

## 【カテゴリー I】

日本建築学会計画系論文集 第549号, 169-176, 2001年11月  
J. Archit. Plann. Environ. Eng., AJJ, No. 549, 169-176, Nov., 2001

## 3D-CAD を用いた設計手法に関する研究

—設計教育における準実験的試み その2—

A STUDY ON THE METHOD OF DESIGN EDUCATION BASED ON  
3D-MODELING CAD  
—A quasi-experimental trial on design education Part 2—

和田 浩一\*, 西村伸也\*\*, 高橋和也\*\*\*, 周 博\*\*\*\*, 高橋鷹志\*\*\*\*\*  
*Koichi WADA, Shin-ya NISHIMURA, Kazuya TAKAHASHI,  
Bo ZHOU and Takashi TAKAHASHI*

In this study, we clarified that there are differences in the perception of space, between 3D-modeling CAD and sketches (hand drawing). Also we analyzed that there are differences in the perception of space, between students whose projects were higher evaluated (a higher group) and those whose projects were not (a middle and lower group).

As a result, by using CAD instead of sketching, the students is better able to control spaces in imaginary spaces with various behavior settings. CAD is also an effective tool for perceiving space for a student who is a beginner in architectural design. In using CAD, differences occur in accordance with the degree of advancement of the student.

Through CAD it is expected that we can give students practice in using visual operation early in the design process thereby achieving their more effective training.

**Keywords:** Design Process, Design Education, Space Perception, Scene, CAD, Sketch

設計方法, 設計教育, 空間知覚, 場面, CAD, スケッチ

## 1. 研究目的

建築の設計をするとき、設計者は様々な「場面」を思い浮かべながら設計を進めている。その過程で抽象的なスケッチ、ダイアグラムなど、二次元的なツールの他に、具体的模型やコンピュータ支援の立体的な図形を扱う三次元ツールが用いられている。その際、描いている空間の中で様々な擬似的な行為を行い、「場面」を想像しながら空間を知覚して設計を進めていく。前報では、設計の評価が高い学生と低い学生の設計プロセスにおける「場面」の用い方を比較することにより、空間操作の違い、スケッチ空間と知覚空間の違い、コンセプトや基軸となる空間が発生するときの特徴を明らかにした<sup>1)</sup>。

今日、建築を設計する上でCADは、欠かすことのできないツールになっている。以前は、単なるドラフターとして使われていたが、コンピュータの能力の向上も起因し、単なる製図道具から、徐々にデザインツールとして位置づけられてきている。また、設計から生産までの過程で3Dのデータが要求されるようになっており、コンピュータを用いた3D建築デザイン方法の確立が、期待されている。

これらを対象とする研究分野では、環境・建築デザインの設計プロセス・空間創造の特性を解明しようとする試みが行われている。近年の研

究では、両角・位寄<sup>2)</sup>らが、CAD教育の現場において様々な実験を行っている。そこでは、設計者が思い描いた图形の置換えに着目し、空間記述モデルを提案している。また、青木<sup>3)</sup>が室空間の構成に限定し、SALと呼ぶ記述方式を提案し、CAD等で作成した幾何的图形情報から、自動的にSAL表現を得ることを試みている。さらに、横山<sup>4)</sup>らは、非専門家の描画順序に一定のリニアーナーな進行を示す定型があることから画面のゆがみを確認し、描画順序の重要性を指摘している。この他に笹田<sup>5)</sup>、奥田<sup>6)</sup>、山口<sup>7)</sup>らの研究等があり、この分野で研究が数多く行われるようになってきている。これらの多くは、設計過程での創造性を支える情報や空間創造での特性記述、コラボレーションにおける特性分析が中心となっている。

一方、西村<sup>8)9)10)</sup>らは、設計の課程で見られる空間の知覚と生成の特性を、設計者が疑似体験した時の「視点」の「位置」と「対象」から明らかにしている。更に、空間に想定する人々の活動を「仮想行為」と呼び、「場面」と空間生成との関係を考察している<sup>1)(12)13)</sup>。

本研究では、エスキスで3D-CADが持つ一般的な3Dモデリング機能<sup>1)</sup>を用いて自由な空間をつくり、視点を操作することにより、描いた空間を考察しながら設計を進める方法に注目している。

\* 高度職業能力開発促進センター 助教授・博士(工学)

\*\* 新潟大学工学部建設学科 教授・工博

\*\*\* 加賀田組 修士(工学)

\*\*\*\* 新潟大学大学院自然科学研究科 博士課程・修士(工学)

\*\*\*\*\* 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博

Assistant Prof., Advanced Polytechnic Center, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.

Kagata Corporation, M. Eng.

Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., M. Eng.

Prof., Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., Dr. Eng.

この「場面」を手がかりにして3DモデリングCAD（以下、CADという。）で進めた設計とスケッチで進めた設計とを比較し、建築設計におけるCADの特性を明らかにした。さらに設計評価が高い学生と評価が中あるいは低い学生のCADを用いた設計方法の違いを捉えながら空間創造に関する分析を行い、今後のCADを用いた建築設計教育の方法に資することを目的としている。

## 2. 調査

### 2.1 調査方法

学外から建築家を招き、N大学3年生49人を対象に設計演習を行った（表1）。課題は「Shibuya Project」で、自由度の高い複合商業ビルの設計である。また、提出物は、1/400程度のプランと空間の形やつながりを示す模型やCADによるパースである。全体の設計の進行状況を追跡するために、学生の描いたスケッチ及びCAD操作中に作成したモデルの画像を収集した。また、模型がある場合はデジタルカメラで撮影した。但し、CADの操作練習の時は、30分毎にスクリーンコピーで画像情報を記録し、一連の操作が終了した段階で3D-CADデータを保存させた。さらに、収集したスケッチや画像データについて、それらにまつわる思考過程を面接方式の10回のヒアリングにより抽出した。尚、授業の最後に感想や各自の設計の進行状況、大事な空間等に関するアンケート調査を行い、分析の参考にしている。

### 2.2 CAD操作の練習内容

設計の授業と平行してCAD操作の練習を行った。練習は週に2回程度で、図1に示すように、基礎的な取り扱いの練習に演習を交えながら行った（この時、図形は等角投影法で表示している）。終盤には、視点の編集機能を説明し、視点を操作する演習を行った。その際、内部と外部空間を同等にイメージし易くするために、パースペクティブのワイヤーフレーム表示で練習を行い、必要に応じてサーフェースレンダリングで表示した。それまでにつくった3Dモデルの空間で注視点を固定して視点を移動しながら、あるいは視点の位置を固定して注視点の方向を変えながら空間を観察するという方法をとった。この時に学生が想像した「場面」を比較することで、視点操作演習の効果として評価した。

### 2.3 設計評価による学生のグループ分け

CAD操作の練習は希望者を対象に行ない、エントリーした7名全てを調査の対象とした。提出された設計作品とプレゼンテーションを基に、建築家3人と教師2人の計5人が講評を行い、その平均値を設計評価とした。その評価に基づき設計評価の高い順に上位（以下、上位グループという）、中位、下位グループの3つのグループに分けた。その結果、学生を上位グループに5名、中位グループに1名、下位グループに1名に分け、図2に示すようにST1～ST7のコードを与え、以下の分析を行なった。

### 2.4 設計の進行とCADの習得状況

約5週間の課題期間をとおして、それぞれの設計プロセスの概要から、図3のように、いくつかの進め方があることが分かった。また、各学生に対してCAD操作に関するアンケートを採った結果、ST2とST6、ST7は、うまく使いこなせたと答え、ST5は特に戸惑うことは無かった、ST1とST3、ST4は、操作にとまどったと答えている（図3）。これらのCADの習熟度の差は、講習の様子からもうかがうことができた。

収集したスケッチとCAD画像の枚数を見ると、スケッチの枚数がCAD画像の枚数よりも少し多かった（図4）。上位グループのCAD画像

表1 調査概要

設計対象	N大学建設学科3年生
設計課題	「Shibuya Project」
用途	複合商業ビル
面積	建築面積:1,500 m <sup>2</sup> 以下 延床面積18,000 m <sup>2</sup> 以下
提出物等	敷地兼配置図、各階平面図1/400、立面図1/400、断面図1/400 模型あるいは全体が把握できるパース (CADを使ったパースも可能)
設計期間	2000.6.8～2000.7.13
被験者コード	ST1～ST7

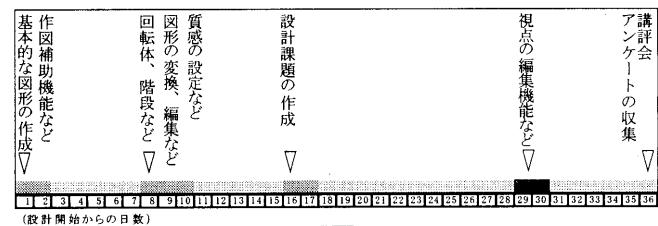


図1 CAD操作練習の内容

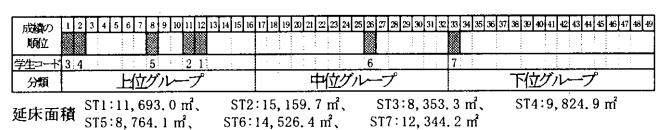


図2 学生の設計評価と作品の延床面積

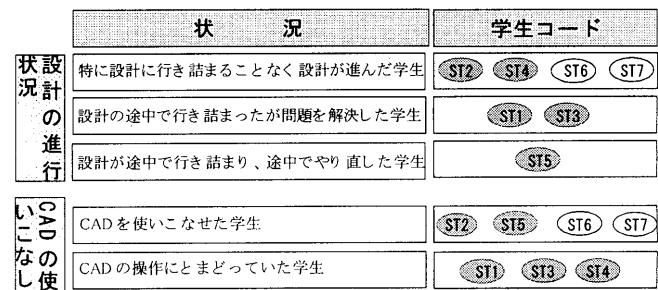


図3 設計の進行状況とCADの使いこなし

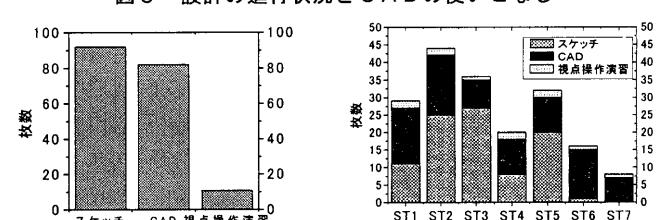


図4 CAD・スケッチ・視点操作演習の画像枚数

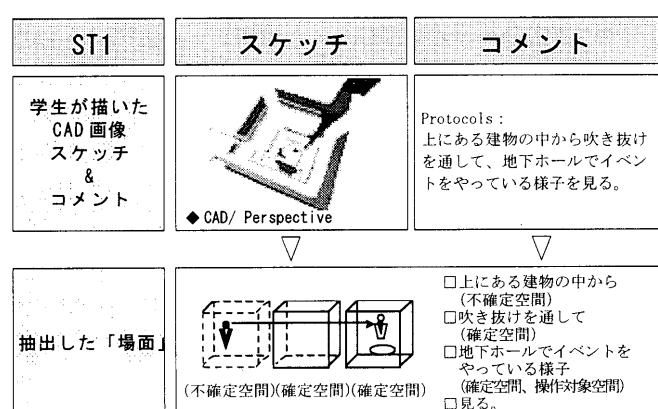
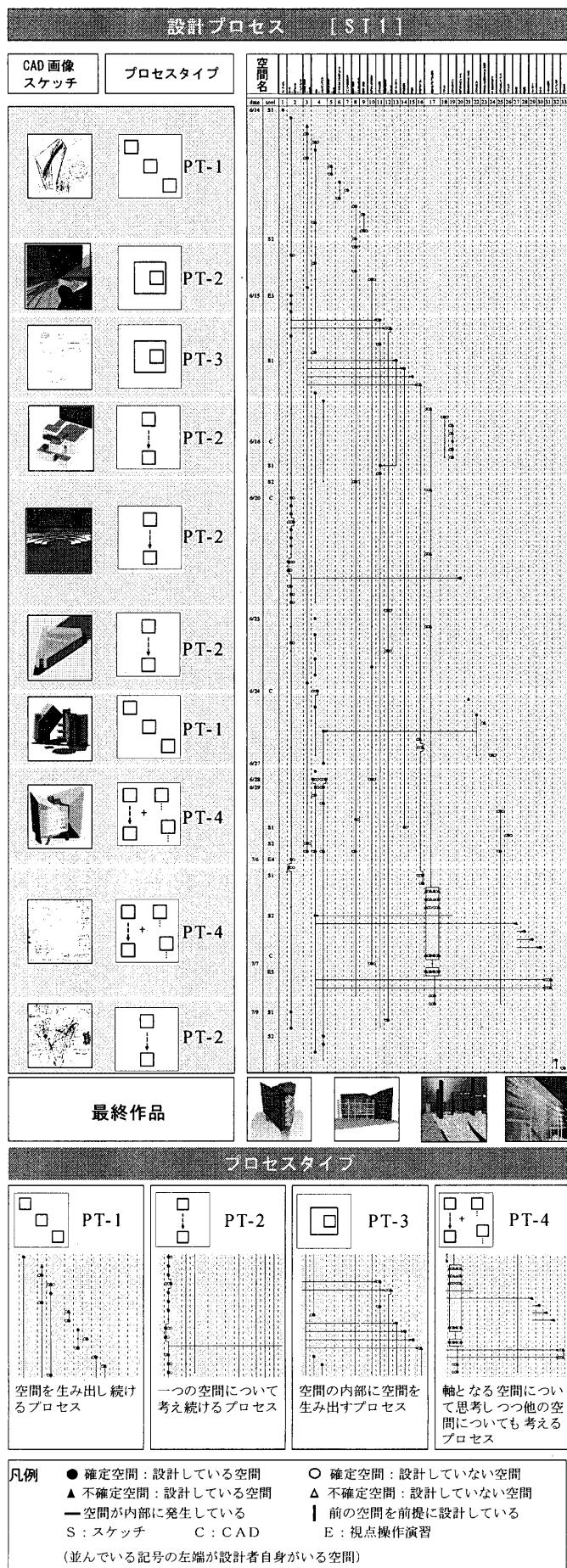


図5 「場面」の抽出



の平均は約12枚で、スケッチは18枚であった。中位・下位グループのCAD画像の平均は約10枚で、スケッチの枚数は0.5枚であった。中位・下位グループの学生は、スケッチを用いていないのが特徴である。

### 3. 「場面」の定義と不確定空間及び確定空間の定義

### 1) 「場面」

ここでは、設計者が仮想空間内で感じる感情、設計者自身や設定された人々（以下、他者という）が仮想空間内で行う生活や行為を「場面」と定義する。スケッチ・CAD画像とコメントから空間のつながりや「場面」を抽出した（図5）。設計の中で連なりをもって繰り広げられる「場面」を1つずつの行為や情景を区別して取り出した。その中で抽出された、一つ一つの仮想的な行為を「仮想行為」<sup>注2)</sup>（以下、行為という）として扱った。

このような仮想行為を集めてみると、「建物の中に入っていく」、「吹き抜けから下が見える」といった行為がたくさん見られる。それら行為を大きく「振る舞う」「思う」「見る」「移動する」の4つの系に区別した<sup>注3)</sup>。

## 2) 確定空間

空間の室名が与えられていたり、あるいは空間の機能が明確に定まっているような場合（後に変化しても、描いた段階ではつきりしている空間）がある。これらの空間を確定空間と定義した。

### 3) 不確定空間

設計者が設計を進めるとき、曖昧な空間表現を使うときがしばしば見られる。例えば、「上にある建物の中から吹き抜けを通して～」、「ガラスの背後になにかあつたら面白い」という表現が見られ、図5に示すように、室名や空間機能などがはつきりしていない空間がある。このような曖昧な空間を不確定空間と定義した。

#### 4. 各学生の設計プロセス

各学生の設計プロセスを捉えるために、エスキスと画像データ、ヒアリングデータを基にしてプロセスチャート図を作成した（図6）。横軸

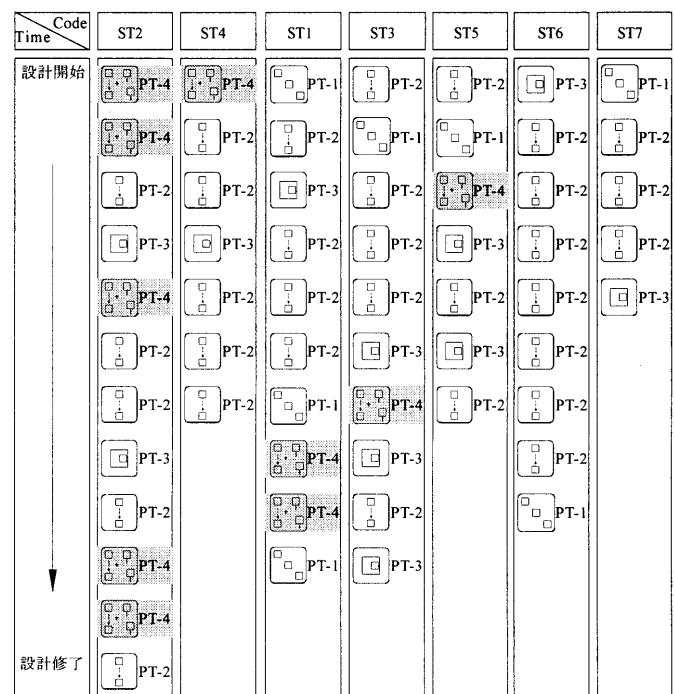


図6 学生の設計プロセス

図7 各学生のプロセスタイル

は、つくられた順に空間を並べ、縦軸にはスケッチとCAD画像を時間軸に並べた。その際、空間操作の状況も記述した。上位グループのST3は宙に浮いた楕円状の空間をつくり、下位グループのST7は、敷地一杯のガラス箱の空間を作成している。各学生を比較した結果、いくつかの特徴が確認された。ある時期に多くの空間を生み出すプロセス（以下、PT1という）、一つの空間について考え続けるプロセス（PT2）、空間の内部に空間を発生させるプロセス（PT3）、軸となる空間と関連づけながらある空間を考えるプロセス（PT4）が見られた。

各学生を比較すると、成績の上位グループは、全てのプロセスタイプが出現しているのに対して、中位・下位グループの2名は、PT4が見られなかった（図7）。PT4は、上位グループのなかでもST2とST4においては設計の初期に出現したのに対して、ST5では、設計中期に、ST1とST3では設計後期に出現している。PT2は、ある空間に対して集中的に思考するため、空間をつくり込むためのプロセスと考えられるが、ST1とST3では、設計の途中で進行が停滞していた時期にこのタイプが現れていた。成績上位者のなかでも、各プロセスの出現時期に違いが見られた。

## 5. 空間操作と行為との関係

空間を設計する時、設計対象となる空間は一つでも、操作している空間は必ずしも一つではなく、いくつかの空間を同時に扱うことがある。操作する空間の数や行為の種類、行為を行っている位置についても様々なケースが見られる。ここでは、図6の設計プロセスから取

[CAD]

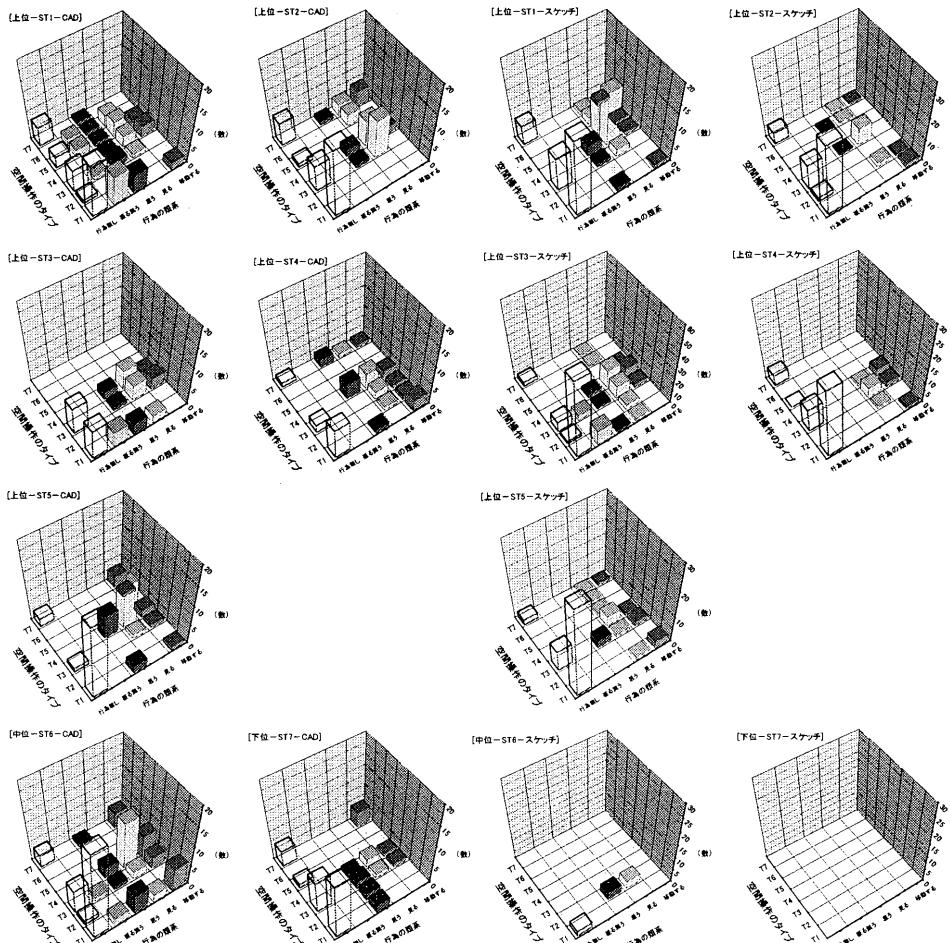


図 9 行為と空間操作の類系

り出した「場面」を基に、操作している空間と仮想行為との関係について分析した。空間の操作には、「涼む」といった単独の空間の操作や「2階からホールを見る」、「吹き抜けからガラスの空間の中の広場を見下ろす」といった2つあるいは3つの複数空間を扱うものがある。それらは、設計者自身や他者を空間の中で行動させたり、空間を感じさせたりすることで、空間の質や空間相互の関係をつくるおり、重要な操作であると考えられる。つまり、一つの空間の中で行為しているイメージ

空間数	タイプ	行為なし	振る舞う	思う	見る	移動する
二つの空間	T1					
	T2					
	T3					
	T4					
三つの空間	T5					
	T6					
	T7					

凡例 設計している空間 イメージしている空間 仮想行為者

図 8 行為と空間操作の類系

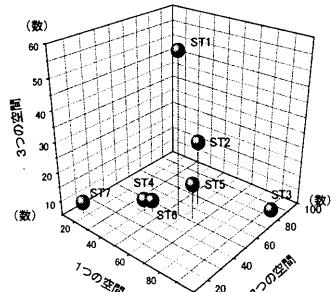


図 10 操作した空間の数

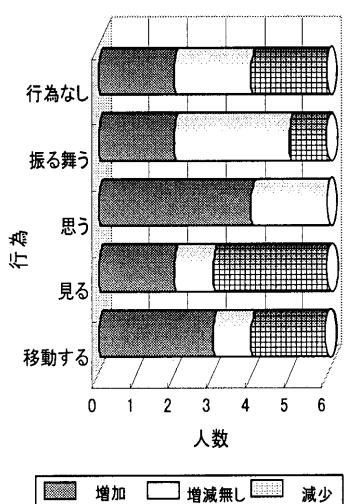


図 11 スケッチより CAD で増えた行為の種類

や複数の空間にまたがって仮想行為を行なう場合、その様態は様々なものがある。これを表にまとめると、図8のように基本となる33パターンに整理できる。ここでは、特に仮想行為が行なわれている空間と設計の対象となっている空間とに分けている。この表を基に調査対象の7人のプロセスから、それぞれの頻度を計り、比較したのが図9である。

設計全体を通して上位グループは、中位・下位グループよりも操作している空間の数が多く、2つあるいは、3つの空間を同時に操作している（図10）。操作の種類についてみると、上位グループと中位グループのST6は、ST7よりも多くの空間操作を行なっている。

次に、CADとスケッチを空間操作のタイプで比較してみると、6人中4人がCADを使うことにより、複数の空間の操作が増えている。その際、ST3とST5以外は、特に3つの空間の操作が増えている。また、行為の種類で比較すると、CADの操作の習熟度に関わらず、ほとんどの学生が「思う」で空間操作の種類が増えている。「思う」は、空間を自ら疑似体験しないと出現しない行為であるために、CADを使ったときにスケッチよりも空間を知覚していると推察できる。次に増えたのが、「移動する」であるが、逆に減少している学生も2人見られ、対応の仕方に個人差が見られた。「見る」では、3人の学生が空間操作のタイプと行為の種類において減少している。CADは、視覚の補助となるツールであるが、画面に表示されている空間を「見る」という行為以外に「覗いてみる」とか「ちらっと見る」などの「見方」の多様性がなくなった学生が多くなっており、今後の課題である。

空間をつくる行為（「振舞う」、「思う」）と空間をつなぐ行為（「見る」、「動く」）との割合を学生毎に比較した（図12）。「隣の空間は、暖かくて気持ちがいい」注4)といったように対比させながら空間をつないでいるが、空間の質をつくる行為の比重が高いため、ここでは「つくる」として扱った。その結果、上位グループは中位・下位グループよりも設計全体で空間をつなぐ行為を多く用いている。これは、前報の結果と同様である。次にCADとスケッチを比較してみると、CADを利用することにより、上位グループの中でも、つなぐ割合が高くなった学生と、つくる割合が高くなった学生に分かれた。これを図3のCADの使いこなしに対する学生の認識と重ね合わせると、CADの操作に戸惑っていた学生は、空間をつなぐ割合が少なくなっていることが分かる。CAD操作が未熟なため、空間をつなぐ行為が十分に上手くできていない。

## 6. 視点操作教育の効果

CADの練習中に行った視点操作演習の効果を空間操作でみた。その結果、「見る」 - 「思う」 - 「振る舞う・移動する」という「場面」を展開した学生（ST2、ST4）、「見る」 - 「思う」という「場面」を展開した学生（ST1、ST5）、「見る」だけの学生（ST3、ST6、ST7）に分かれた（図13）。上位グループの中でも、「場面」の展開の仕方が異なっていることが分かった（図14）。特に、操作の習熟度が高かったST2は、「見る」、「思う」をきっかけに様々な「場面」を展開している。ただし、この学生の場合は、3つの空間など複雑な空間の操作を行っておらず、比較的軽快に空間の中を動き回っている。それに対して、習熟度が低かったST1とST3をみると、低かった学生でも「場面」の展開の仕方が異なった。ST1は、視点を変えながら「思う」を行っており、3つの空間の操作を中心に「場面」を形成しているのに対し、ST3は、不慣れな操作がそのまま出ている。ST1は、この視点操作演習で視点を様々なところに移動することにより、今まで見つけられなかった「見え方」を発見しており、その後の

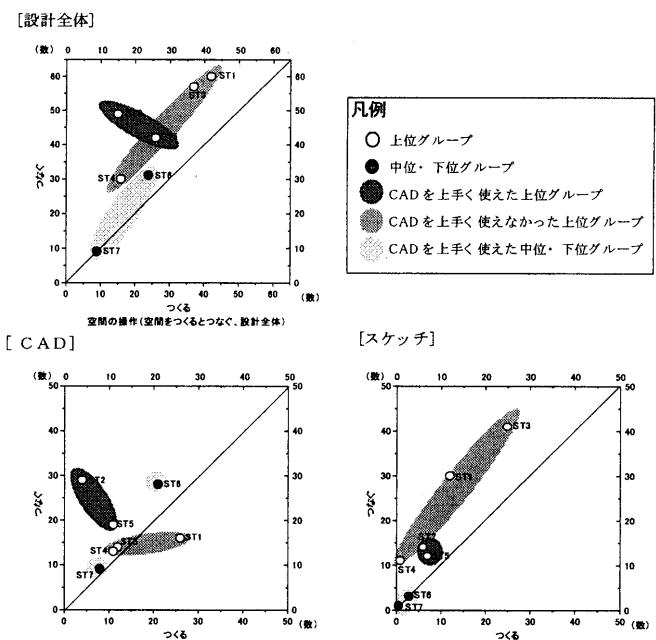


図12 CADとスケッチの空間を「つくる」と「つなぐ」行為

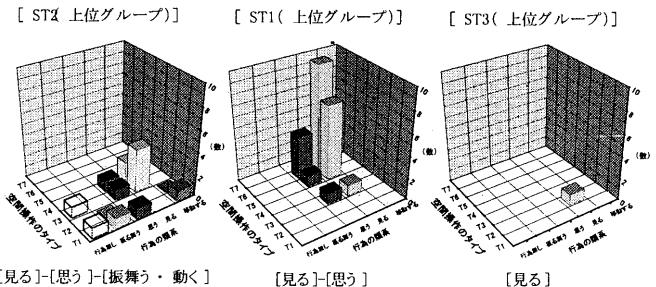


図13 空間操作で見た視点操作演習の反応

[ ST2( 上位グループ ) ]	[ ST1( 上位グループ ) ]	[ ST3( 上位グループ ) ]			
視点 下部階 建物内 建物外 建物外の上層部	視点 建物内 建物外 吹抜け 地下ホール	視点 全 道玄板	protocol data(ST2)	protocol data(ST1)	protocol data(ST3)

（表記は、一部分）

図14 視点の操作演習でみられた操作の具体例

設計に影響を与えていた。操作の不慣れにも関わらず、視点の操作が設計に影響を与えていたことから、もう少し早い時期に視点操作の演習をした方が、学生の設計に効果的であったとも考えられる。

## 7. 「場面」による空間群のつながり

設計で空間が新たに生まれるときは、それまでにつくり出した空間の外側に生成される場合と、その内部に生成される場合がある。その内部発生した空間の数が、6以上の大きな空間群（以下、大空間群という。）と5以下の小さな空間群（小空間群）、空間群にならない単一の空間に分けた。また、アンケートで、大事な空間であると答えた空間を含む空間群を大空間群として扱い、空間群内の空間数の順に並べ替えた（図15）。すると大空間群を複数もつ学生（ST1、ST3、ST4、ST6）と一緒に

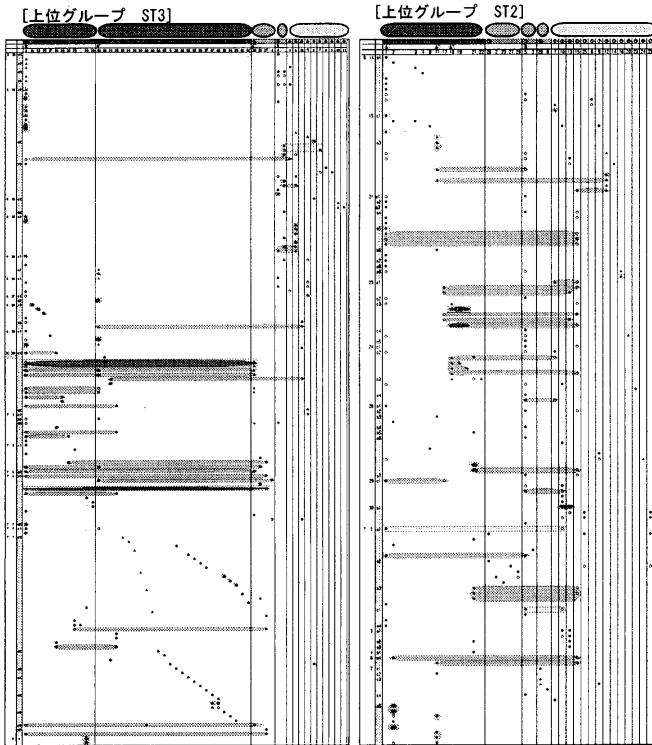


図 15 空間グループで見たデザインプロセス

つかし大空間群を持たない学生 (ST2, ST5, ST7) に分かれた (図 16)。上位グループの中でも評価の高かった学生が、大空間群を複数もっていることから、大空間群を複数持つことと設計の評価が高いことが関係していることが考えられる。また、これらの大小の空間群と単一の空間相互のつながり方をみたのが図 17 である。学生全体の傾向をみると、一つの大空間群の中で空間相互をつなげているのが最も多く、次いで大空間群相互、大空間群と単一の空間をつなげていることが多い。また、大空間群を複数扱っている学生に着目すると、上位グループは中位グループの ST6 に比べて、大空間群相互をつなげている回数が多い。上位グループの中でも特に設計評価が高かった ST3 と ST4 には、大空間群と小空間群・単一の空間をつなげている「場面」が多く見られ、空間群を「場面」でつなぐことは、設計を進める上で重要な役割を果たしていると考えられる。

次に、スケッチと CAD を比較した。CAD はスケッチに比べ、「大空間群内の空間相互をつなぐ」と「単一の空間相互をつなぐ」が増えていることが分かる。CAD を使うことにより、空間群をつなぐ「場面」が減少しており、これが CAD を利用した設計の欠点となっていると考えられる。その原因は、データで論証し難いが、次の可能性が指摘できる。スケッチは、情報量が多すぎる場合、設計者が適度に情報を間引いて描くのに対して、CAD は画面表示の限界があり、線分が多過ぎて目的の空間が分かり難くなるため、一部分に限定して作業することが多くなる。その為、周りの空間に対する認識が低くなり、描画されていない空間との結びつきが弱くなる。また、CAD では、画面に表示されている空間が具体的過ぎるため注視度が高くなり、周りの空間の認識が低くなる。さらに、ズームインやズームアウトがイメージどおり素早く行えない。つまり、次元の異なった空間単位のズームインやズームアウト、移動、レイヤー等の設定がこのような問題を解く糸口になると考えられる。これらを明らかにするのは、今後の課題である。

ST3 の設計中期に見られるような空間群相互をつなげている「場面」を

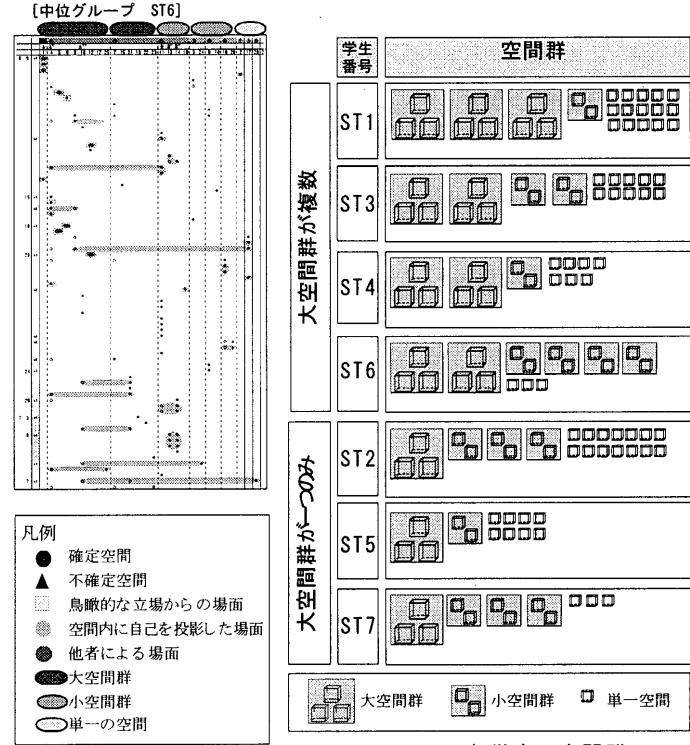


図 16 各学生の空間群

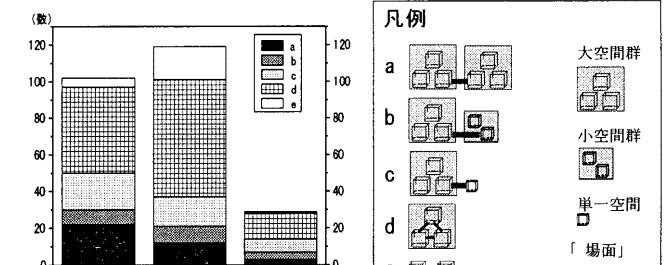
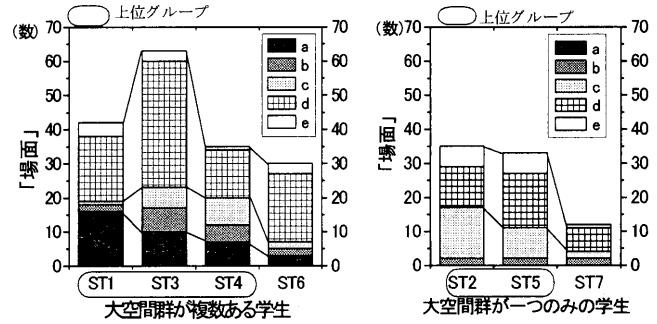


図 17 空間群をつなげた頻度

各学生で比較すると、図 6 で示した PT4 の出現時期との関連性が見られた。また、途中で問題を乗り越えた学生 (ST1 と ST3) は、問題を乗り越える前は空間群相互をつなぐ「場面」はほとんどないが、問題を乗り越えた後は密に空間群相互をつなぎていた。ST2、ST4 のように設計に行き詰まることがなかった学生は、設計初期から空間群相互をつなぐ「場面」を展開していた。そして中位・下位グループの二人は、空間群内で展開される「場面」はあっても、空間群相互をつなぐ「場面」が非常に少なかった。

## 8. 不確定空間

前章では、大きな空間群相互をつなげている頻度と設計プロセスとの

関係について述べた。その大きな空間群をつなげた時期について着目すると、上位グループに共通して不確定空間を用いていることが分かる（図15）。ここでは、上位グループの空間群相互のつながり方に着目した。その結果、空間群相互を「場面」でつなぐ時に不確定空間を用いなかつたST4は、空間群が大きくなる前に、単一の空間相互を「場面」つないでいた。次に、空間群相互を「場面」でつなぐときに、不確定空間を用いた場合を見ると、空間群内に不確定空間をつくり、それを利用して他の空間群と結び付けているケースが見られた。また、不確定空間を空間群の外側に新たに空間を設け、その空間と互いの空間群を「場面」でつなげることにより不確定空間を介して空間群相互を結び付けたり、あるいは空間群の外側に設けた不確定空間を「見る」などの行為で通過させ、空間群をつなげているケースも見られた（図18）。

このように、不確定空間は空間群をつなげるのに重要な役割を果たしていることが分かった。これらの不確定空間は、出現して直ぐ確定空間になるものや出現して直ぐに消滅するものがある。また出現してそのまま不確定空間を保ちながら設計を進めている場合がある。これらの特徴を「場面」との関係で、その頻度を表したのが図19である。また、不確定空間の使い方の特徴を図20に表した。大きな空間群をつないでいる不確定空間は、A, C, Dのように不確定空間を持続している場合が見られた。不確定空間を持続させるためには、行為者の位置と設計の対象となる空間の関係、さらに「場面」との関係で決まることが多い。

仮想行為者が不確定空間の内部にいるときは、不確定空間のままであることが多かった。設計対象の空間が他の空間であるため、自分がいる空間が全く注目されないため具体化が進まないと考えられる。不確定空間が確定するきっかけとなるのは、不確定空間が設計対象となり、その際に行為を用いていることが多かった。しかし、不確定空間が設計対象になっても、不確定空間の内部に設定された仮想行為者がいる場合、不確定空間を保持していることが多かった。このケースは、不確定空間自身ではなく、他者が注目されるために具体化が進まないものと考えられる。2つの確定空間に囲まれて不確定空間が出現した場合は、不確定空間を通り抜けて操作対象となる空間が注目されるため具体化が進まない傾向が見られる。また、不確定空間が出現するときに、行為を伴っていない場合は、直ぐ確定してしまうか、重要度が低い場合は消滅してしまう場合が多い。これは、行為無しで操作されることで、空間のつながりが弱く未定義であったため、消滅すると考えられる。

## 9. 不確定空間と他者の行為を用いた「場面」

上位グループが中位・下位グループよりも空間群を多くの「場面」でつないでいることや、不確定空間が空間群をつなげていることは、前に述べた。次に、それぞれの学生が初めて空間群相互、あるいは空間群と単一空間を「場面」でつなげたところをみると、ST1とST3, ST5が不確定空間の中で想像された「場面」に他者を用いていることが特徴的である（図21）。不確定空間と他者を用いている状況、及び空間群との関係を図22に表した。

これらの学生は、初めて空間群を結び付けた時に不確定空間を用い、後にその不確定空間の「場面」に仮想行為者を置くことにより、それぞれの空間群で行われていた「場面」がつながるようになった。

他者を用いることにより、二つの空間群で展開されたそれぞれの「場面」が他者を通じて共有され、空間のストーリーとして一体化していると考えられる。つまり両者の空間の質が全く違ったり、距離が離れてい

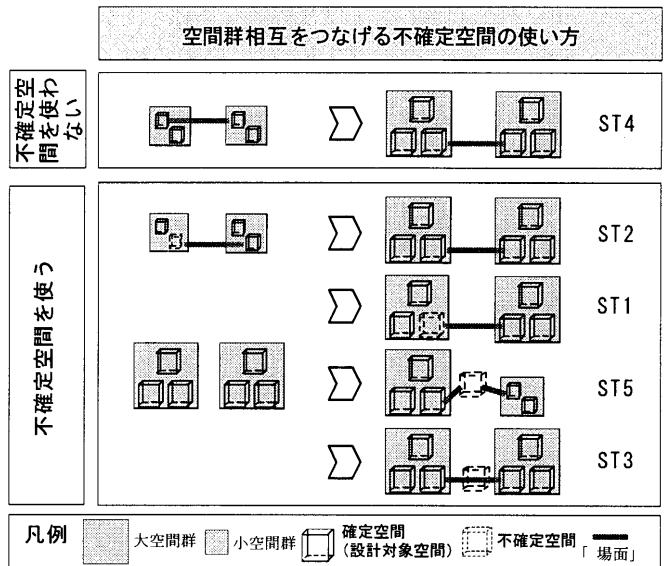


図18 空間群をつなぐ不確定空間

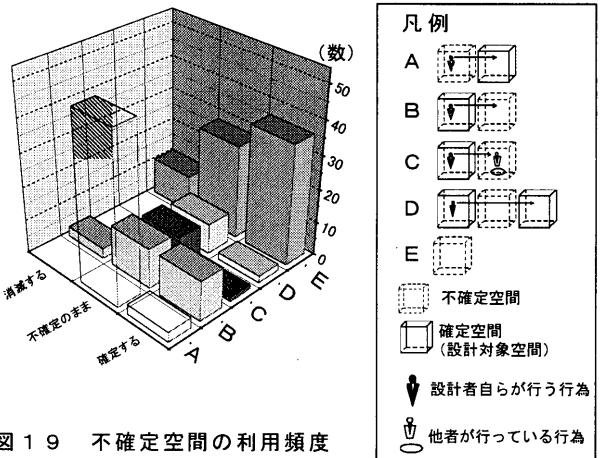


図19 不確定空間の利用頻度

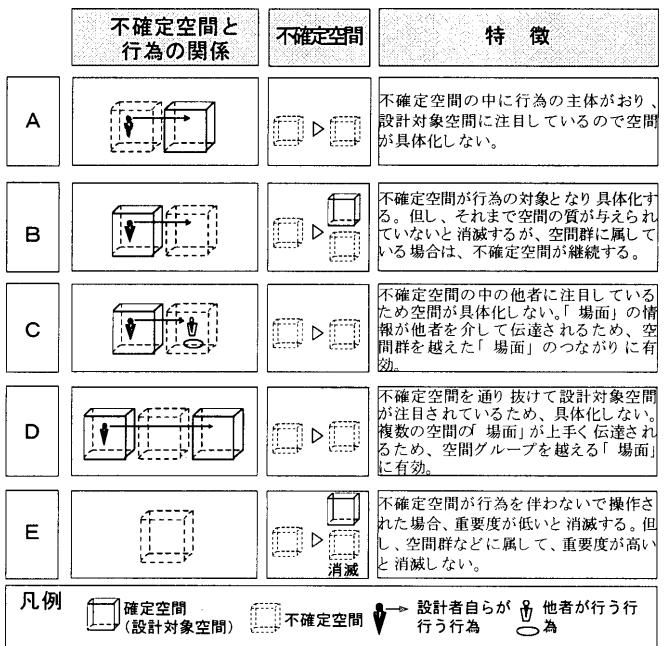


図20 不確定空間と行為の関係

る場合でも他者を用いて「場面」をつなげることにより、コンセプトを一つにまとめていくことが可能になっていると考えられる。

## 10. まとめ

各学生の設計プロセスをみると、設計の進め方に大きく4つのタイプが見られた。上位グループは、用いた時期が違うものの全てのタイプのプロセスが出現していた。それに対し、中位・下位グループは、新しい空間ができるときに、軸となる空間を同時に思考するプロセスが見られなかった。

空間の操作において、一度に操作している空間と行為の数から33パターンの抽出ができた。上位グループと中位・下位グループとを比較すると、上位グループは下位グループよりも多くの空間操作の種類を使っていた。また、CADとスケッチを比較すると、CADを使うことにより複数の空間操作が増えていることが分かった。さらに、行為の種類で比較すると、CADはスケッチに比べて「思う」が増えており、CADの中で擬似的な体験をしていると考えられ、設計の未熟な学生にとっても空間を知覚するための有効なツールであることが確認できた。

空間を「つなぐ」と「つくる」で上位グループと中位・下位グループとを比較したところ、本調査でも上位グループが中位・下位グループよりも空間を「つなぐ」操作が多かった。また、CADとスケッチを比較したところ、CADの利用により、操作の習熟度が高い学生は「つなぐ」操作が多かったが、習熟度が低い学生は「つくる」操作が多くなっていた。それは、視点操作演習でも特徴が出ていた。視点の操作演習は、もっと設計の早い時期に教育することで、さらに教育効果が期待される。

上位グループは、中位・下位グループよりも空間群をつなげる「場面」が多く見られた。また、この空間群をつなげるために、不確定空間を用いた「場面」が上位グループに見られ、その様相をいくつか取り出すことができた。また、設計に行き詰まっていた学生も、この不確定空間を用いることにより、停滞した状況から抜け出すことができた。その際、不確定空間内の「場面」に他者を登場させていたことが特徴的だった。

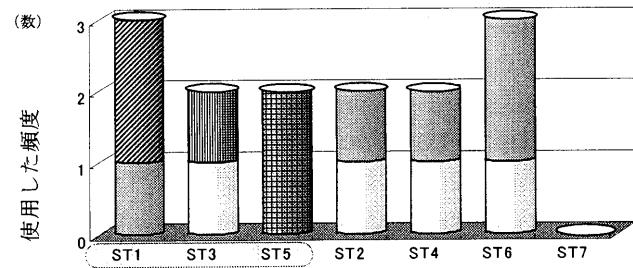
## [謝辞]

調査にご協力頂いた3年生49名に感謝いたします。さらに、作表及び作図に際しては、新潟大学建設学科平成12年度卒論生、児玉晴代さんと新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程1年、小沢弘君のご協力をいただいた。また、設備導入にあたり、form-Zの㈱イメージワン、AutoCADのオートデスク社のご協力を頂いた。ここに記して感謝いたします。

本研究は、平成11～13年度文部省科学研究費・基盤研究(B)(2)「空間設計の創造性を目指したデザイン手法の準実験的研究」(研究代表者:高橋鷹志・新潟大学教授)の一環として行ったものである。

## 注

- 注1)ほとんどの3D-CADが持っている単純な3次元の図形作成機能、編集機能、ワイヤーフレームからサーフェースレンダリング機能までの簡単な表示機能、視点の操作機能を用いている。
- 注2)前報告では、「場面」より抽出した行為を見る設計教育初期段階にある学生でも、様々な行為を行って、「場面」設定しており、上位グループと下位グループを比較すると、用い方の差が大きいことを確認している。
- 注3)前報告において、抽出した行為により「見る」、「思う」、「振る舞う」、「移動する」の4つの系に分類し、特に系・「思う」は自分自身を空間の中に投影したときに発生すると考察している。
- 注4)図8において、二つの空間操作(T4)で、「思う」に該当するような行為。



問題を乗り越えた学生

	不確定空間が空間群に属している	不確定空間が空間群に接されている	不確定空間が空間群に属していない
凡例			
他者			
他者を用いている			
他者を用いていない			

図21 他者を用いて空間群をつないだ数

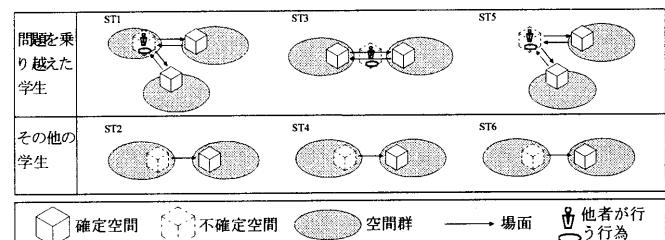


図22 不確定空間を用いた問題を乗り越えた場合の空間群のつなぎ方

## 参考文献

- 1) 和田浩一, 西村伸也, 高橋鷹志, 伊藤隆行:「設計教育における準実験的試み」, 日本建築学会計画系論文集 No.516 pp. 145～151, 1999. 2
- 2) 西郷正浩, 両角光男, 位寄和久:「3次元企画設計ツールのための空間記述モデルに関する研究」, 日本建築学会計画系論文集 No.499 pp. 237～243, 1997. 9
- 3) 青木義次:「建築平面記述言語の拡張と幾何的情報からの建築平面記述の構成法」, 日本建築学会計画系論文集 No.503 pp. 609～610, 1998. 1
- 4) 横山ゆりか, 高橋鷹志, 横山勝樹:「非専門家の住宅設計プロセスにみられる描図順序の影響」, 日本建築学会計画系論文集 No.540 pp. 153～157, 2001. 2
- 5) 福成浩, 草間晴行, 笹田剛史:「建築仮想空間の構築に関する一考察」, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 491～492, 1996
- 6) 橋爪宏直, 奥田宗幸, 佐久間達也, 山崎忠:「スケッチに見られる空間操作の分析」, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 525～526, 1997
- 7) 戸東協, 川角典弘, 山口重之:「エスキースにおける発想支援システムに関する研究(その3)」, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 501～502, 1996
- 8) 西村伸也, 高橋鷹志, 服部雄久, 石田滋之, 藤井昌幸:「空間認識からみた設計の思考プロセスの考察」, 日本建築学会計画系論文集 No.455 pp. 87～96, 1994. 1
- 9) 佐藤貴志, 西村伸也, 石田滋之, 小川宏幸:「イメージの形成過程における「視点」に関する研究」, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 773～774, 1994
- 10) 石田滋之, 西村伸也, 佐藤貴志, 小川宏幸:「視点」による設計プロセスの構造化とその特性, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 775～776, 1994
- 11) 和田浩一, 西村伸也, 梶塚恭志, 伊藤隆行, 小林信子:「空間イメージの成長と「仮想行為」に関するケーススタディー」, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 521～522, 1997
- 12) 和田浩一, 西村伸也, 高橋鷹志, 高橋百寿, 伊藤隆行, 益子光徳:「学生の設計プロセスにおける不確定空間と確定空間」, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 525～526, 1999
- 13) 和田浩一, 西村伸也, 高橋鷹志, 高橋百寿:「「場面」の提示とその教育効果」, 日本建築学会学術講演梗概集 pp. 577～578, 2000
- 14) 日本建築学会設計方法小委員会:「人間－環境系のデザイン」, 彰国社, 1997
- 15) 海保博之・原田悦子・黒須正明:「認知的インターフェース」, 新曜社, 1996
- 16) ピーター・G. ロウ著、奥田健二訳:「建築デザインの思考過程」, 鹿島出版会, 1993
- 17) ハーバート・A・サイモン著、稻葉元吉・吉原英樹訳:「システムの科学、パーソナルメディア」, 1996

(2001年3月9日原稿受理, 2001年6月26日採用決定)