五重塔
700年ころ

ウズベキスタン・ブハラ
ミナレット
12世紀

精神的なよりどころ

- 不安と安心の視覚化
- 平和や繁栄の象徴



東京スカイツリー
2012年

「高さ」に込められた意味と高層建築の公共性　～高層建築の歴史から考える～

大澤昭彦 aosawa@tcue.ac.jp

１．なぜ今、高層建築を考える必要があるのか？

- 世界的な超高層ビルブーム。150m超のビルは世界で 3,500 棟超（2000 年以降建設が 7 割）。新興国では経済的繁栄の結果としての高層ビル建設が続く（約 3 分の 1 が中国）。
- 日本に目を向けると、「霞が関ビル」完成から来年で 50 年。高さ 100m超のビルは東京だけで約 400 棟。高層ビルは日常的な風景の一部。
- 高層建築は、各時代の経済・文化の中心地でつくられた。時代や地域のシンボルに。

古代メソポタミア＝ジッグラト（バベルの塔）／古代エジプト＝ピラミッド／
古代ローマ＝神殿・凱旋門・コロッセウムなど／中世ヨーロッパ（キリスト教の発展）＝大聖堂／
イスラム圏（イスラームの発展）＝モスク（ミナレット含む）／アメリカの摩天楼／
現在の中国・中東の超高層ビル　など

- 現代の高層ビルは、土地の高度利用・合理的活用、生活の快適性･利便性向上、都市の発展に寄与。その一方で、高層ビルを巡る問題も。
  - ✧ 火災時の延焼･避難（先日のロンドンの高層住宅火災、数年前にドバイや千代田区でも）
  - ✧ 長周期地震動
  - ✧ 維持管理コスト（修繕・建替え問題等）
  - ✧ 高層住宅のコミュニティ（合意形成等）
  - ✧ 周辺の景観・住環境への影響（日照･景観阻害・ビル風等）　など

- 高層建築はその規模の大きさから、経済的･社会的・環境的なインパクトも大。メリットと同時にデメリットやリスクも大きくなる。
- 安易な高層ビル批判や無邪気な高層ビル賛美に陥らずに、これからの高層建築のあり方を考える必要があるのではないか。

⇒<u>高層建築の歴史を踏まえたうえで、これからの高層建築に求められる公共性とは何かを考えたい。なぜ高層ビルをつくるのか？どこに正当性を見出すべきか？そのときの技術者の役割とは？</u>

２．歴史から見た高層建築の意味と課題

（１）歴史から見た高層建築の意味（一例）

①人間の本能	天を目指すことの意味　⇒重力・自然への抗い。自然の克服。そのための技術の進歩 「自然の克服」≒「超自然的な存在である神を求めて天を目指すこと」 宗教的意図と高層建築は親和性が高い。
②権力の誇示	神事を司る為政者が自らの権力を誇示するべく高層建築を建設。その後も宗教的施設に限らず、権力者が高層建築を統治手段として利用
③経済性	近代以降、とりわけ摩天楼の誕生と発展が経済的手段としての高層建築の普及。土地の合理的利用。　宗教的・シンボル的高層建築　⇒　実用的な高層建築
④競争	国家間・都市間・都市内の高さ競争が常にどこかで行われてきた。近年は経済拠点としての地位を確立するための手段として高層ビルが増加。
⑤アイデンティティ	ランドマーク・シンボルとしての高層建築は人々にとっての拠り所にもなりうる。中世イタリアの鐘塔、日本の天守、エッフェル塔・東京タワーなどのタワー　等
⑥眺め	高所から眺めることは特権的な行為だったが、近代以降大衆化。 展望塔、タワーマンション　等
⑦景観	高層建築が都市景観をつくることもあれば、壊す要因になることも。

（２）歴史から見た高層建築がもたらした課題（一例）

時代	高層建築	高層化の目的･効果	高層化がもたらした問題
古代	ローマのインスラ（高層アパート）	・土地の高度利用（増え続けるローマの人口の受け皿）	・投機対象としてのアパート建設が過熱し、倒壊・火災
中世	大聖堂	・キリスト教の布教 ・司教や王の権威誇示	・倒壊、崩落（ボーヴェ大聖堂、リンカン大聖堂）
	塔状住宅(イタリア)	・貴族の権威誇示（貴族間の競争）	・貴族間の争い激化、倒壊
近代	摩天楼	・土地の高度利用 ・企業宣伝・テナント獲得（競争） ・マンハッタンのスカイラインがニューヨークのシンボルに。	・日照･通風の阻害、交通混雑（例：エクィタブルビル容積 3,000%）
20 世紀初頭	ロンドン･シティの高層ビル	・土地の高度利用	・セント･ポール大聖堂への眺めの阻害⇒高さ制限へ（St Paul’s Heights）
第二次世界大戦後	アメリカ･ヨーロッパ・日本の高層ビル	・土地の高度利用（高層住宅も）。 ・タワー･イン･ザ･パーク型ビルによるオープン･スペースの確保（都市に光と緑） ・電波塔･展望塔･復興天守が新たなシンボルに。	・景観の阻害（例：パリのモンパルナスタワー⇒制限強化へ） ・安全性の問題（例：ロンドン・ローナンポイント住宅爆発事故） ・治安の問題（例：セントルイス・プルーイット･アイゴー団地） ・街の賑わいの阻害（例：使われない公開空地が街並みを分断） ・日照の阻害（例：60・70 年代日照紛争⇒日影規制）
現在～これから	超高層ビルのグローバル化	・土地の高度利用・都市再生 ・都市の集約化（コンパクト･シティ、都心回帰・都心居住）	・維持･管理コスト（LCC） ・防災･災害（避難、長周期地震動、救急活動） ・維持･管理体制（区分所有者の合意形成の難しさ） ・景観問題（⇒景観法制定、各自治体が都市計画で高さ制限へ） ・高層建築の維持･管理（人口減少下で負の遺産にならないか）

３．高層建築と公共性

・高層建築を肯定しようとも否定しようとも、これからもつくり続けられるだろう（歴史が証明）。
・高さを求める欲望はいわば「業」のようなもの。それを前提としながら、都市における高層建築のあり方を考えなければならない。

（１）高層建築の「作り手」と「受け手」のギャップ

・高層ビルを巡る問題・紛争とは、高層建築の「作り手」（施主・事業者・技術者等）と「受け手」（利用者・住民・市民等）の認識のズレが顕在化したものではないか。
・天守や東京タワーなどのランドマークは、「受け手」に受容されたケース。ただ、作り手と受け手の溝が埋まるには時間がかかるケースも（エッフェル塔など）。※スカイツリーは？

（２）高層建築の公共性

・上記のギャップを埋めるには、高層建築の公共性（公共の福祉に資するか否か）が問われる。
・経済的･社会的･環境的リスクが小さくない高層建築をつくる意義は？高層建築の必要性は大きいものの、短期的な経済性に縛られすぎていないか。長期的な視点を踏まえてつくられているのか。
・都市の持続可能性、建築の持続可能性を踏まえた高層ビルのあり方を考えるべきでは？
  ✧ 人口減少が進む我が国の都市において、高層ビルの林立が負の遺産になる恐れはないか（都市計画的視点）。高層ビルが建てられる場所の限定化や規模の適正化が必要では。
  ✧ 高層化が高密化の手段とは限らないのでは（低中層高密化の可能性）。　都市のコンパクト化＝都市の高密化≠超高層

大澤昭彦

（３）高層建築に関わる技術者の「心」

・ 高層建築は、様々な「制約」（経済的、社会的、技術的、環境的）の中で高さを追求。いわば、高層建築の歴史は、制約を克服してきた技術発展の歴史。
・ 高層建築の公共性を考えた時に、技術の発展をどう考えるべきか？技術者はどのような役割を果たすべきか？
・ 技術者の拠り所・アイデンティティとは？
①ニーズに応えること
（例：施主の要望に応える。社会的な貢献　等）
✧ 「施主のニーズに応えること」が公共の福祉に反することはないか？（公共性があるとは言い切れない開発）
✧ そのときに技術者としての責任は？どのような「心」で取り組んでいるのか？

②技術者個人としての矜持
（例：前人未到の建造物をつくる高揚感、自らの手で新たな技術を確立するこ　との達成感　等）
✧ 科学技術が絶対的な善である時代とも言い切れない中、「技術者としての矜持」が公共の福祉に反する場合はないか？
✧ 技術者は、技術を生み出すこと、技術を使うことだけでよいのか？技術の使い方の決定に関与することはないのか？

〇オヴ･アラップの言葉

「私が確信を持っているのは、**人間はやりたいことのほとんどができるほど賢くなった一方で、正しい行いが何かを選択することについては後退してしまった**ということだ。（略）テクノロジーをどう使うかの決定は、一般的にエンジニアによってなされるものではない。しかし**エンジニアは、我々と同じように地球市民であると同時に、何が作り出されているのかを定め、デザインを準備するデザイン・チームの重要な一員でもあるから、これからやろうとしていることが人類にどんな結果を与えるのかを見定める良い位置にある**。**我々が何をなすべきかについて、エンジニアが発言するのはよろこぶべきではないだろうか**。そして世界市民として、我々の行動がもたらす危険な結末について警鐘を鳴らす義務があるのではないか」

（1983 年 9 月、オヴ・アラップの講演。「ピーター･ライス自伝」p. 74）

〇武藤清の言葉

「これら【引用者注：超高層ビル】は都市計画と一緒にやっていくべきで**建築の意味は社会的に奉仕することです。つまり計画的に高度制限や敷地制限をして合理的な建物として、弊害を合わせ考えて都市全体の計画をたてる時が来ていると思います**。今、超高層の弊害、例えば日照、電波障害などが出始めたときで、町のあり方を考え都市の再開発を図る時じゃないでしょうか」

（1979 年の座談会。「武藤清先生と語る」p. 93）

＜参考文献＞
大澤昭彦（2015）『高層建築物の世界史』, 講談社
大澤昭彦（2016）「超高層ビルと持続可能性 ： 世界と東京の超高層ビルの動向を踏まえて（特集 超高層ビルのロングライフ化）」, 『BELCA news』28(156), pp. 13-19
大澤昭彦（2017）「人類はなぜ高層建築に挑むのか？」『ボイマンス美術館所蔵ブリューゲル「バベルの塔」展公式ガイドブック』, 朝日新聞出版社, pp. 28-31
ピーター・ライス（1997）『ピーター・ライス自伝：あるエンジニアの夢みたこと』, 鹿島出版社
ニュース担当グループ委員会（1979）「武藤清先生と語る」『土と基礎』27(9), 地盤工学会, pp. 91-94

都市のスカイラインと高さのあり方を考える

高崎経済大学地域政策学部准教授
大澤昭彦氏

論視点

パリのまちなみやニューヨークの摩天楼など、世界の大都市のスカイラインは統一性や高低のメリハリがある。景観を意識したまちなみは、世界の人を惹きつけている。世界都市の一員である東京も、東京らしいメリハリのあるスカイラインを実現していくべきだろう。世界の高層建築や高さのあり方について研究する高崎経済大学地域政策学部の大澤昭彦准教授に、スカイラインと高さのあり方について聞いた。

高層ビルの誕生と高さ規制

建築史家のスピロ・コストフによると、地平線を意味する「スカイライン」が〝建築物群が空を切り取る線〟という意味で一般に使われるようになったのは、ニューヨーク（以下NY）で高層ビルが建築され始めた1890年代だという。

鉄骨造の高層オフィスビルは1885年にシカゴで誕生したが、本格的に超高層ビルが発展したのはNYである。1890年に竣工した高さ90mのピュリッツァー・ビルは、それまでランドマークだったトリニティ教会の高さを凌駕した。小説家のヘンリー・ジェイムズは、トリニティ教会が高層ビルによって覆われる景観を嘆いたものの、急速に経済発展を遂げるNYで、高層ビルの林立を止めることはできなかった。

しかし、高層ビルの普及は、日照・通風の阻害、交通混雑の悪化、ビルの供給過多などの都市問題を顕在化させた。そこでNYでは1916年に道路斜線型の高さ規制を実施し、古代メソポタミアのジッグラトのような階段状の高層ビルがつくられていった。ところが、この規制は敷地面積の4分の1以内は適用外だったため、ビルの高さ自体は伸び続けた。1920年代の経済的繁栄を背景に、クライスラービルやエンパイヤ・ステートビルなど、高さ300mを超える超高層ビルが高さを競うように建設され、NYを象徴するスカイラインが形づくられていった。

わが国のスカイラインの歴史

江戸時代初期のランドマークは江戸城天守だったものの、1657年の明暦の大火で焼失した後、市中から望むことができる富士山がシンボルとなった。歌川広重の「名所江戸百景」で、日本橋駿河町の越後屋（現三越）が立ち並ぶ通りのアイストップに富士山が大きく描かれたように、富士山は江戸の景観の重要な骨格をなした。

明治以降、東京のスカイラインに大きな変化をもたらしたのが、1890年に完成した高さ約52mの浅草凌雲閣（十二階）。東京の高層ビルの先駆けともいえる存在だ。しかし、江戸から東京へのスカイラインの変化をより意識させたビルは、1914年に日本橋に竣工した百貨店の三越新館（東館）であろう。高さ28・3mの三越新館は、江戸の面影が残る日本橋に登場した高層建築物だった。作家の永井荷風は随筆「日和下駄」の中で、もしも三越が日本橋駿河町の伝統を知っていたなら高層ビルを建てることはなく、「繁華な市中からも日本橋の青空遠く富士山を望み得た」と記した。だが、荷風の嘆きをよそに、東京のスカイラインの主役は、富士山から高層ビルへと代わっていくこととなる。

わが国で近代的な高さ規制が実行されたのはこの頃だ。1919年に市街地建築物法（のちの建築基準法）を制定。住居地域は65尺（のち20m）、商業地域などは100尺（のち31m）に制限された。いわゆる100尺（31m）規制だ。100尺の由来は、ロンドン建築法の規制値のほか、当時の高層ビルの一つであった丸の内の東京海上ビル旧館（1917年竣工）の高さ約100尺を参考にしたとされる。1923年には、同ビルに向かい合うように高さ約31mの丸ノ内ビルヂング（丸ビル）も竣工し、戦後を通じて丸の内地区一帯に31m制限のスカイラインが形成されていった。100尺（31m）規制は、丸の内や御堂筋などの開発圧力の高い都心地区で、統一感のあるスカイライン

皇居外苑から見た大手町・丸の内。上の写真は2014年、下の写真は2002年（現在の丸ビル建設中）。この10年ほどの間に一気に超高層化が進んだことがわかる

を形成させた立役者となった。

高さ規制の撤廃と景観論争

統一的なスカイラインに変化をもたらすきっかけとなったのは、1963年の建築基準法改正（容積地区制度創設）による絶対高さ制限の撤廃だ。高層化は、過密化が進む都市に広場を生み、太陽と緑をもたらすものとして期待された。当時、パリのような高さの揃った景観は、都市の発展を阻害する時代遅れの遺物との見方も少なくなかったのである。1968年には、高さ147mの「霞が関ビルディング」が竣工し、超高層の時代が本格化していく。

ただし、超高層ビルの誕生は景観論争も引き起こした。その一つが1966年に起きた丸の内の皇居濠端の景観論争（丸の内美観論争）だ。東京海上ビル旧館の建替えにあたって計画された約127mの超高層ビルが丸の内や皇居の景観（美観）を損なうと危惧する声が上がったのである。当時の佐藤栄作首相が国会で「どうも好ましくない」と答弁するなど、大論争に発展した。

高さをめぐる紛争は住宅地に

高さをめぐる紛争は、中高層マンションが建つようになった住宅地でも生じていった。1960年～70年代は日照をめぐる紛争が社会問題化。大都市圏の自治体は日照条例や北側斜線制限を設けて対応。1976年には建築基準法に日影規制が盛り込まれ、紛争は落ち着いた。

ところが、1990年代半ば以降は景観紛争が多発するようになった。背景にはバブル崩壊後の景気浮揚策として、容積率などの規制緩和の進展もあった。景観紛争の代表的な事例が、国立市の大学通りや名古屋市の白壁地区だ。前者は桜並木を基調とするスカイライン、後者は武家屋敷の面影の残るまちなみが損なわれることへの懸念があるからだ。

景観紛争が生じるのは、地域住民と事業者との意識にずれがあるためである。NYでヘンリー・ジェイムズがスカイラインの変化を嘆き、東京で永井荷風が失われる江戸に思いを馳せたように、住民も高層マンションがもたらす環境の変化に戸惑う。一方、開発事業者は、法の範囲内で最大限の建物を計画する。両者の主張は平行線を辿り、時に紛争を生むことがある。

2000年代に入ると、住民の景観意識の高まりを受けた自治体は、都市計画法の高度地区や、景観法の景観地区・景観計画などを用いて「絶対高さ制限」を実施していった。かつての100尺（31m）規制が全国一律の高さ制限とすれば、近年の規制は地域性を反映したローカル・ルールとしての高さ制限といえよう。

高さ規制の目的に持続可能性を

人口減少社会を迎える現在、高さ制限に求められる目的は何だろうか。都市の縮退が避けられない中、拡散した都市機能を駅などの拠点周辺に集約することで持続可能な都市を目指す動きが進んでいる。いわゆるコンパクトシティである。つまり、持続可能性がこれからの高さ制限の主要な目的になるのではないか。

コンパクト化を実現するためには、土地面積あたりの居住人口が多いマンションの役割は大きい。マンションを拠点エリアに誘導するためには、拠点以外のエリアで高さや容積率を抑制していく必要がある。メリハリのある都市構造への再編のツールとして高さ制限を活用するアイデアだ。

ただし、拠点エリアだからといって、必ずしも高層マンションが望ましいとは限らない。日照を確保し、景観を維持するべき場所も少なくないためだ。また、高層マンションの維持・除却コストは高く、区分所有者間の合意形成も困難ともいわれる。つまり、エリアによっては維持・管理、除却コストの相対的に低い5～6階程度の中層マンションで、拠点エリアの密度を高めていく方が、持続可能な都市づくりに寄与するのではないだろうか。

メリハリのあるスカイラインへ

大都市のスカイラインは、都市の繁栄や活力を表現すると同時に、その都市の固有性を象徴してきた。摩天楼が林立するマンハッタンのシルエットを見れば、誰もがNYとわかる。高さの揃った石造りのまちなみの背景に見えるエッフェル塔を目にすれば、一瞬でパリと認識できるだろう。皇居の濠と緑の広大な空間に隣接して超高層ビルが並ぶスカイラインは、大手町・丸の内・有楽町地区ならではの景観を形成している。

こうしたスカイラインの形成には高さ規制が少なからず影響してきた。パリでは厳格な高さ制限が現在のパリを形づくっている。丸の内地区では、かつて100尺（31m）規制が統一的な景観をつくってきたが、100～200mの超高層ビルが林立する現在のスカイラインは、皇居に近いほど高さを抑える「すり鉢状のスカイライン」のルールによって誘導されたものだ。また、超高層化に併せて従来の100尺ラインのデザイン的な継承も行われている。これからの東京は、高さ制限をうまく活用しながら、歴史的な蓄積や地域的な文脈を規範としつつ、ゆるやかな変化を許容するメリハリのあるスカイラインを培うことが求められるのではないか。（談）

高崎経済大学地域政策学部地域政策学科准教授
大澤昭彦（おおさわ あきひこ）

1997年筑波大学第三学群社会工学類卒業。2000年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了。2008年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士課程修了。財団法人土地総合研究所研究員、東京工業大学大学院総合理工学研究科助教を経て現職。著書に『高さ制限とまちづくり』（学芸出版社、2014年）、『高層建築物の世界史』（講談社現代新書、2015年）。

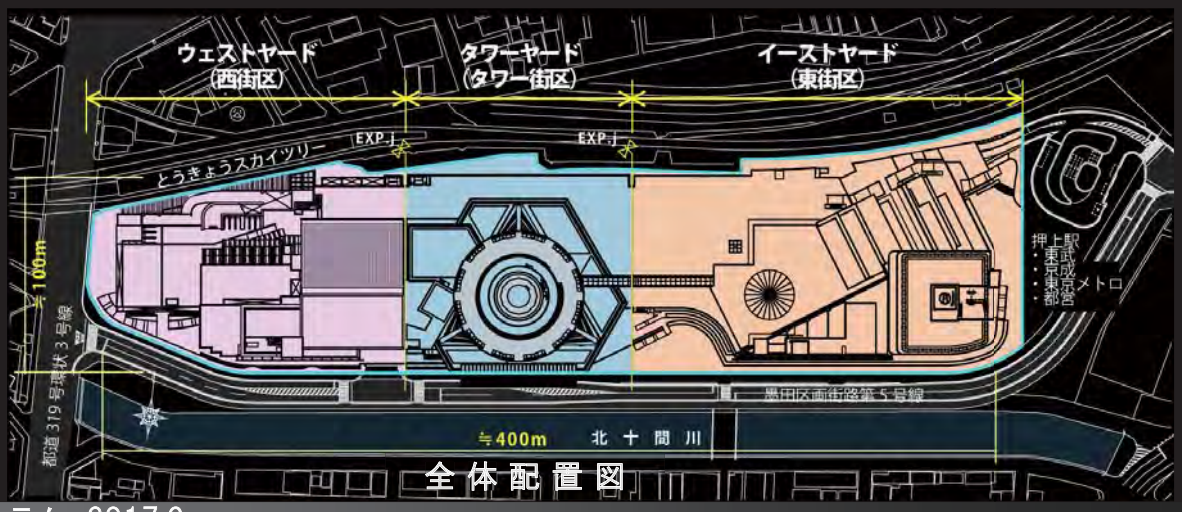
高さと構造技術

高さゆえに

1. まわりからよく見える　形
2. 敷地･環境への影響が大きい　日影、環境アセス、音、振動、　（電磁波）
3. 地震の影響が大きい　長周期地震
4. 風の影響が大きい
5. 基礎への影響が大きい　大きな転倒モーメント（杭の引き抜き）
6. 揺れが問題となる　地震、風（居住性、送信）
7. 施工が大変　工期、安全性、楊重、建方精度　、気象条件
8. その他　エレベーター、防災避難、雷、雪

敷地条件

･幅高さ比　プロポーション
･近隣への影響　日影　騒音　風　振動　電磁波　雪
･工事における安全性



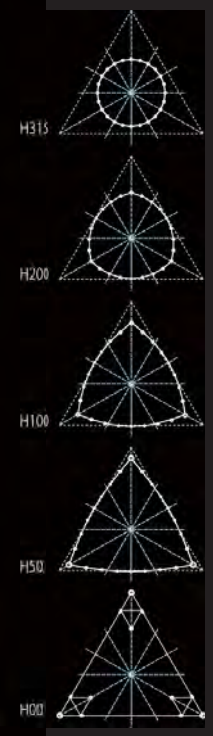
全体配置図

形

TOKYO SKYTREE®

時空を超えた都市景観の創造
日本の伝統美と近未来的デザインの融合

- 多様な表情を見せる斬新なデザイン
- 日本の美意識を表徴するしなやかな「そり」と「むくり」
- 地域の象徴となる3本の足

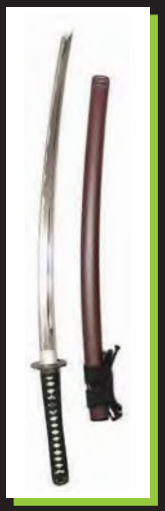


転載：
Google
詳細不明

転載：
東京大学総合研究
博物館　ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ
「金文」より

「3本の足」
（大克鼎だいこくてい）

「むくり」
（寺院の柱）

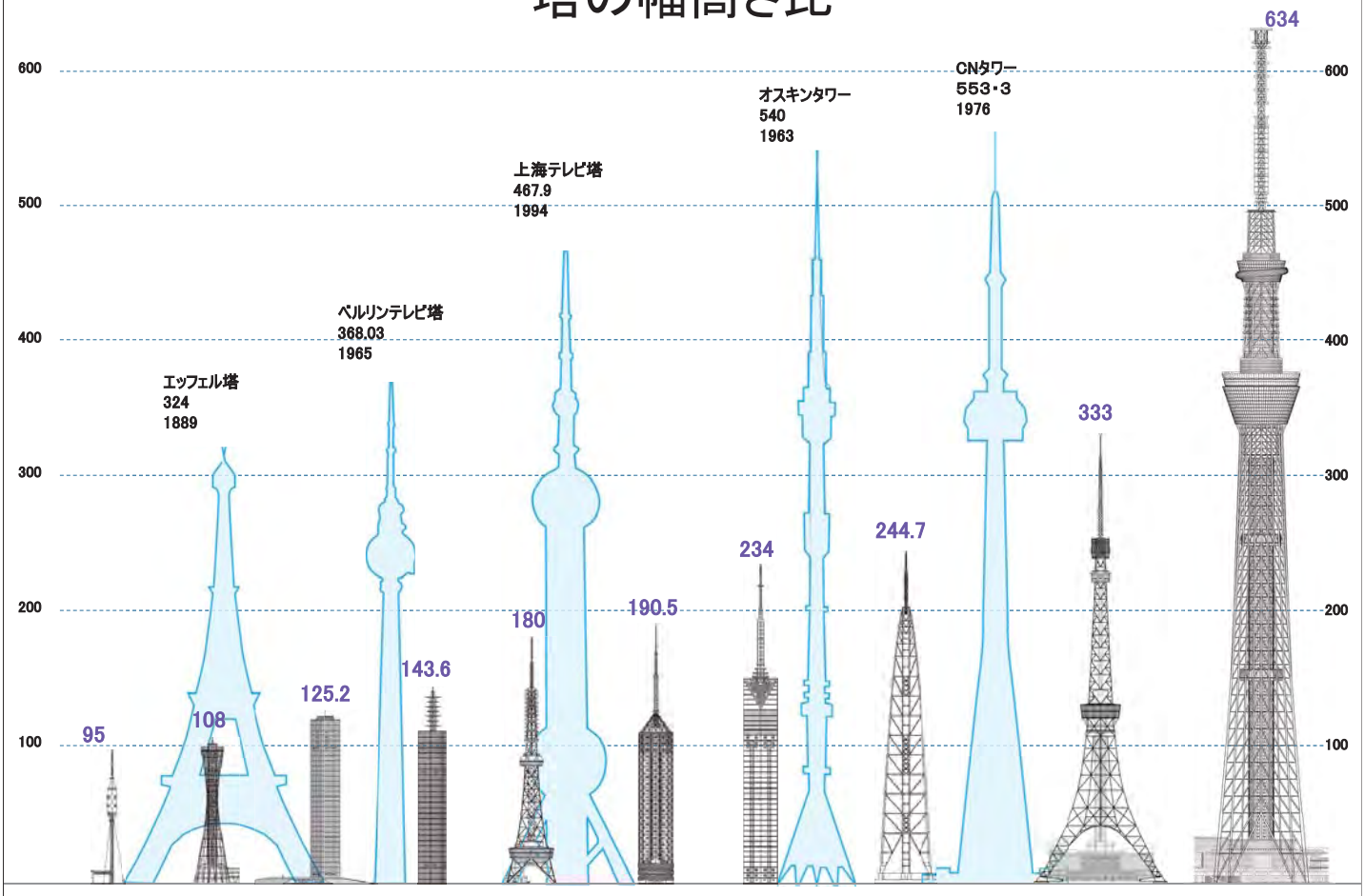


「そり」
（日本刀）

通芯図

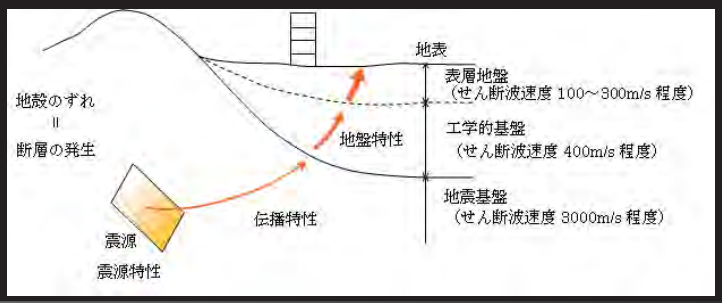
Aフォーラム　2017.6

塔の幅高さ比

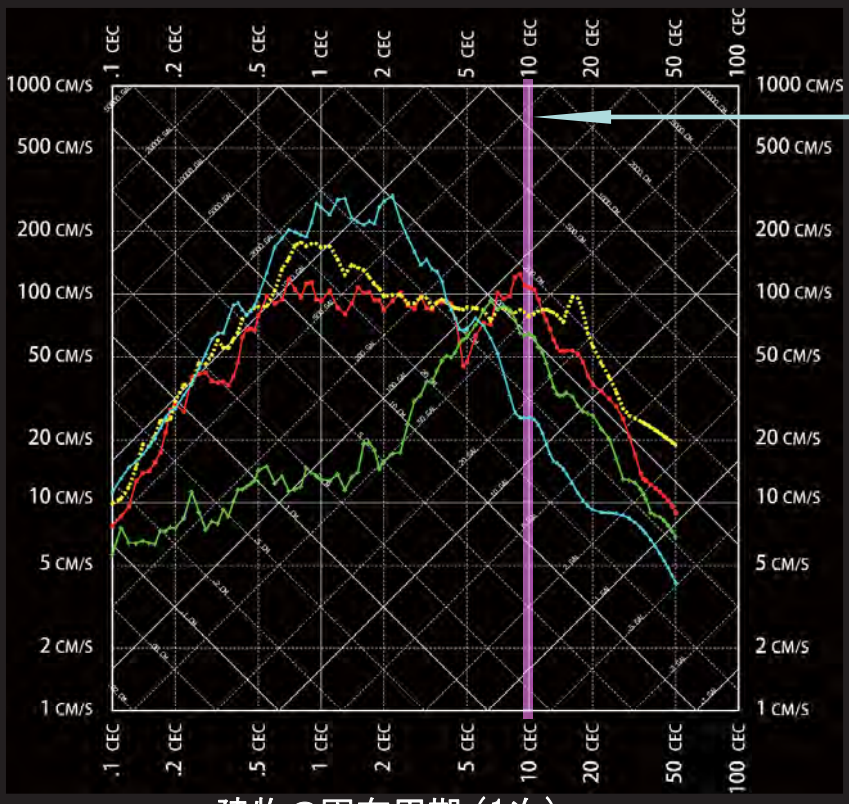


地震

入力レベル	採用地震波
レベル1地震（稀に発生）	告示波、観測波
レベル2地震 （極めて稀に発生）	告示波、観測波 南関東地震　（M7.9…サイト波） 東海地震　（M8.0…サイト波実体波） 東海地震　（M8.0…サイト波LOVE波） 東南海地震　（M8.2…サイト波LOVE波） 南海地震　（M8.6…サイト波LOVE波）
レベル3地震	直近に震源を有する内陸直下型地震 （M6.9…サイト波）



地震



タワーの1次固有周期

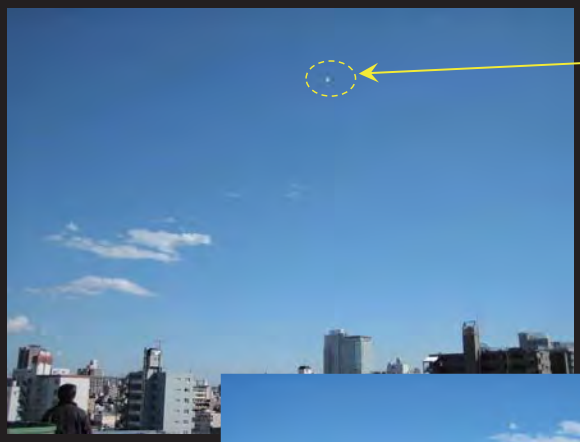
告示波：
神戸海洋気象台 NS地震

サイト波：南関東地震

サイト波：表面波 東海地震

サイト波：直下型地震

風（風速分布）



気球

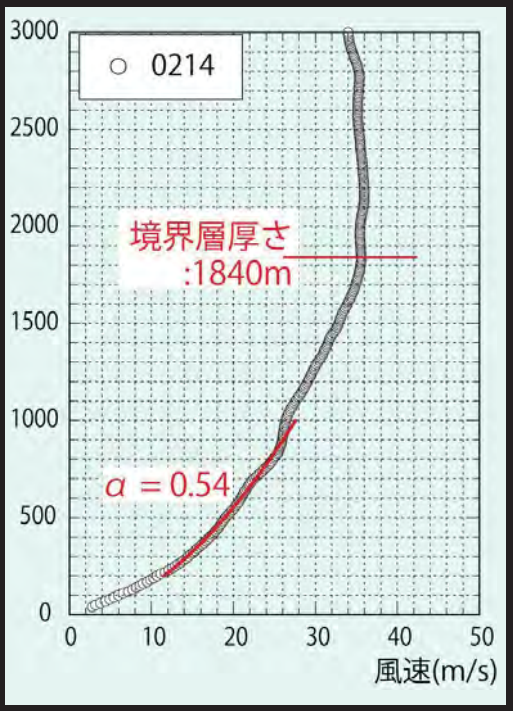
観測気球（GPSゾンデ）による高層風観測

ラジオゾンデ

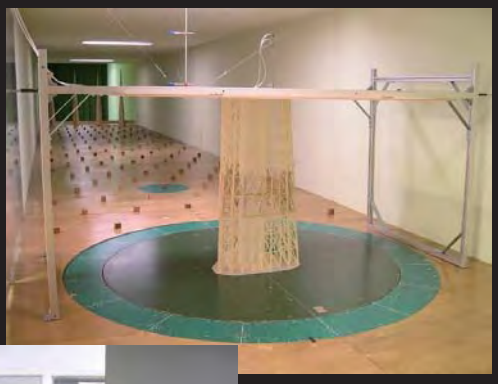
観測用PC

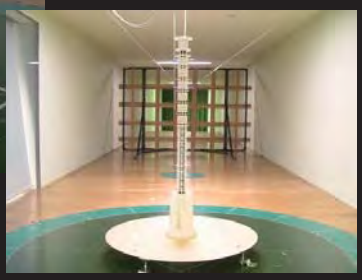
受信機

GPSアンテナ



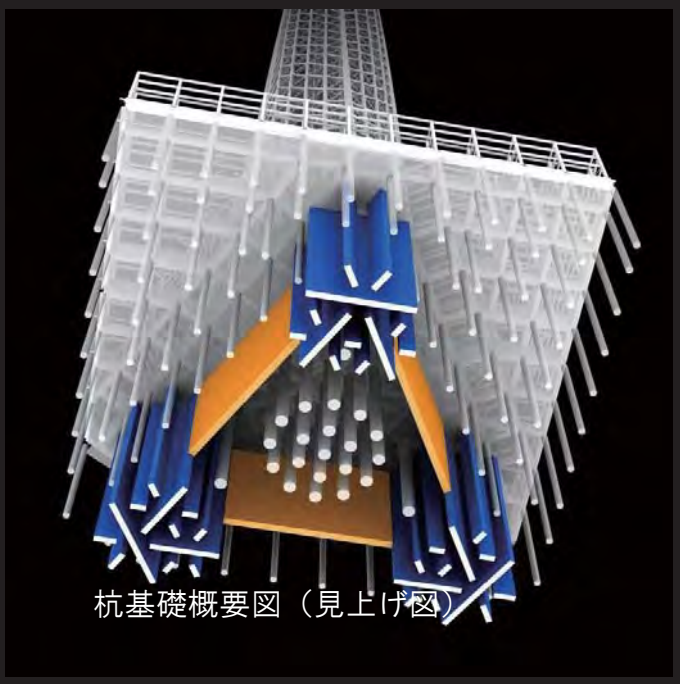
風（風洞実験）

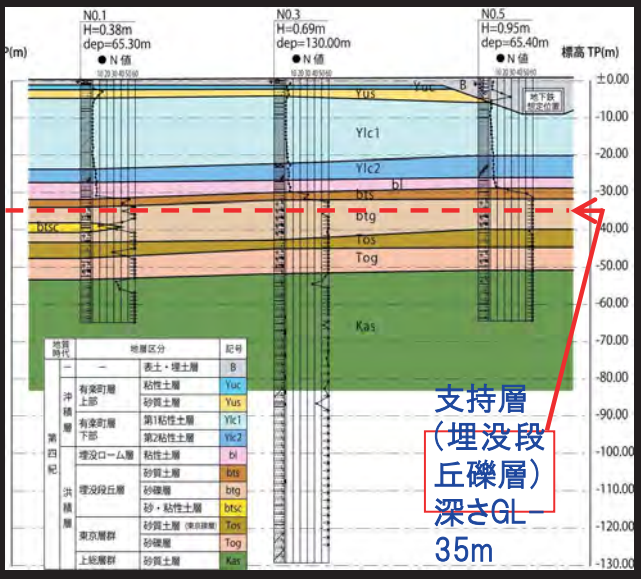




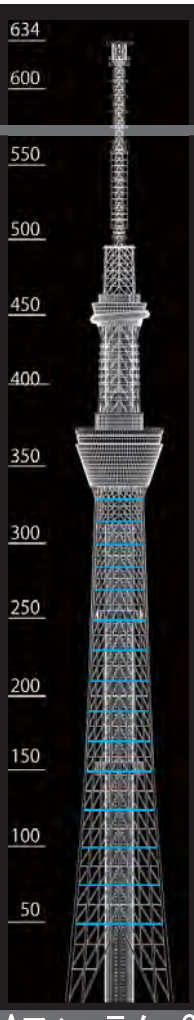
基礎

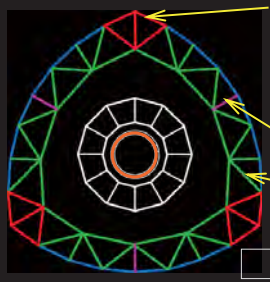
転倒モーメント　杭の引き抜き　軟弱地盤　実大実験



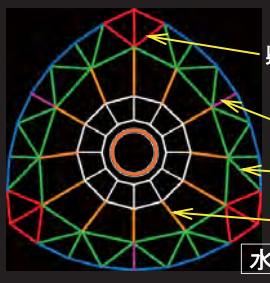


架構（鋼管トラス構造）

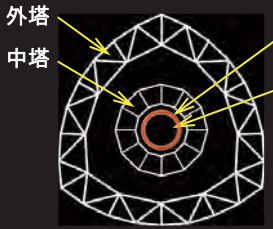




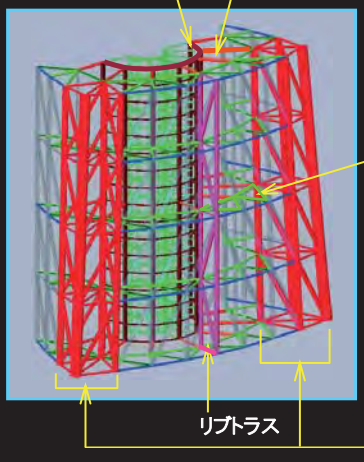
リング階



水平連結階



―― 部は、水平連結階を示す



鼎トラス	・4本の柱と水平材・ブレース材からなる組柱 ・三角形の平面形の各頂点位置に配置 ・水平荷重に抵抗する主要架構
水平連結トラス	・中塔−リングトラスを2層毎（25m）に連結 ・水平力（面内）の伝達部材及び、鼎トラス・外周柱の座屈補剛材としての働き
リングトラス	・1層毎（12.5m）に配置する水平材 ・外周柱の座屈補剛材としての働き

設計荷重と設計目標

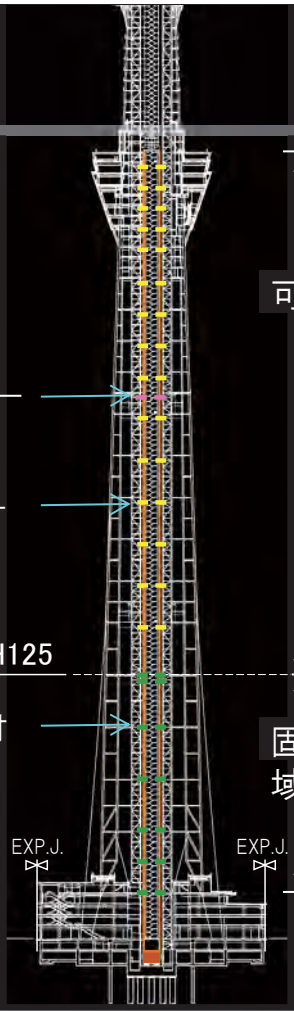
TOKYO SKYTREE®

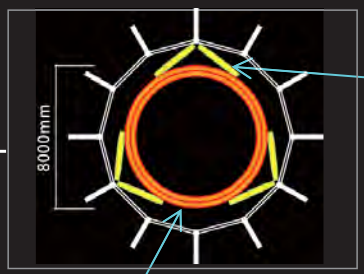
設計目標

入力レベル	損傷レベル
レベル1暴風（再現期間100年） レベル1地震（稀に発生する地震動）	無損傷
レベル2暴風（再現期間1300年） レベル2地震（極めて稀に発生する地震動）	ほぼ無損傷 （部材は弾性）
レベル3暴風（再現期間2000年） レベル3地震	倒壊しない

揺れ

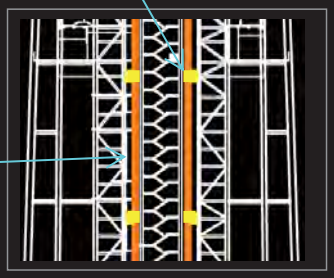
TOKYO SKYTREE®



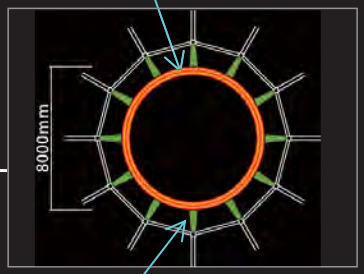


ダンパー

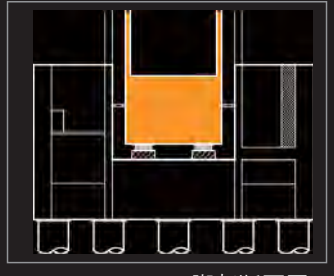
心 柱



断面図

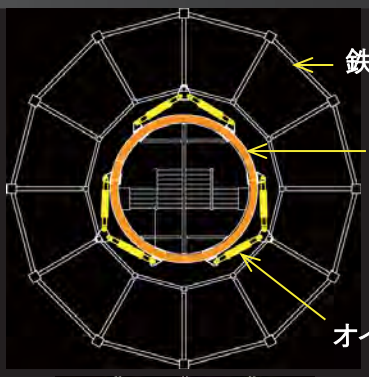


鋼　材



脚部断面図

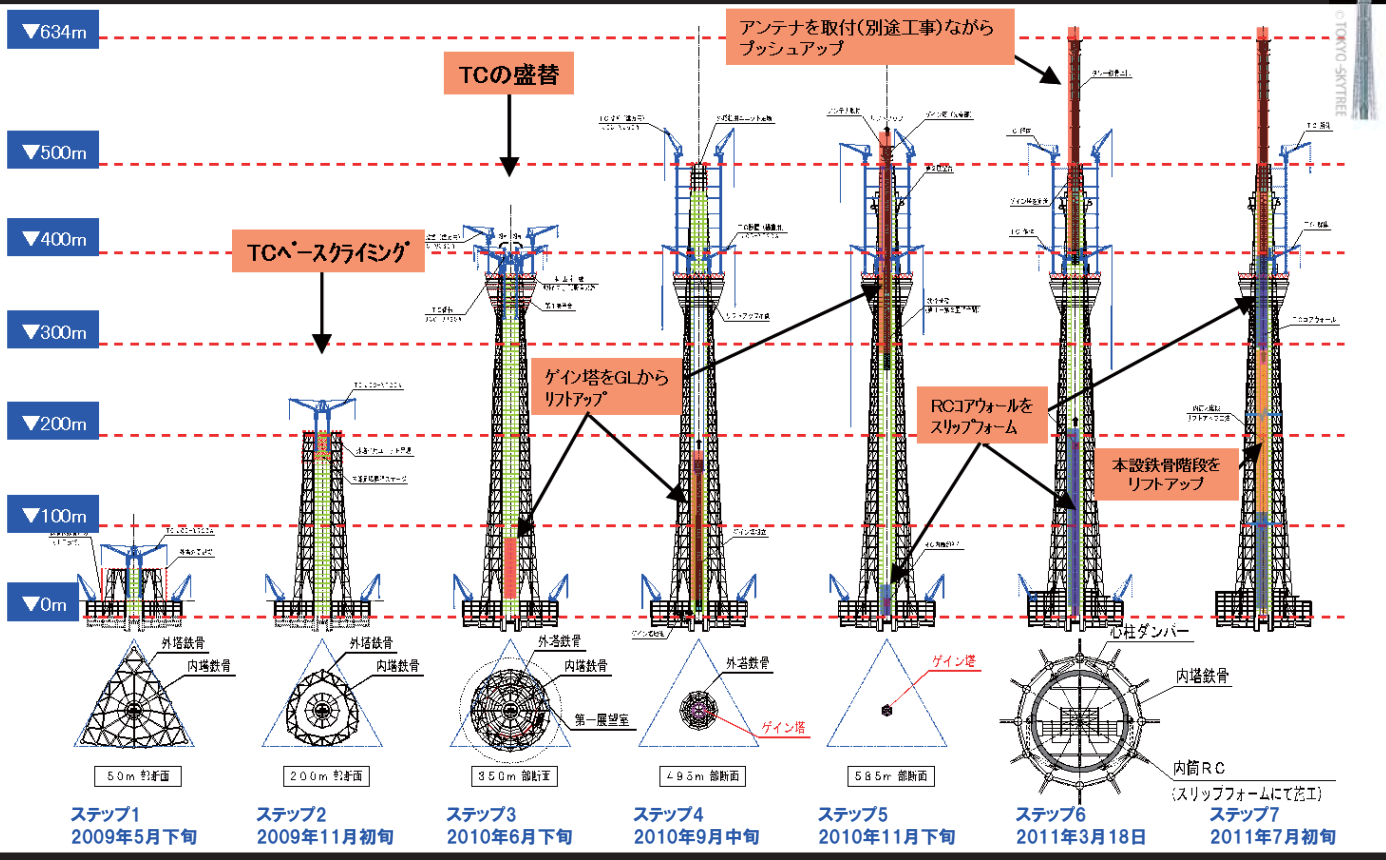
心柱制振


鉄骨造塔体
心柱
オイルダンパー

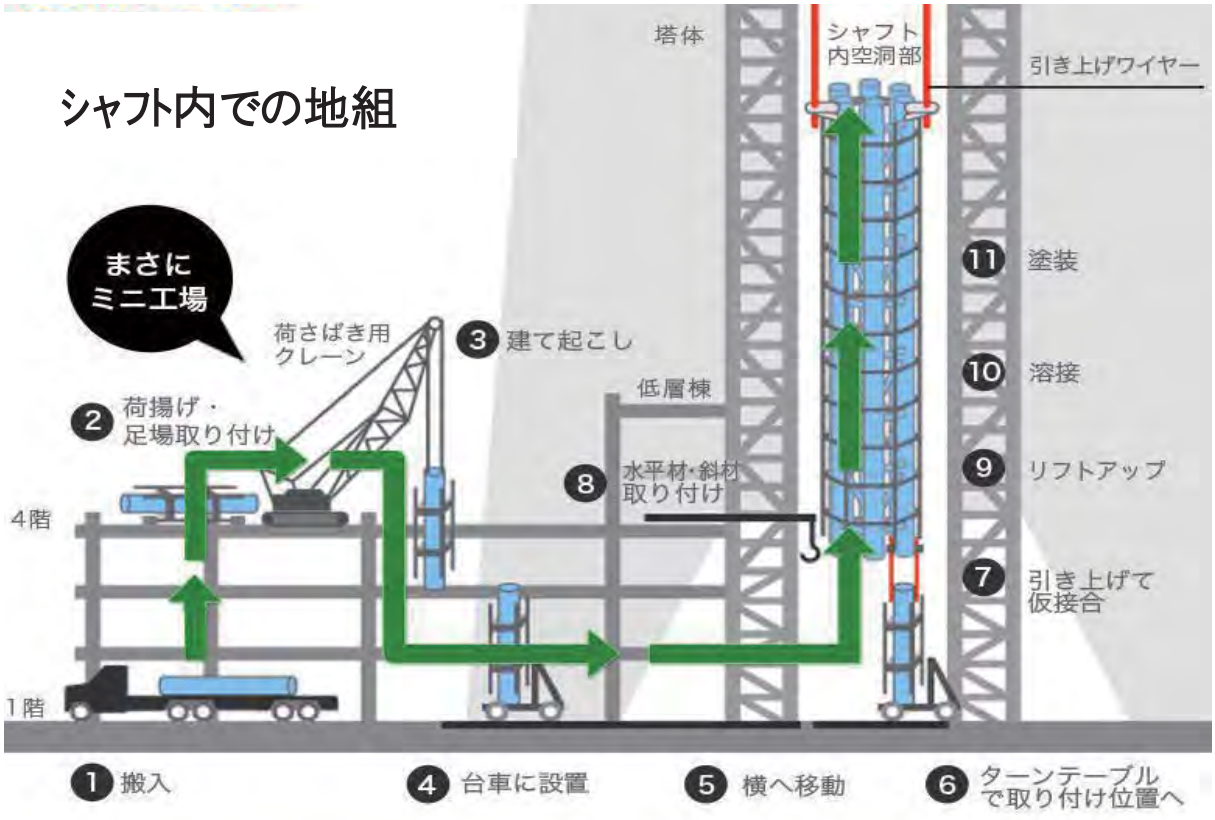
斜め上方へ
移動した場合

上方へ
移動した場合

施工


▼634m
▼500m
▼400m
▼300m
▼200m
▼100m
▼0m
TCの盛替
TCベースクライミング
アンテナを取付(別途工事)ながら
プッシュアップ
ゲイン塔をGLから
リフトアップ
RCコアウォールを
スリップフォーム
本設鉄骨階段を
リフトアップ
外塔鉄骨
内塔鉄骨
第一展望室
ゲイン塔
心柱ダンパー
内筒RC
(スリップフォームにて施工)
ステップ1
2009年5月下旬
ステップ2
2009年11月初旬
ステップ3
2010年6月下旬
ステップ4
2010年9月中旬
ステップ5
2010年11月下旬
ステップ6
2011年3月18日
ステップ7
2011年7月初旬

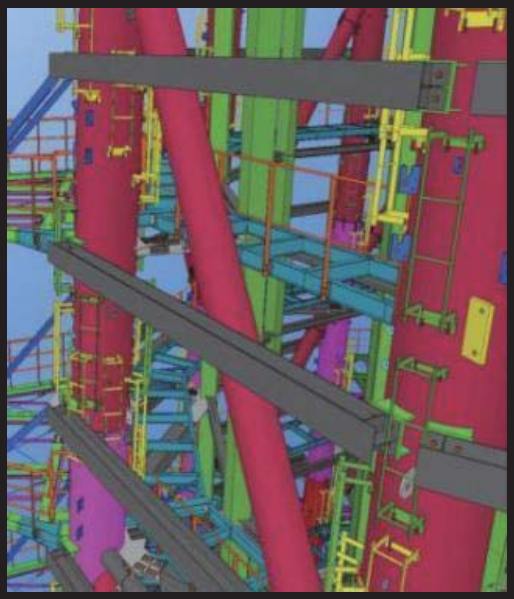
施工（建て方）



施工（安全、楊重、）

塔体柱鉄骨を4F地組
架台に据付
→ユニット足場の取付
→揚重

BIM



【事例】メンテナンス用タラップ・ライトアップ関連
⇒　確認

■分岐管仕口の納まり
■鋼管シーム位置
■溶接線の干渉有無
⇒確認

雲の上での施工

高さゆえの技術の総動員

1.コンピューターシミュレーション技術
- ・構造解析技術　　部材レベルの時刻歴応答解析（風、地震）
- ・3D　CAD　、BIM
- ・サイト波、模擬風力波形

2. 計測技術
- ・微動アレー調査
- ・GPS　　風速調査
- ・風洞実験　粉体模型

3. 素材技術
- ・溶接性に優れた高強度鋼管
- ・溶接技術

4. 施工技術
- ・連続地中壁杭、リフトアップ、スリップフォーム、タワークレーン、スカイジャスター
- ・気象予測　、精度管理（GPS,レーザー）

慶伊道夫

A-Forum
Archi-Neering Design Forum