

曲線の文化と直線の文化

西山豊

〒533-8533 大阪市東淀川区大隅 2-2-8 大阪経済大学 経営情報学部

Tel: 06-6328-2431 E-Mail: nishiyama@osaka-ue.ac.jp

1. 石の文化と木の文化

ヨーロッパの建物が日本のそれとどこか違うと感じたのは 2000 年にはじめてフランスへ旅行したときのことである。パリで 5 日間、南仏のアビニョンで 5 日間の短い旅であったが、街の景色を見るたびに門や窓がことごとくアーチ状になっているのにちょっと驚いた。長年、日本に住んでいるので建物は直線で構成されると信じている。柱は地面から垂直に立っている。梁（はり）は柱の間を水平にわたっている。柱も梁もどちらも直線だ。門や窓枠も長方形で直線である。屋根も傾斜しているがほぼ直線である。鉄筋コンクリートできているビルディングは垂直方向、水平方向ともに直線である。

ところがヨーロッパの建物は水平方向が直線でない。アーチ状、つまり曲線である。屋根はドーム状になっていて丸い。門の開口上部はアーチ状になっていて丸い。窓も開口上部はアーチ状で丸い。橋はアーチ状で丸い。垂直方向は直線であるが、水平方向は直線ではなく曲線である。ルーブル美術館で観た絵画はアーチ状のヨーロッパ建築で美しい。ヨーロッパの建物は直線ではなくどうして曲線なのだろうか。ヨーロッパ人は曲線が好きな人種なのだろうか、などと考えたが、この疑問は南仏のアビニョンへ行ったときに解決した。

アビニョンの近くにアルルやオランジュの小さな町があり、ここには古代ローマ時代に建てられた遺跡がある。遺跡は表面がはがれているので建築物の建築過程がよくわかる。門や窓の開口上部がアーチ状になっている理由は、これらが石で造られているからだ。このような単純なことは日本にいる間は考えつかなかった。ヨーロッパの建物は石で造られ、日本の建物は木または鉄筋コン

クリートで造られている。石で造ると門や窓の開口上部は丸くなり、木で造ると直線になる。つまり、建築物の材料の違いが建築物の形を決めているのである。

2. イギリスの気候と建物

私は、2004年夏デンマークでの数学教育世界会議（ICME10）に参加し、2005年度はイギリスへ1年間の留学の機会があった。そこでヨーロッパの建築の形について素人ではあるが調べてみることにした。窓の特徴は次の通りである。まず気づくのは、窓の縦と横の比率が日本の窓に比べると大きい、つまり縦長であることだ。横が1に対して縦が2のものもあった。また、日本では窓は2枚あって、それらが水平方向に可動であるが、イギリスでは1枚のものが多く、それらは固定になっていることが多い。動くといってもほんの少しである。換気は大丈夫かと思ったが、換気はうまくいっているようだ。

イギリスは大火の経験からセントラル・ヒーティングが完備されていて、日本のようにガス・ストーブや電気毛布がいない。ストーブがないので二酸化炭素の発生量も少なく、換気の必要がそれほどないのかもしれない。東京は北緯36度であるが、ロンドンも北緯54度である。札幌は北緯43度であるから、北海道よりかなり北に位置する。しかし、メキシコ湾から流れる暖流が、寒さを幾分和らげている。イギリスの天気は「一日の中に四季がある」と例えられるように、昼間は暖かくて日が照っていても急に雨が降り出したり、冷えこんだりすることも多い。

なぜ天気が急激に変化するかは山が無くなだらかな丘であるからだ。北部のスコットランドは山があるが、南部のイングランドは山がない。日本のように山があると空気をさえぎるがイギリスではそういうことはない。海洋の気象がそのままイギリス国土に影響しているとみてよい。イギリスと日本の時差は旅行案内書では8時間または9時間とある。これはイギリスがサマータイム制をとっているからである。サマータイムは日本では馴染みが無いが緯度の高い北欧はこの制度をとっている。緯度が高い国では夏は昼が長く、冬は夜が長い。夏は夜の9時過ぎでも明るく人々は外で会話を楽しんでいる。ところが冬は夕

方3時で暗く、寒い。したがってイギリスへ留学するなら4月から9月までの半年がよく、あとの半年はイタリアなどへ移動するのがベターであろう。

サマータイム制で私はちょっと面白い経験をした。イギリスからベルギーへ2泊3日の小旅行をした。ヨーロッパの新幹線であるユーロスターに乗り2時間40分のところにベルギーの首都ブリュッセルがある。出発したのは10月29日で帰ってきたのが10月31日であった。イギリスとベルギーの時差は1時間である。行き帰りに時計を現地時間に合わせた。これは慣れているが、イギリスの10月30日(日)がサマータイム切り替え日であったので混乱してしまった。携帯電話、腕時計、パソコンのタイマー、下宿の掛け時計、テレビの時刻、街路にある時計、これらが変わっているのと変わっていないのがあり混乱した。昼食の時間にカレッジの食堂へ行っても誰もいなかった。その一日はなんだか狐につままれたような一日だった。

夏の最高気温は25度で、暑い日といっても5日以上続くことはない。この5日間の暑さを我慢すれば大丈夫ということで、イギリスにクーラーはなく扇風機だけである。滞在中は扇風機はほとんど使わなかった。ケンブリッジに滞在していたが週末は美術館や博物館の見学でロンドンへ出かけた。ロンドンはケンブリッジから列車で1時間くらいのところであるが、ディーゼル機関車であったが氷の上をすべっているような感じであった。どうしてかというと、暑さでレールが膨張して曲がる心配がなく日本のようにレールのつなぎ目をかなり開けておく必要がないからだ。イギリスはレールの隙間が小さいのだろうか。ガタンコトンという音はほとんど聞くことが無かった。

イギリスは地震のない国である。マグニチュード5以上の地震の記録は歴史上皆無である。地球の表面は、10数枚の板(プレート)でおおわれていて、プレートは、厚さが100kmもあり、それぞれ違う方向に動いている。プレートが生まれる海嶺では小さな地震が起き、ヒマラヤのようにプレートがぶつかったり、日本海溝のようにプレートが潜り込んだりするところでは、巨大地震が発生している。日本周辺には4枚のプレートがあり、東日本では北米プレートの下に太平洋プレートが、西日本ではユーラシアプレートの下にフィリピン海プレートが沈み込んでいる。また、伊豆半島から小笠原諸島ではフィリピン海プ

プレートの下に太平洋プレートが沈み込んでいる。これらのプレートが押し合っ
て我慢の限界に達した時、地震が起こる。このようにプレートが集まっている
ため、日本では地震が多い。

イギリスはユーラシアプレートの中にあり、プレートの境界にいないので地
震はおこらない。ケンブリッジのキングスカレッジは 1446 年に建築されてい
るので 500 年以上経過している。この間大きな地震はなかったという。鉄筋もな
にもない。石が積んでいるだけである。よくもっているものだ。石造で鉄筋な
しだという。あんなに高い石の建物は日本なら地震でもたないだろう。

3. 窓の形あれこれ

イギリスの住宅はハウスとよば
れる一戸建てとフラット(Flat)とよ
ばれる集合住宅に代表される。ハウ
スは部屋数も多く庭がついていて裕
福でないと住めない。フラットはア
パートに対応するがそれほど狭くな
く、日本でいう 3 階建てのところも



図 1. 代表的な民家の窓枠

ある。イギリスのグランド・フロアー、ファースト・フロアー、セカンド・フ
ロアーは日本の 1 階、2 階、3 階に対応している。ハウスやフラットはおもに
均一なレンガ（煉瓦）を積み上げることでできている。ケンブリッジで建築中
の建物をとときどき見たが煉瓦はセメントのようなもので接着しているが鉄筋を
とおしていることはなかった。ただ積み上げているだけだ。大丈夫かなと思っ
たが地震のない国だから大丈夫なのだろう。

ケンブリッジ市内の窓の写真を撮ってみた。図 1 は比較的新しいフラットの
窓枠で、ガラスの部分は長
方形で直線であるが、ブロ
ックは放射状に積んである。
そして下の部分が直線にカ
ットしてある。石の建築が



図 2. どんなに狭くても円弧（究極の窓枠）

進化して最終的にこのような形になったのだろうか。私はこの窓の開口上部が気になってしかたがなかった。レンガは綺麗にそろえて積まれているが、開口上部だけ違った積み方がされている。そのために美観をそこなうものであった。これよりもう少し



図3. 力学では不可能な窓

古い建築と思われるものに図2の窓枠があった。ガラスの部分は長方形で直線であるが、窓の上部のブロックは直線でない。10センチメートルもないせまい幅であるがアーチ状になっている。私は「究極の窓枠」と命名した。

ところが、ときたま図3のような窓枠も見つけることができる。力学では不可能なブロックの積み方である。ブロックを水平にもたせるためには左右両端から無限大の力が必要である。



図4. 多角形の窓

そうでなければ内側のガラス窓の力でブロックが落ちてこないように持ちこたえているのであろう。

窓枠はすべてアーチ状かということでもない。図4のような直線で構成されたものもあった。開口上部は水平方向に直線で、その両端に傾斜のブロックが積まれている。斜めのブロックは力学的に可能だが、開口上部のブロックはやはり気になる。内側のガラスや鉄枠で上のブロックが落ちてこないように支えているのだろうか。

図5はアーチ状の門である。石の積み方に注意すること。石は放射線状に2層積んである。水平ではなくアーチ状にするとブロックは落ち



図5. アーチ状の門

てこない。

図6はフィッツ・ウィリアム博物館の窓枠である。図5の門と同じく大理石が放射線状に3層積んである。そのため、窓の形はアーチ状(円形)になっている。アーチ状に積んだ場合、中央上部に大きな力が働くので大きめの大理石が使われている。

真ん中のブロックは左右のど真ん中にあるので傾斜が垂直、90度である。90度は力学的には不可能であるので、傾斜をつけるため大きめの大理石が使われているのであろう。アーチ状に積むと真ん中のブロックが一番問題になることは石で建築することの宿命であるように思われる。

ケンブリッジから列車で1時間くらい行ったところにピーターバラがある。ここにはゴシック建築のカセドラル(大聖堂)がある。図7は同市内にあったチャーチ(教会)の窓枠でゴシック様式である。ヨーロッパはキリスト教文化圏であり、どこの国もチャーチとよばれる教会とカセドラルとよばれる大聖堂がある。窓枠の形は図6のように円弧になってなく、尖った形をしている。これはゴシック建築の基本形で建物を高く建てることができる。私はこの形に興味をもって、もしかしたら積み木問題で考えた調和級数、つまりLog関数の形になっているのではと思った。しかし、写真をトレースして調べたところ2つの円弧を重ねているに過ぎないことがわかった。中心角が180度の円弧を1つとするより、中心角が60度の円弧を2つにした方が中心部の負担が少なく済む。機能的には水平で直線が一番よいのはわかっている。ところが石を積むので水平方向に積むことは不可能で、円または円弧でなければならないというジレンマがある。



図6. フィッツ・ウィリアム博物館
(ケンブリッジ)



図7. ゴシック建築の窓
(ピーターバラ)

図8はスコットランドのエディンバラに出かけたとき、偶然見つけた劇場の門である。門の中央のかなめ石は美観をそこねるのだろう。建築家はかなめ石をライオンの舌にデザインしてそれを隠そうとしたのである。



図8. かなめ石を隠す芸術
(エディンバラ)

図9は私の滞在していたフラットの扉の写真である。扉は長方形で縦横ともに直線であるので、ガラスを円弧にする必要がないが、どういうわけかアーチ状になっていた。これはヨーロッパの石造文化の影響だろうか。

4. 財産としての石造建築

地球上のすべての物体は地球の引力の影響を受けている。引力の影響で建築物が水平方向にいかにか弱いかかわかる。たとえば鉄塔と鉄塔の間に張られた送電線は重力でたるんでいる。まっすぐに張るには無限大の力が必要であり、それは不可能なので懸垂曲線の形をしている。同様にして建築物の梁にも重力が働き、たわみによる変形で水平を保つことが難しい。

窓枠の開口上部の石には、石自身の重さと上部の重さによって「曲げ」の力が働いて中央部が下にたるんでくる。木や鉄を引張り変形したときの応力とひずみの関係は、応力-ひずみ曲線で表される。変形の初期には弾性変形がおこり、応力-ひずみ曲線は直線関係で与えられるが、応力が大きくなると塑性変形が生じて直線からずれる。そして降伏点に達すと材料は破壊される。



図9. 不必要な扉のアーチ
(下宿先のフラット)

木はしなやかで弾力があり、比較的長いものが柱や梁の材料として取れる。

加工しやすいが、燃えやすく火災に弱いという難点がある。鉄は木より強く弾力があるが、さびやすい。鉄と石の性質を合体したのが鉄筋コンクリートである。

石は堅くて強くて重いが弾性体ではない。加工しにくく、横に細長い石を材料として得ることは難しい。石には花崗岩、大理石、石灰岩などがある。建築物の外部には花崗岩が、内装用には大理石や石灰岩が用いられる。石灰岩は大部分が炭酸カルシウムからなる岩石で、炭酸石灰質の殻を持つ生物の化石や海水中の成分が沈殿したものである。その石灰岩が熱の影響で変性し再結晶したのが大理石である。石灰岩や大理石は酸性雨に弱い。

地球温暖化防止の京都会議でヨーロッパ諸国が二酸化炭素の排出規制をなぜ強く望んでいるのかがわかるような気がする。彼らは鉄筋コンクリートの建物を極度に嫌う。鉄はさびて寿命が短かく、石造建築は400年から500年は持つことを知っている。留学中にカレッジのスタッフが新築の校舎について議論していて、鉄筋コンクリートの建物は毛頭考えていないと言っていたのが印象的だ。