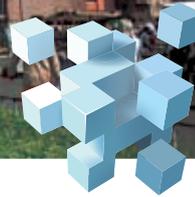


建築とは技術を縦系に、感性を横系に織りなす布のようなものです。技術の縦系はこれまで途切れることなく、たくましく強靱なものになってきました。木や石、レンガといった古典的な材料から、鉄や鉄筋コンクリートといった近代的な材料への変遷によって、建築の可能性は一体どのように広がっていったのでしょうか。その歩みをたどってみましょう。

# 技術と感性が織りなす

# 建築の歩み

◎ 日本大学名誉教授 斎藤 公男氏



## 古代からの夢 共に祈り、祝い、楽しむ空間

建築の歴史とは、ある面では構造技術の歴史であると言われています。特に、柱のない大空間をいかに堅固につくるかは、古代から人類の夢でした。

人が共に住み、祈り、祝い、楽しむ空間。あるいは人との流れをさばき、納める空間。こうした広がりのある空間の原点は、今から約3000年前のギリシャ、アトレウスの宝庫にさかのぼります。ここでは石をわずかにずらしながら、リング状に積み上げてドーム空間がつけられました。

ローマ時代になると、壮大な建築が出現しました。それはアーチ技術と新しい建築材料であるローマン・コンクリートが登場したからです。アーチ技術は古代エジプトなどで古くから使われていましたが、圧縮力に強い石やレンガの特性を活かすアーチ原理の有効性が発見されると、ローマ人によって実用面で飛躍的な発展を遂げました。ローマのアーチ技術の特徴は、ほとんどすべての形状が半円形であること、そして広大な領土のどこでも、誰にでも容易につくれるように、製作と施工を単純化・統一化したことにあります。

一方、ローマン・コンクリートは、現代のコンクリートと異なり、焼いた石灰と火山灰を混ぜたものに骨材を加えたもので、火山灰はナポリ近郊のヴェスヴィオ火山から運ばれました。ローマン・コンクリートを壁やアーチなどに打ち込むことで、空間の規模と建築の自由度は飛躍的に広がりました。

コロッセオ(西暦80年 ローマ)

周囲527メートル、高さ48.5メートルの巨大な円形闘技場。約5万人が収容でき、客席全部が可動式の膜屋根に覆われていた。



サン・ピエトロ大聖堂(1626年 バチカン)

©斎藤公男

祭壇手前の礼拝のための空間は長さ186メートル。1589年ドーム完成後、壮麗なファサード(正面部分)を構築し、1626年に大聖堂の献堂式(神にささげる儀式)が行われた。



ミケーネ遺跡 アトレウスの宝庫

©斎藤公男

(紀元前1250年ころ アルゴスミキネス(ギリシャ))

丘の斜面につくられた円形墳墓。真のドームが生まれる前の夜明け前のドーム技術。



## 日本の木造大架構

鉄の大量生産が始まる産業革命以前の西欧では、石やレンガを積み上げて壁面をつくり、壁によって屋根や天井を支える組積構造が主流でした。一方、日本では鎌倉時代から、柱と梁で床や天井を支える架構構造が意図されていました。木を知り尽くした棟梁の知恵と匠の技が、近代建築と同じ空間構造をつくり出しました。



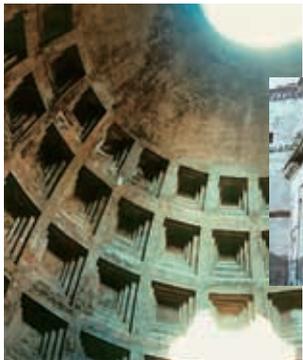
清水寺(1633年再建 京都)

奈良時代に創建されたあと、何度も焼失し、現在の舞台は1633年に再建された。柱と梁がくさびによって剛接合され大架構を形成。釘を1本も使わず、139本の柱と縦横に走る貫だけで支えられ、崖に大空間を張り出している。



白川郷合掌造り家屋(江戸時代中期から昭和初期 岐阜)

三角形や台形の骨組みを積んでせり合わせ、荷重を支える迫持(せりも)ちトラスの原理が、合掌造りなどの民家の小屋組みに使われている。



©斎藤公男

パンテオン(128年 ローマ)

高さによって材質を使い分け、ドームの軽量化を図ることで、直径43.2メートルの大空間を実現した。



©斎藤公男

サンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂(1436年 フィレンツェ)

ドームの直径はパンテオンと同規模だが、高さは100メートルを越す。古代ローマのドーム構造とゴシックの構築法が融合したルネサンス建築。

ドームは宇宙や神の住まうシンボルとして、西欧では中世まで盛んにつくられました。その最後を飾ったのはサン・ピエトロ大聖堂です。現在の大聖堂の基本はおおむねミケランジェロ・ブオナローティによってつくられました。ドームはミケランジェロ没後の1589年に完成しましたが、100年が経過すると、裾の広がりから生じる縦の亀裂がかなり目立ち始めました。1743年、崩壊を案じた聖ベネディクト14世は、ローマの3人の数学者に調査を依頼します。崩壊のメカニズムを含め、設計手法に理論的検討が初めて採り入れられました。この調査に基づいて5本の鉄鎖リングを埋め込むことによって、ドームは崩壊の危機を逃れました。長く続いた勘や経験から科学的手法の時代へ、鉄骨の出現を間近に控え、時代は大きく変わろうとしていました。

©Photonstop/アフロ



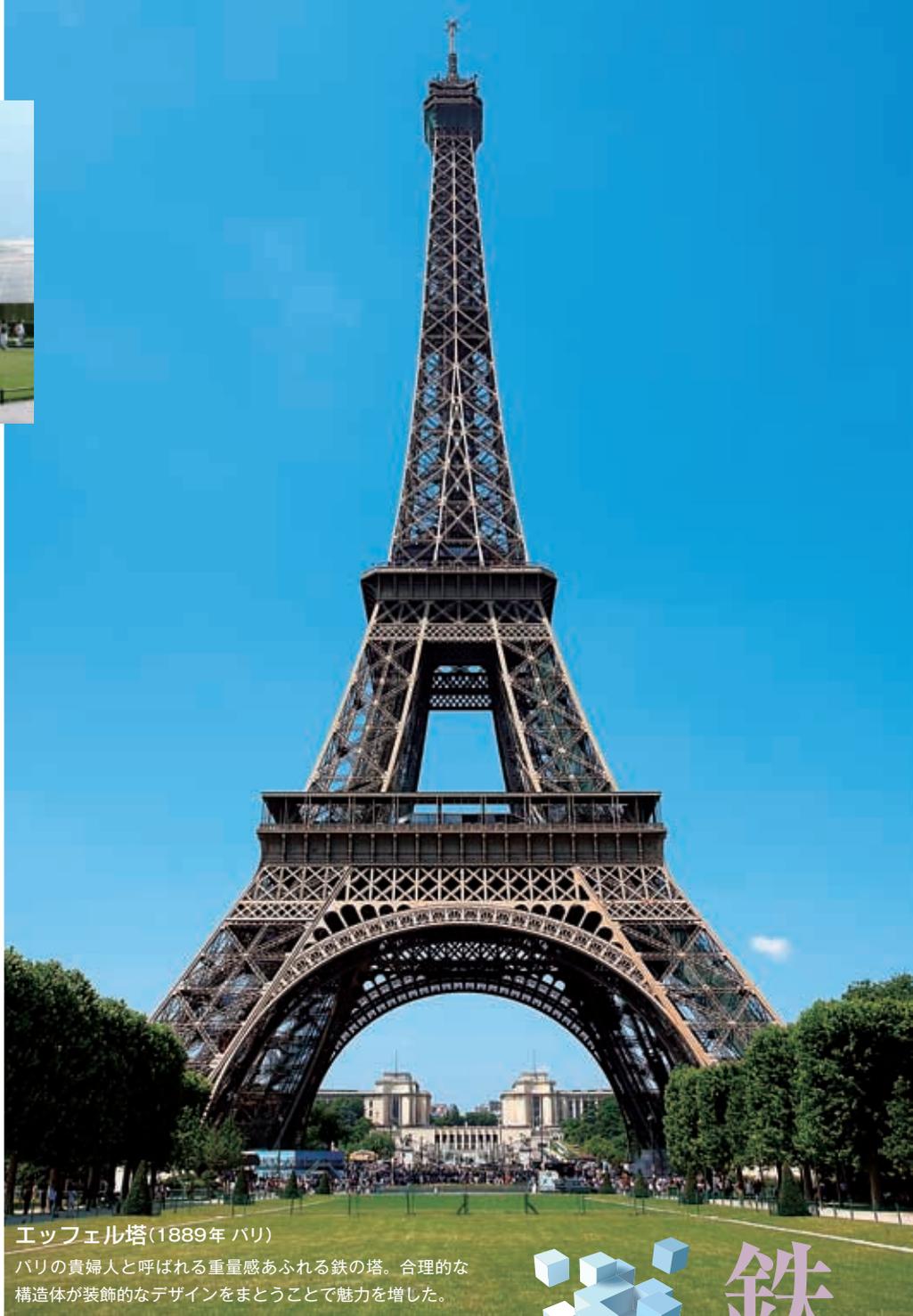
パームハウス(1847年 ロンドン) ©斎藤公男

鉄とガラスの建築における最高傑作の一つ。クリスタルパレスで実現された技術と空間を色濃くとどめている植物園の温室。



クリスタルパレス(1851年 ロンドン) ©斎藤公男

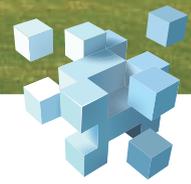
移設後 1936年焼失。絵の中にハイパークに現存する鉄の門が描かれている。門扉には世界初の鉄橋アイアンブリッジが架けられた産業革命発祥の地名が刻印されている。



エッフェル塔(1889年 バリ)

バリの貴婦人と呼ばれる重量感あふれる鉄の塔。合理的な構造体が装飾的なデザインをまとうことで魅力を増した。

©アフロ



# 鉄の世紀へ 革新技術が生んだ奇跡

イタリアのルネサンスを代表するレオナルド・ダ・ヴィンチは、芸術・科学・工学・技術の発達の礎を築きました。そのダ・ヴィンチの没後、ガリレオ・ガリレイが精魂を傾けた労作、『新科学対話』が1638年に出版されました。材料力学の分野における最初の刊行物であり、建築における科学が一気に浸透しました。さらに工学については、石や木に代わり、鉄とその構法・工法が18世紀後半の産業革命から現れ、アイアンブリッジやクリスタルパレスといった技術的な挑戦からエンジニアの職能が確立され始めます。

鉄とガラスでつくられたクリスタルパレスは1851年、ロンドン万国博覧会の会場に建てられました。延べ8万平方メートルの巨大な建物の工期はわずか6カ月。徹底した部材の規格化と巧妙なディテールに加え、トラス架構<sup>※1</sup>、カーテンウォール<sup>※2</sup>、室内環境の制御といった総合的な技術が駆使されました。今日のプレ・ファブリケーションの始まりがここにあります。

そしてフランス革命100周年を記念した1889年のパリ万国博覧会で、エッフェル塔が建設されました。設計者のギュスターヴ・エッフェルは、風に対する備えに敏感でした。1879年、スコットランドのテイ湾で、強風によって列車もろとも橋が崩壊しました。この事故を受けて、フランス中部に架けられたギャラビ高架橋では、風荷重に対する洞察から構造形状、部材、施工を綿密に結びつけ

※1 トラス架構 三角形の集合体で構成する構造形式。  
※2 カーテンウォール 建物の自重と荷重を柱や梁、床、屋根で支え、直接負担しない壁。

# 日本の近代建築



三菱一号館(1894年 東京) ©三菱地所(株)

日本近代建築の礎を築いた建築家ジョサイア・コンドルが設計した丸の内初のオフィスビル。2009年に復元され、2010年春に美術館としてよみがえった。



東京駅丸の内駅舎(1914年 東京) ©鹿島建設(株)

長さ335メートル・高さ46メートルの鉄骨レンガ造による巨大な駅舎。日本近代建築の父・辰野金吾の設計。2012年創建当時の姿に復元された。



三井本館(1929年 東京) ©三井不動産(株)

関東大震災の2倍の地震でも壊れないことを設計方針とした鉄骨鉄筋コンクリート造。官営八幡製鉄所の鋼材が建物上階に使われた。



国会議事堂(1936年 東京) ©参議院

鉄骨に八幡製鉄所の鋼材が使われ、外壁や大理石なども国産材でつくられた。



セント・パンクラス駅(1876年 ロンドン)

©斎藤公男

外観はネオ・ゴシック調にデザインされ、構内はスパン75メートルという当時世界最大級の鉄とガラスによる壮大な空間が現れた。



フランクリン通りの集合住宅(1903年 パリ)

コンクリートの父と呼ばれるオーギュスト・ペレの設計。鉄筋コンクリート造という新しい技術により芸術的な表現を追求した。



©斎藤公男



ドイツの電機メーカーAEGのタービン工場(1909年 ベルリン)

モダニズム建築の発展に影響を与えたペーター・ベーレンスの設計。鉄骨トラスによる無柱の大空間を持ちながら、外観は神殿を思わせる厳格で力強い表情を漂わせている。

©斎藤公男

る設計が行われました。「エッフェル塔のアイデアの源泉はギャラビ高架橋に始まる。そして最終的には、4本の脚をさらに広げ、相互に自立するような新しい塔のシステムに到達した」とエッフェルは語っています。

鉄とガラスに並んで近代建築に欠かせない最も重要な材料は、鉄筋コンクリートです。コンクリートそのものは近代の産物ではありませんが、人工的なセメントがつけられ、それを鉄筋と組み合わせるといふ発想が生まれました。鉄やガラスより半世紀ほどあとの19世紀末のことでした。20世紀に入ると鉄筋コンクリートは一般化され、自由で開放的な空間をつくり出しました。日本でも耐震性や耐火性に優れた材料・構法として注目され、近代建築の出发点となりました。



東京都第一庁舎(1990年 東京)

48階建て・高さ243メートル。パリのノートルダム大聖堂のような華麗な双塔の内部に、100メートル超の無柱空間が広がっている。



霞が関ビルディング(1968年 東京)

36階建て・高さ147メートルの日本初の超高層ビル。戦後日本の経済成長を象徴する金字塔であった。



ジョン・ハンコック・センター(1968年 シカゴ)

100階建て・高さ344メートル。建物を支える構造体を隠さず、縦横やX字型の分厚い鉄のフレームがむき出しになった独特なデザイン。

ニューヨークの摩天楼 ニューヨークの超高層ビルの歴史は、1890年完成のニューヨーク・ワールド・ビルから始まり、摩天楼と呼ばれる景観が生まれた。



# 未来への飛翔

高さと安全性への挑戦、そして憩いの空間へ

アメリカでは南北戦争が終わった19世紀後半、人口が大都市に集中し、高層ビルの建設がシカゴで始まりました。高層ビルの波は、やがてニューヨークにも押し寄せ、1930年代になるとエンパイア・ステート・ビルに代表される摩天楼群がマンハッタンを埋め尽くし始めました。

超高層ビルは風に対する剛性の確保という課題に直面し、エンパイア・ステート・ビル以降長らく60階建てにとどまっていました。それを一挙に倍近い高さにまで可能にさせた技術革新がチューブ構造です。建物の外枠に鉄の柱を集めて筒状の外殻構造体をつくり、全体を支える構造で、風や地震の揺れからビルを守り、大きな梁を設けずに自由な空間をつくり出しました。この新しい技術がジョン・ハンコック・センターの建設を可能にしました。

同じころ日本では、建築基準法の高さ制限が緩和され、霞が関ビルディングが建設されました。従来の堅固なハコの剛構造では、建物を高くすればするほど柱の強度を高めなければならず、地震時の柱への負担が大きくなり、15階建て程度が限度でした。そのため関東大震災を耐えた上野・寛永寺の五重塔のように、柱と梁を複雑に組み合わせ、地震の破壊力を分散させて、柳のように地震を受け流す柔構造という考え方が生まれました。柔構造の実現にはH形鋼という新たな鋼材が欠かせませんでした。

こうした技術革新によって、日本でも超高層時代が到来しました。地震国である日本にお



# イメージとテクノロジーの融合

建築における創造的プロセスとは、イメージとテクノロジーを高いレベルで融合させることにあります。イメージとは「つくるべきものは何か」であり、機能・空間・造形といった設計者の自由な発想だけでなく、規模・工期・コストといった計画条件も含まれます。一方、テクノロジーとは「どうつくるかを考える科学・工学・技術を意味しています。イメージを展開するアーキテクト(建築家と、テクノロジーを支えるエンジニア(技術者)の協働によって、時代のマイルストーンともいえるべき建築が生み出されてきました。



国立代々木競技場(1964年 東京)

© 斎藤公男

建築家の丹下健三と構造家の坪井善勝のバランスのとれた協業関係によって、イメージとテクノロジーの融合が高いレベルで実現した。



ミュンヘン・オリンピック競技場(1972年 ミュンヘン)

自由な形態の屋根をつくるため、開発可能なテクノロジーがまず設定され、それを建築家の豊かな感性によってデザインにつなげた。



シドニー・オペラハウス(1973年 シドニー)

© 斎藤公男

大胆な空間構造と美しいシルエットのイメージに、技術的な裏付けや実現性に対する疑問が投げかけられたが、テクノロジーが裏面にサポートした。



ブルジュ・ハリファ(2010年 ドバイ)

160階建て・高さ828メートルで2015年現在世界一の高層ビル。中東固有のデザインをモチーフに3軸の平面形状から、らせん状に積層している。



©SIME/アフロ

る高さや安全性への挑戦は、テクノロジーとイメージの世界を進化させ、豊かな空間をつくり出しました。そして超高層ビルは、足元に広がる街をつどいの空間に変えるランドマークとしての機能も担うようになりました。

いかに美しく、合理的に大きな空間をつくるか。人類はその理想を追い求めてきました。屋根を動かすことができれば、光や熱や風をもっと制御できたら、建築の可能性はさらに大きく広がります。このとき、いろいろな材料や構造をハイブリッドに組み合わせる発想が重要であり、鉄はその主役であり続けることでしょう。(談)

◎ 斎藤 公男(さいとう・まさお)

1938年群馬県生まれ。63年日本大学大学院理工学研究科博士前期課程建築学専攻修士、91年同大学理工学部建築学教授、2007年日本建築学会会長、08年日本大学名誉教授。著書に『新しい建築のみかた(エクスタナレッジ)』、『空間構造物語』(彰国社)など。