

射影変換から成る空間の三次元性、土地性

-レム・コールハースの作品分析を通して-

Three-Dimensionality and Land property of the Space of Projective Transformation

-Through the work analysis of Rem Koolhaas-

11723003

奥山 香菜子

主査 宮 晶子

准教授

副査 篠原 聡子

教授 片山 伸也

准教授

建築に求められる社会性が、より強調される現代に建築家における個性はどのように生き残っていくべきなのだろうか。レム・コールハースのイリノイ工科大学マコーミック・トリビューン・キャンパスセンターを訪れたことをきっかけに、作品分析を通して自分自身の作家性、その基盤となる手法を探究することを修士制作の目的としている。

著書『ルネサンス経験の条件』と出会い、射影幾何学・射影変換的な操作とレム・コールハースの創る空間性が類似しているのではないだろうかという仮説をたて、作品の模型分析、AMOの資料などを用いながら実証していった。分析から、4つの射影変換的な操作が、レム・コールハースの作品に見られると考えている。面における射影、開口部における射影、通路部における射影、外殻-内殻間における射影である。沖縄という敷地で、射影変換という手法を使い文化施設を設計する。沖縄の文化は音ととても密接に関係しているため、視覚的な射影変換的操作に加え、聴覚的な射影変換的操作を加え設計を行う。

Keywords: *Projective geometry, Rem Koolhaas, Filippo Brunelleschi, Leon Battista Alberti*

射影幾何学, レム・コールハース, フィリッポ・ブルネレスキ, レオン・バッティスタ・アルベルティ

1. 序論

1-1 研究背景と目的

建築家という職業が近年とても幅広くなった。

建物はどうやって作り上げられていくべきなのだろう。使い手のため、その土地の歩みに寄り添うように、または機能性重視、あるいは利益を上げるため、など様々な目的や条件が渦巻いていてそこから色々なものを拾い集め一つの建築が立ち上がる。

建築に求められる社会性がより強調される現代に、建築家における個性ひいては作家性はどのように生き残っていくべきなのだろうか。

私がレム・コールハース設計のイリノイ工科大学を訪れたとき、この空間の中にいる喜びを純粹に感じた。歩きだしたくなる様な感覚はどうやって与えられているのか。先鋭的な形態でありながら、隅々で人が過ごしている。移動するごとに予測のつかないシーンを体験する。彼の作家性を空間体験として感じる事ができた。ここでの体験が建築家における作家性とは何かを考えるきっかけになった。

この修士制作は、レム・コールハースの作品研究を通して自分自身の作家性、その基盤となる手法を探求する事を目的とする。

1-2 レム・コールハースの三次元性

イリノイ工科大学での体験から彼の三次元空間における垂直軸の考え方、あり方を探りたいと考えた。イリノイでの体験は水平垂直という感覚を上回り、斜めの方向や、立体的に空間に包まれるというものであった。

同時にレム・コールハースのおおくの作品の構造を担当している(ボルドーの家) セシル・パルモンド氏の著書でありマニフェストである『informal』に触れ、幾何学という言葉は何度も目にした。レム・コールハースにおける幾何学とは何なのだろうか。

1-3 射影幾何学とレム・コールハース

『ルネサンス経験の条件』岡崎乾二郎に出会う。そこで、空間を三次元的に思考した起源をたどるとブルネレスキであることを知る。著者は此の本のなかでこのように述べていた。

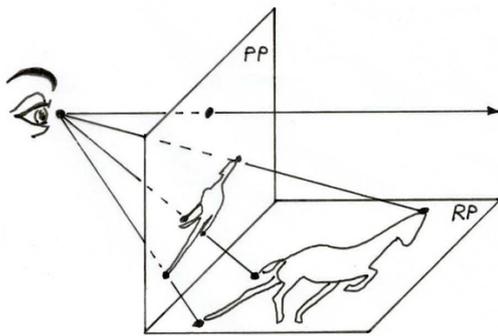
「ブルネレスキの例の装置(透視図法)を思い浮かべ、今まで見たいくつかのエピソードを思い返して見るなら、ブルネレスキの発想が徹底して射影幾何学的なものに近似していたことが容易に類推される。互いにまったく両立もできず異次元にあるような空間

だけがそこにあり、それぞれの空間に束縛された、決してひとつに重なることもない複数の視線が次々と分裂生成してくる。」
 私は、この空間体験とイリノイの空間体験が非常に近いと考えた。そこで、レム・コールハースの建築が多くのシーン体験を持っているのは射影幾何学的な作法が用いられており、それが空間の相互独立性を建築全体にもたらしめているのではないかという仮説を立てた。そして、その空間体験は建築の内部にいるというよりも都市にいるような感覚につながるのではないかと考えている。

1-4 射影変換とは

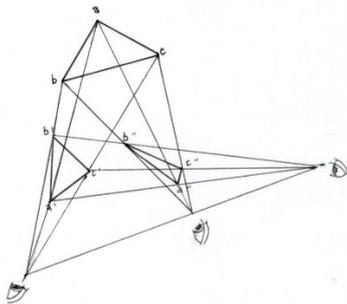
射影幾何学とは、元来石工さんが螺旋階段を設計するにあたって影を落としながら次の階段の形態がどのようになるかを知るべく用いていた概念である。

下の図のように、「ある面 (PP) の図形をある面(RP)においてはこう変換される」という事を説明する幾何学のことである。



射影幾何学の基礎的な正確さをさらに数学的に説明する。

2つの $\triangle abc$ と $\triangle a'b'c'$ があって、 a と a' 、 b と b' 、 c と c' を通る三本の直線が一点と交わる(結合)とする。このような状態にある $\triangle abc$ と $\triangle a'b'c'$ は互いに配景的対応をしているという。しかし、さらにもう一つの $\triangle a''b''c''$ があり、それもまた $\triangle abc$ と配景的対応をしているという。これは2つ目の別の視点から同じ $\triangle abc$ を見ているものとみなすこともできる。ところがこのとき $\triangle a'b'c'$ と $\triangle a''b''c''$ も配景的対応をなすことが自動的に証明され、すなわち第三の視点が生じてきてしまう。



ゆえに視点は変換の数だけ、図形の配景的対応が発生する数だけ、次々と生じてきてしまうわけである。
 こうして次々と変換が行われ、本来は異なる次元にあり、決して共存できないような命題が、様々なレベルの対称性をもって同じ空間上に次々と折り重ねられていく(この操作を永遠に繰り返していくと、空間が無限に折り返されていくメビウスの網と呼ばれる状態に

近づいていく。)ここで視点あるいは消失点とは、対称性が作り出す一種の想起であり、視点とは、このように、それぞれ異なる空間に配置された複数の図形が互いに相手を想起するとき、生み出される仮の焦点であった。

2. ルネサンスからバロックにおける幾何学

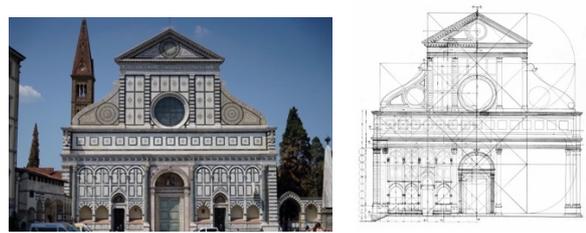
二章では幾何学を二次元的に扱った人物と三次元的に扱った人物の系譜を辿り、レム・コールハースの位置づけを示す。

2-1. アルベルティにおける幾何学の扱い方=二次元的幾何学

レオン・バッティスタ・アルベルティ (1404~72)

アルベルティは比例を閉じた枠の中で用いる二次元的幾何学と言いつ換えることができる。

□.サンタ・マリア・ノヴェッラ聖堂のファサード



1457~58年 設計

アルベルティに依頼されたのは未完であった上半分の設計であり、彼はゴシック時代に作られた既存の下層部と整合する計画をしなければならなかった。この整合性は、新旧两部分に同一の幾何学比例を与えることで確保されている。

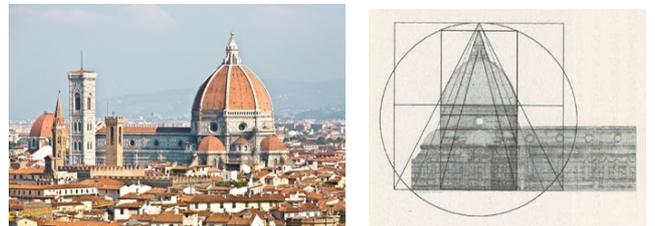
アルベルティが補った厚い帯状部分を含む下層部は横に並ぶ正方形2つで構成され、古代神殿のファサードに類する上層も同じ正方形に内接する。一見無定形に見える上層両脇の巻き形装飾も、この正方形の四分の一の正方形に内接するなど、幾何学比例は可能な限り徹底されている。

2-2. ブルネレスキにおける幾何学の扱い方=三次元的幾何学

フィリッポ・ブルネレスキ (1377~1446)

ブルネレスキは、比例原理はより大きく包括的な、中心を見つけ出す為にあると考えており、三次元的な幾何学を探索していたといえるだろう。

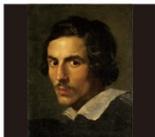
□.サンタ・マリア大聖堂



ブルネレスキの幾何学的原理の応用はダ・ヴィンチのこの人体デッサン同様、見かけ上の個々の形態ではなく、それが持つ個々の部分の長さを比例関係として展開していくと、必ず、その見かけを超えた、より大きく完全な幾何図形に正確にそれが内属することが確かめられるという原理にのっとっている。つまりブルネレスキにおいて比例とは「不完全性は必ずそれよりも大きな完全性に包摂されう

る」という理である。

2-3. 幾何学の二次元性と三次元性

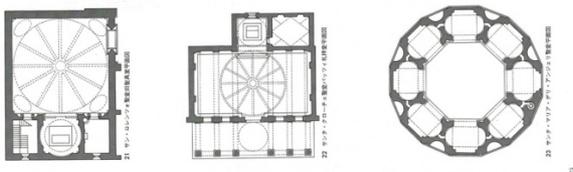
	ルネサンス初期 (14世紀中頃~1450)	ルネサンス盛期 (1450~1527年)	バロック時代 (16世紀~17世紀中頃)	現代
アルベルティ派 (二次元的幾何学)	<p>name レオン・バッティスタ・アルベルティ (1404~1472)</p>  <p>architecture ・サンタ・マリア・ノヴェッラ教会のファサード (1456~1470) ・サンタンドレア教会 (1472~1494)</p> <p>Characteristi ・キクロなどの古代ローマ時代の人文学に傾倒した ・人体比例と建築比例の理論に着目し、これを基礎として、1451年までに著書『建築論 (De re aedificatoria)』を完成させた</p>	<p>name ジュリアーノ・ダ・サンガッロ (1445~1516)</p>  <p>architecture ・ヴィラ・メディチ (1484~1491) ・サント・スピリト聖堂の聖器室 (1489~1539) ・サンタ・マリア・テラニマ教会 (1514)</p> <p>Characteristi ・弟 (イル・ヴェッキオ) とともに城塞建築家兼木細工師に弟子入り ・サン・ピエトロ聖堂の建設計画でドナト・ブラマンテの案に敗れたが、大聖堂の補佐建築家の地位にあった。</p>	<p>name ジャン・ロレンツォ・ベルニーニ (1598~1680)</p>  <p>architecture ・サン・ピエトロ広場 (1656~1667) ・ダビデ像 ・サンタンドレア・アル・クイリナーレ聖堂 (1658~1661)</p> <p>Characteristi ・彫刻家ピエトロ・ベルニーニ (Pietro Bernini, 1562年5月6日~1629年8月29日) の子としてナポリに生まれた。 ・人々は彼の作品を「芸術の奇跡」と絶賛した。</p>	
	ブルネレスキ派 (二次元的幾何学)	<p>name フィリッポ・ブルネレスキ (1377~1446)</p>  <p>architecture ・サンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂のクーボラ (1418~1434) ・捨子保育園 (1419~1445)・サント・スピリト聖堂</p> <p>Characteristi ・サンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂のクーボラ建設によって絶大な賞賛を得た。遠近法の発明やオーダーの発見も、彼のものとされる。</p>	<p>name ドナド・ブラマンテ (1444~1514)</p>  <p>architecture ・サンタ・マリア・デレ・グラツィエ聖堂 ・テンピエット (1502~1510) ・サン・ピエトロ大聖堂計画</p> <p>Characteristi ・はじめは画家を志しマンチェーニヤに学ぶ。 ・画家のみならず建築家としても活躍し、レオナルド・ダ・ヴィンチと出会い、集中形式の教会堂のプランに関心を持つようになった。</p>	<p>name フランチェスコ・ボッロミーニ (1599~1667)</p>  <p>architecture ・サン・カルロ・アッレ・クワトロ・フォンターネ聖堂 (1638~1667) ・サン・ジョバンニ・イン・ラテラノ大聖堂改修 (1646~1650)</p> <p>Characteristi ・同じバロック建築でもベルニーニの古典主義的で端正な作風に比べ、サン・カルロ・アッレ・クワトロ・フォンターネ聖堂のように曲面を多用し、幻想的な効果をもたせることを得意とした。</p>

3. レム・コールハースと幾何学

3-1. ブルネレスキとレム・コールハースの共通点



上の左の図は、サン・ロレンツォ教会である。ファサードが作られず放置されている。ブルネレスキの建築には徹底的なまでにファサードが欠落している。建築を代表としている外観というものが見当たらない。実際ブルネレスキは幾何学的比例関係の適用を壁と壁の間 (内法) の純粋な空間容量だけに制限し、それを囲い込む壁や柱の物理的な厚みを勘定から除外している。また次に、彼の作品の変遷をみてみる。



平面図にみられるように、最も晩年の作品である (右) サンタ・マリア・デリ・アンジェリ聖堂では内部と外部の壁面に半円形 (ない

しそれよりやや浅い弧形) の削り込みが作られている。これは古代ローマ建築の壁面によく用いられたニッチという壁龕で、壁体の厚さと量感を印象づける手法であった。それ以前のブルネレスキの作品では、空間は線によって明瞭に視覚化されていたが、晩年に設計したサンタ・マリア・デリ・アンジェリ聖堂では、ニッチの導入による壁体の量塊への関心が現れている。まず、サン・ロレンツォ教会だが、ブルネレスキがファサードに興味を示さず欠落しているという事実は、レム・コールハースが内郭と外殻を全く別のものとして考えていることに類推している。ブルネレスキは意識的に操作をしていたわけではないかもしれないが、レム・コールハースは内部での人間へのアプローチの為の被膜と外部環境に対してのアプローチを別の原理で考えた結果、建物内に量塊などが発生している。サンタ・マリア・デル・フィオーレのドームもメンテナンス上だが、外殻と内郭の間にヴォイドが発生している。



3-2. レム・コールハースの空間にみられる射影変換

3-2-1. 対象作品

レム・コールハース著書の *Element of Architecture* からレム・コールハース自身 (AMO) がどのようなものに着目 (調査) しているかを調べ、レムの作品の中に四種類の射影変換的操作があることが推測できた。そこから、1990年代から2000年代に建てられた七作品を対象にどのような箇所に射影変換が行われているかを、模型を作りながら分析した。

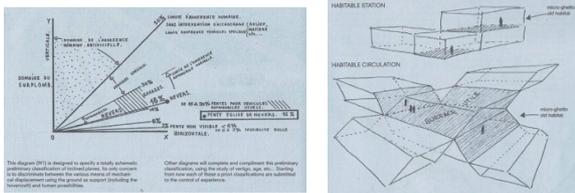
エデュカトリウム、ボルドーの住宅、オランダ大使館、イリノイ工科大学マコーミック・トリビュン・キャンパス・センター、Y2K、シアトル中央図書館、カサダムジカの七作品とした。



3-2-2. 面としての射影

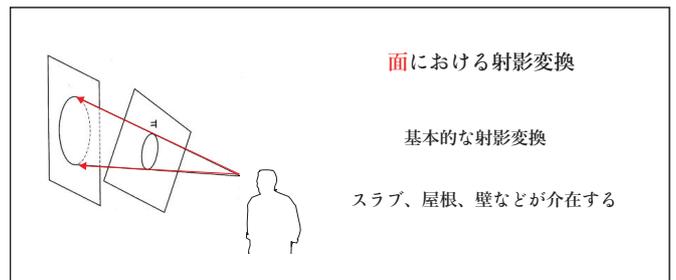
“ramp”というテーマの下、調査 (収集) された情報から彼の興味がどのようなところにあるのかを知り、また射影変換が行われているのではないかと仮説を証明できるような箇所を抜粋した。

rampとは傾斜路のことであり、この本の中では Tim nugent, Claude parent という二人の人物に大きく着目している。

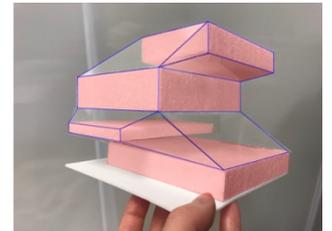


この取り上げていた図は、左図では、人間が使用できる傾斜率を機械別に表示しており、右図では、住みやすい循環的な環境を表している。スラブや屋根という概念をこえて「斜め」というものに興味があるのではないかと推測される。

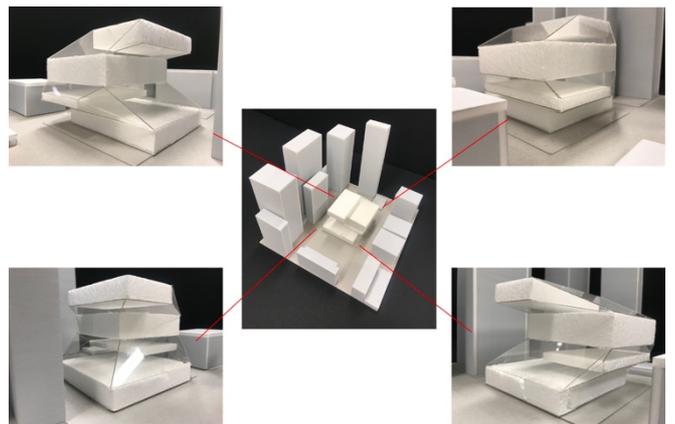
推測 1



a シアトル中央図書館



直方体のスラブが、上昇しながら変換していく。変換の形跡は青いラインの様にのこり、それらがガラス素材となっていく最終形態となる。都市に建物のファサードの印象を与えにくくすることに成功している。均一な高層ビルのファサードに対して、定まらないシアトル中央図書館のファサードが下写真によって理解できるだろう。

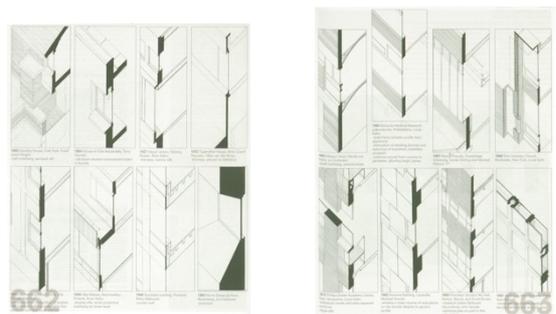


3-2-3. 開口部に見られる射影

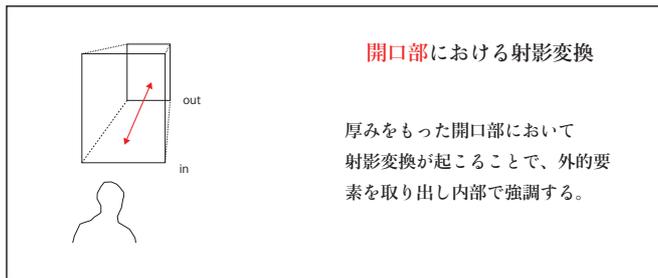
“Window”というテーマの下、調査 (収集) された情報から彼の興味がどのようなところにあるのかを知り、また射影変換が行われているのではないかと仮説を証明できるような箇所を抜粋した。

この二枚の画像は、20世紀の窓のサンプリングである。

厚いファサードに深く埋め込まれたオブジェクトであった開口部が自由な断面をもつようになったことを図で示している。



窓の断面を記録することは、開口部における射影変換が行われていることの一つの根拠になるだろう、



研究対象であるボルドーの住宅、オランダ大使館にもこの操作が見られた。

a ボルドーの住宅 (3層部分)



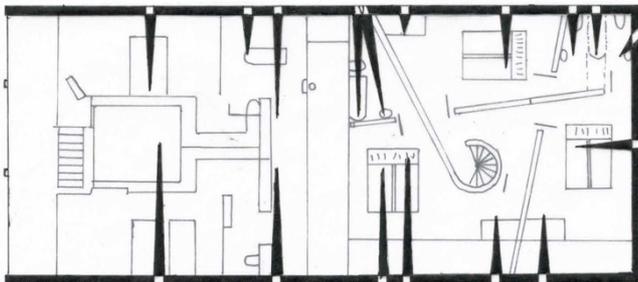
開口拡大図

壁面正面

ボルドーの住宅に対しては、穴の開け方のスタディを行っている。実際にスタディの記録が残されており、様々な穴（射影変換が起こった開口部）のバリエーションがある。このスタディは視点場をどの様に作るかが考えられている。

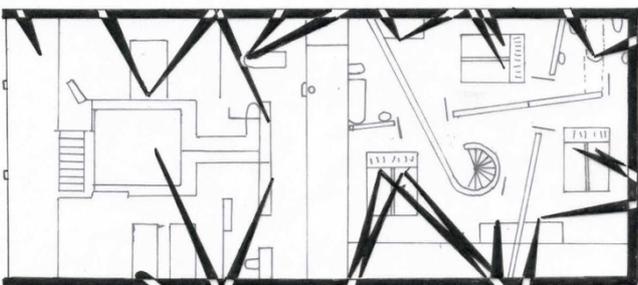
1. 明らかな穴

特定の固定点（ベッド、机、シンク、浴室）を外部と接続する。穴は目から壁までの最短ラインに位置している。



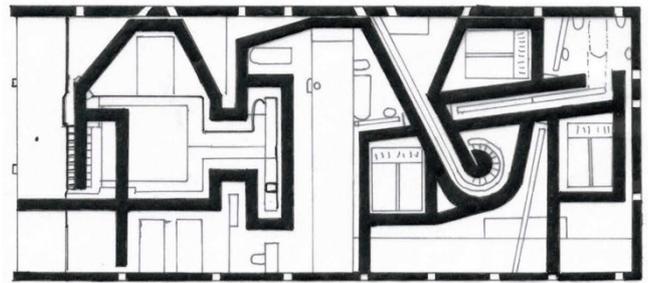
2. 相対的な穴

特定の固定点（ベッド、机、シンク、浴室）から360度に見ることができる。



3. ダイナミックな穴

移動する誰にでも、水平線の断面を提供する。それらはすべての循環ラインの軸に配置され、方向付けられ、目の高さにある。（立っている大人、立っている子供、車椅子の人）



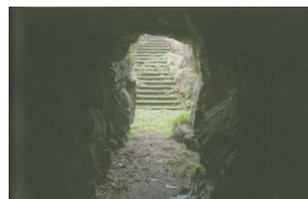
b オランダ大使館

c カサダムジカ



3-2-4. 通路部における射影変換

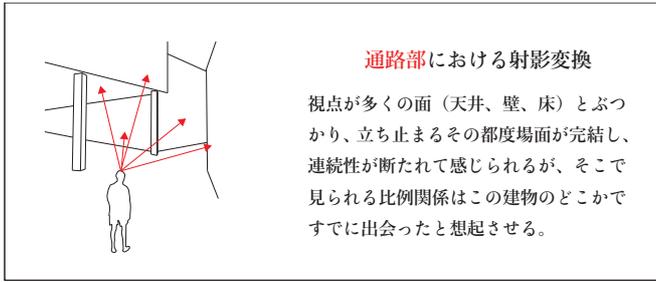
“Corridor”というテーマの下、調査（収集）された情報から彼の興味がどのようなどころにあるのかを知り、また射影変換が行われているのではないかと仮説を証明できるような箇所を抜粋した。



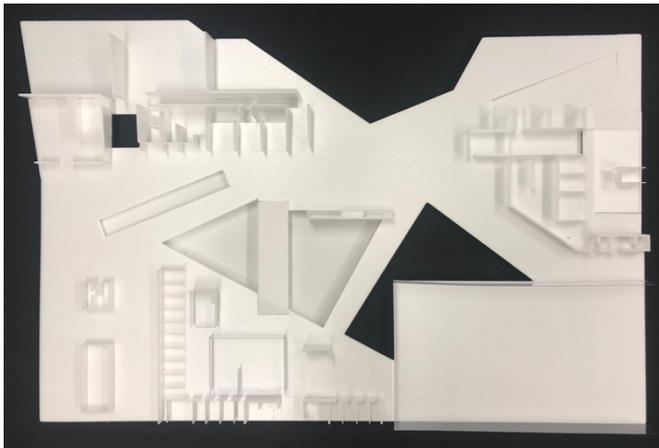
レム・コールハースはこの著書のなかで何ページにも渡って、ウェルベック修道院の写真を載せている。この風景は見通しのきかないうねった経路や分岐点、または通路に対しての彫り込むような開口部の写真である。

この本と、イリノイ工科大学での自分自身の体験から。通路部において屋根や壁などと視点がぶつかるような場所を多く作り、多視点性のある建築を目指していると考えられた、

視点の場所によって形態は幾つも見え方が変わってくる、射影変換を行っていることが推測される。

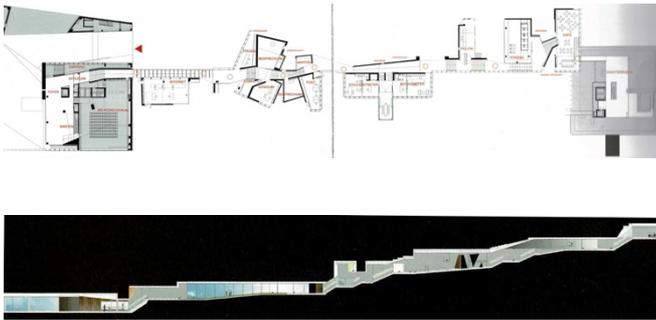


a イリノイ工科大学
マコーミック・トリビューン・キャンパス・センター



研究の発端となったイリノイ工科大学のキャンパスである。模型を作成してみると、スラブの様々なレベル差、屋根の傾斜、分岐点を意図的に作り出していることが多視点を生む為の手法だという事に気づいた。

b オランダ大使館

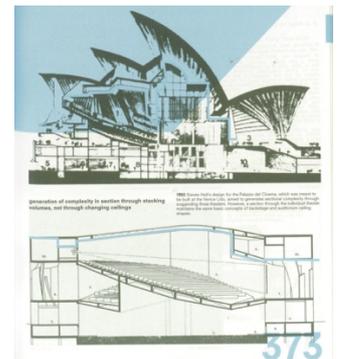


このダイアグラム(断面と平面の通路部のダイアグラムを入れます)からもわかるように通路部における周辺の認識の仕方が壁面や天井部の介入によって操作されており、多視点を意図的に多く作り出しているといえるだろう。ダイアグラムを模型として起こす。



3-3-4. 外殻-内殻間における射影変換

“ceiling”というテーマの下、調査（収集）された情報から彼の興味がどのようなところにあるのかを知り、また射影変換が行われているのではないかと仮説を証明できるような箇所を抜粋した。



左図、3-1.レム・コールハースとブルネレスキの共通点の部分でも取り上げたが、クーボラの二重殻になっている部分を“VOID”として取り上げている。また、この著書の中では、右図のように、屋根と天井の間の空間を示すような図が多く見られる。右図の説明をこう述べている。

「象徴的な屋根で知られるシドニーオペラハウスは、その舞台空間内に直角プリズムを収容することができます。これは、舞台の風景を動かすための要件です。また、観客席の空間は、より良い音響処理を提供するために屋根の形状を反映していません。」



(沖縄県 HP より)

基地があることで、米軍の飛行機やヘリコプターの事故が起きたり、戦闘機（せんとうき）などの大きな音が原因で夜眠れなかったり、学校の授業での先生の声が聞きづらくなったりもする。

米軍基地のなくなる沖繩ではデモがあり、デモの音も沖繩という土地ならではのものであるだろう。

3 サトウキビが風になびく音

沖繩の方言で「ウージ」とよばれるサトウキビは、県内で一番多く栽培されている作物である。沖繩の気候に適し、昔から農家の人達の暮らしを支えてきた。収穫の時期は、1月から3月であり。三メートルほどまで伸びる。

4-3..設計の要素

この地で、分析の結果得た射影変換という設計方法を使って新たな文化施設の提案をする。

レム・コールハースは視覚的な射影変換を行っているという仮設のもと分析を行ったが、この土地の土地性と向き合った時、視覚ではなく聴覚で文化を訪れた人に伝えることが、より文化が体に浸透していくきっかけとなると考え、視覚的な変換に加えて、音の射影変換を試みる。

4-4.模型写真



参考文献

- 1) 佐々木英也、森田義之、日高健一郎：フィレンツェ・ルネサンス 2 美と人間の革新
- 2) G・C・アルガン著 長谷川正充訳：ボッロミーニ
- 3) 石鍋真澄：ベルニーニ パロック美術の巨星
- 4) Rem Koolhaas : Elements of Architecture
- 5) レム・コールハース：建築と都市 a+u OMA@work.a+u
- 6) 岡崎乾二郎：ルネサンス 経験の条件
- 7) CecilBalmond : informal
- 8) 沖縄県：<https://www.pref.okinawa.jp/site/kodomo/shizen/index.html>