

## 設計プロセスにおける設計時間特性の分析

## 設計プロセスに関する研究

正 会 員	西	村	伸	也*
正 会 員	高	橋	鷹	志**
正 会 員	萩	原	一	郎***
正 会 員	沢	匡	文	****

## 1. 研究の目的

本研究は、学生が行う設計プロセスを調査しその特性を解明して、設計教育に役立つ設計の方法を提案することを目的としている。学生の設計では、テーマの設定、設計条件の決定、資料の収集、規模算定、エスキース、設計の決定、図面表現、設計プロセスの管理等、いわゆる基本計画・基本設計段階の数多くの行為を、決められた期間内に処理することが要求される。設計経験の少ない学生にとって設計プロセスの組み立てに関する知識は、それぞれの設計過程で獲得するだけの不十分なものになりがちである。また、設計プロセスの重要性に対する認識も希薄で、その組み立てに十分な注意が払われて設計が進められることは多くはないようである。しかし設計教育にあっては、提出される図面ばかりではなくその設計プロセスにも注目されるべきであり、学生が進める設計プロセスをチェックして、設計の進め方に関する適正な情報を学生に与えることが必要であると思われる。このように設計プロセスの教育に関しては、なんらかの仕組みが必要とされているにもかかわらず、これに答えられる体系的な知識がないのが現状である。

本報では、上記の研究目的に沿って大学で行われる設計を対象に、特に設計の時間的経過に注目して、設計のすすめ方の実態を把握しその特性を分析することを企図している。この分析によって設計教育のための基礎資料を得ようとするものである。

設計のプロセスに関する研究としては、太田利彦「設計手間に関する研究」、外山知徳「デザイン・プロセスのモデル構成に関する研究」、嶋村仁志「企画設計におけるプロセス区分の構造」、Michael Eckersley "The form of design processes : a protocol analysis study" 等の研究があり、それぞれにプロセスモデルの提案を

行っている。学生の設計プロセス特性の解明を目的としたのは Michael Eckersley で、設計者の言語行動に注目している。これら既往の研究に対して、本報では設計時間に注目して、実験として設定された課題ではなく実際の設計課題での設計プロセスを調査するという方法を用いた。そして、設計行為の時間構成と評価値との関係を分析・検討することによって、設計プロセスの特性を導き出すことを企図している。

## 2. 調査の方法

調査は、大学で行われた3年生の設計課題「集合住宅」を対象にした。この課題はチーム設計であり、設計プロセスを比較的正確に把握できると思われた。設計を複数ですめると、一人で設計を行う場合には意識されにくい設計のスケジュール、設計のすすめ方、設計行為の分担に関する事柄を、メンバー間で話し合っ決めてねばならなくなる。このことが設計プロセスの輪郭をより明確にすると考えたからである。このチームで行われた設計行為の内容と時間とを以下の方法で採集した。

## 2.1 調査対象

大学の3年生8チーム27人(内女子学生3人)を調査対象とした。課題では設計チームの人数を4人以下と規定しているため、4人の設計チームが4、3人の設計チームが3、2人の設計チームが1であった。以下の調査結果の分析は、データ収集の段階で不正確と思われた1チームを除いて行った。設計チームにDt1~Dt7のコードを与えて区別する。4人のチームはDt1~Dt3、3人のチームはDt4~Dt6、2人のチームはDt7である。

## 2.2 調査期間

課題の設計期間は、65日(約9週間)という比較的長期期間が設定されており、調査はその期間を含む1986年12月10日~1987年2月15日に行われた。

## 2.3 調査方法

設計期間中毎日、各被験者(学生)が設計時間を15分刻みで設計行為の内容とともに記録するという方法をとった。記録する設計行為は、項目化して調査票に提示

\* 新潟大学 助手・工博  
 \*\* 東京大学 教授・工博  
 \*\*\* 建設省建築研究所 研究員・工修  
 \*\*\*\* 新潟大学 大学院生  
 (1989年8月10日原稿受理, 1989年12月19日採用決定)

した。この設計行為の項目は、既存の研究成果を参考に<sup>(注1)</sup>、条件の把握・分析・統合・表現という設計プロセスを設定して、それを学生が用いる平易な言葉に置き換えた。その結果、「資料を集める (b)」・「設計条件を検討する (c)」・「エスキース (d)」・「下書き (e)」・「ドローイング (f)」という区分をとった。また、チームで設計をすすめることを考慮して、「設計のすすめ方を検討する (a)」という項目を加えた。それぞれの設計行為は以下のように定義したが、特に注意したのは「設計条件を検討する (c)」と「エスキース (d)」の区別である。

「設計のすすめ方を検討する (a)」は、設計の手順の検討・役割の分担の設定・スケジュールの検討の段階、「資料を集める (b)」は、設計に必要な情報の収集を指すものとした。「設計条件を検討する (c)」は、与条件の整理・規模の算定・空間機能の検討・設計テーマの設定を指し、空間のかたちを検討していない段階であるとした。「エスキース (d)」は、空間のかたちをスケッチまたは模型をつくりながら決定するものとした。「下書き (e)」は、提出用のボードにドローイングのための下書き線を描いていくこと、「ドローイング (f)」は、インキング・カラーリング・レタリング等の図面表現の仕上げの作業を指すものとした<sup>(注2)</sup>。

また、設計終了後に設計行為の具体的な内容、設計の過程で生じた問題を具体的に把握し、記録内容のチェックをするために、チームごとにヒアリングを行った。

### 2.4 調査した設計課題の概要

設計課題は、集合住宅の設計で、戸数 600-650 (住戸規模 90-100 m<sup>2</sup>) を都市近郊の斜面に設計するものである。与条件として敷地・住戸数と住戸面積の基準的な規模が与えられているだけで、設計のテーマと細かい設計条件をつくり上げていくことが要求されている。また要求図面は共同設計を前提として、以下のようにそれまでの課題よりも多くの図面を必要としている。

要求図面：

- 住宅地全体計画図・配置図 (1/1000)
- 住戸群計画図・平面図と断面図 (1/300)
- 住戸計画図・住戸各階平面図と断面図 (1/50)
- 住棟計画図・平面図と断面図と立面図 (1/200)
- 歩行者空間透視図・住戸群空間透視図

### 3. 調査結果の分析

#### 3.1 設計プロセスの実態

設計にかかった日数は、36日間～58日間である。全チームとも課題提出日まで設計を行っているので、この設計日数の幅は、設計の開始時点の違いによっている。設計期間が最長のチームは課題出題の6日後から設計を開始し、設計期間が最短のチームは設計期間が1ヵ月を残すだけとなってから設計を始めている。表-1 にチー

ムの設計時間、表-2 に個人の設計時間を集計した値を示す。縦軸にはチームまたは個人のコード<sup>(注3)</sup>、横軸には設計行為の項目をとり、表中の値は設計行為別の累積設計時間 (設計時間を設計行為別に合計した値) と累積設計時間 (設計時間の合計値) を示している<sup>(注4)</sup>。設計チームの累積設計時間 (T) は平均 958.0 時間 (最小 517.1 時間, 最大 1348.5 時間) で約 2.6 倍の幅がある。このばらつきは、個人の差とともにチームの構成人数にも左

表-1 設計行為別累積設計時間および累積設計時間 (チーム別)

チームコード	T	a	b	c	d	e	f
Dt1	1189.0	20.7	142.5	65.5	582.3	232.7	145.3 (h)
		1.7	12.0	5.5	49.0	19.6	12.2 (%)
Dt2	1144.2	5.1	84.1	78.3	374.7	229.9	371.4
		0.4	7.4	6.8	32.7	20.1	32.5
Dt3	1348.5	27.4	68.6	134.7	521.2	369.9	228.0
		2.0	5.1	10.0	38.7	27.4	16.9
Dt4	768.7	2.4	108.3	97.9	287.6	135.8	135.7
		0.3	14.1	12.7	37.4	17.7	17.7
Dt5	1175.3	0.0	67.0	179.1	427.2	252.6	252.4
		0.0	5.7	15.2	36.3	21.5	21.5
Dt6	808.0	3.0	48.1	50.5	258.1	278.5	189.8
		0.4	6.0	6.3	31.9	34.5	21.0
Dt7	517.1	14.6	4.5	12.1	94.8	233.3	157.8
		2.8	0.9	2.3	18.3	45.1	30.5

\*上段の数値は、設計行為 (a-f) 別の累積設計時間 (T<sub>a</sub>-T<sub>f</sub>) を示す。

\*下段の数値は、設計行為 (a-f) 別の設計時間比率 (設計時間の合計に対する割合%) を示す。

表-2 設計行為別累積設計時間および累積設計時間 (個人別)

個人コード	t	a	b	c	d	e	f
Dt1-1	310.5	2.0	29.3	24.6	180.1	49.5	25.0 (h)
		0.6	9.4	7.9	58.0	15.9	8.1 (%)
Dt1-2	286.3	1.5	31.0	17.8	127.2	72.3	36.5
		0.5	10.8	6.2	44.4	25.3	12.7
Dt1-3	283.3	12.7	40.8	16.8	129.6	42.1	41.3
		4.5	14.4	5.9	45.7	14.9	14.6
Dt1-4	308.9	4.5	41.4	6.3	145.4	68.8	42.5
		1.5	13.4	2.0	47.1	22.3	13.8
Dt2-1	252.9	2.6	18.8	13.5	85.0	71.5	61.5
		1.0	7.4	5.3	33.6	28.3	24.3
Dt2-2	308.8	0.0	31.3	18.3	103.6	63.5	92.1
		0.0	10.1	5.9	33.5	20.6	29.8
Dt2-3	302.3	0.0	18.0	25.1	93.2	47.3	118.4
		0.0	6.0	8.3	30.8	15.6	39.2
Dt2-4	280.2	2.5	16.0	21.4	92.9	47.6	99.8
		0.9	5.7	7.6	33.2	17.0	35.6
Dt3-1	336.0	6.0	18.3	43.8	139.6	66.8	61.5
		1.8	5.4	13.0	41.5	19.9	18.3
Dt3-2	345.0	8.1	15.6	27.8	125.2	128.3	40.0
		2.3	4.5	8.1	36.3	37.2	11.6
Dt3-3	324.6	6.0	14.3	29.5	119.1	87.5	69.5
		1.8	4.4	9.1	36.7	27.0	21.4
Dt3-4	342.9	7.3	20.4	33.6	137.3	87.3	57.0
		2.1	5.9	9.8	40.0	25.5	16.6
Dt4-1	229.9	0.5	37.5	16.5	72.0	42.2	61.2
		0.2	16.3	7.2	31.3	18.4	28.6
Dt4-2	282.9	0.5	38.0	51.0	91.6	53.3	28.5
		0.2	14.5	19.4	34.8	20.3	10.8
Dt4-3	275.9	1.4	32.8	30.4	124.0	40.3	46.0
		0.5	11.9	11.0	44.9	14.6	16.7
Dt5-1	386.3	0.0	21.0	56.4	148.5	75.6	97.8
		0.0	5.3	14.2	37.5	19.1	24.7
Dt5-2	410.5	0.0	30.0	66.7	140.2	86.1	87.5
		0.0	7.3	16.2	34.2	21.0	21.3
Dt5-3	368.5	0.0	16.0	56.0	138.5	90.9	67.1
		0.0	4.3	15.2	37.6	24.7	18.2
Dt6-1	287.3	1.0	12.8	14.8	86.8	128.6	43.3
		0.3	4.5	5.2	30.2	44.8	15.1
Dt6-2	244.0	1.0	20.8	16.9	81.8	70.6	52.9
		0.4	8.5	6.9	33.5	28.9	21.7
Dt6-3	276.7	1.0	14.5	18.8	89.5	79.3	73.6
		0.4	5.2	6.8	32.3	28.7	26.6
Dt7-1	152.8	5.8	1.5	4.6	27.7	33.8	79.4
		3.8	1.0	3.0	18.1	22.1	52.0
Dt7-2	364.3	8.8	3.0	7.5	67.1	199.5	78.4
		2.4	0.8	2.1	18.4	54.8	21.5

\*上段の数値は、設計行為 (a-f) 別の累積設計時間 (t<sub>a</sub>-t<sub>f</sub>) を示す。

\*下段の数値は、設計行為 (a-f) 別の設計時間比率 (設計時間の合計に対する割合%) を示す。

右されていると考えられる。3人のチームの平均設計時間は917.3時間、4人のチームの平均は1227.2時間で309.9時間の差があるためである。また3人のチームにも設計時間の大きなもの(1175.3時間)があり、一概にチームの人数に比例して設計時間が大きくなっているとはいえない。個人の累積設計時間(t)は、平均302.2時間(最小152.8時間、最大410.5時間)とチーム別の設計時間と同程度のばらつきがあることがわかる。

設計チームごとの設計時間の経過を見たものが図-1である。横軸に経過日<sup>(注5)</sup>、縦軸に累積設計時間をとっている。設計期間が最短になったチームDt4を除いて、1日目から20日目までは設計時間の増加が緩やかだが、20日目を過ぎたあたりから急に設計時間が増加し、累積曲線の傾きが大きくなっている。すなわちこの設計プロセスには、設計時間の増加が緩やかな前期と急な後期の2つの段階があると考えられる。

3.2 設計チームの設計プロセスの特性

この前期・後期の2期間の設計行為を、その種類と時間について比較する。まず設計行為の出現状況をとらえるために、一日ごとに設計行為(a~f)の時間比率を算出してその推移を見た。この時間比率は、その時点までの累積設計時間を分母に、設計行為別の累積設計時間を分子にとった値を用いた。これを $M T_{a} \sim M T_{f}$ として $M T_{a}$ についてのみ関係式を以下に示す。

$$M T_{a} = \left( \frac{\sum_{i=1}^t T_{a_i}}{\sum_{i=1}^t T_i} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$M T_{a}$ : t日目の設計行為(a)の設計時間比率

$T_{a}$ : i日目の設計行為(a)の設計時間(単位:h)

$\sum_{i=1}^t T_{a}$ : t日目までの設計行為(a)の累積設計時間(単位:h)

$T_i$ : i日目の設計時間(単位:h)

$\sum_{i=1}^t T_i$ : t日目までの累積設計時間(単位:h)

$M T_{a} \sim M T_{f}$ は、設計チームごとの設計時間のばらつきを捨象して、各時点ごとに累積された設計時間を100

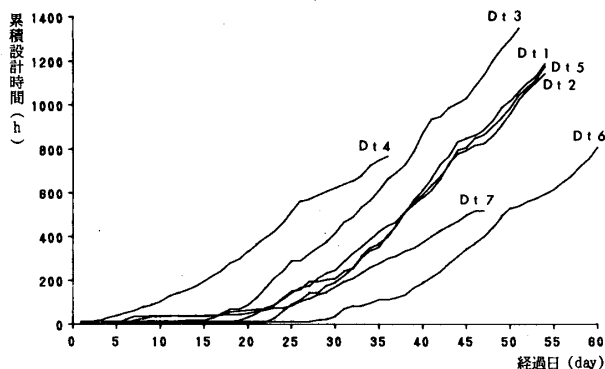


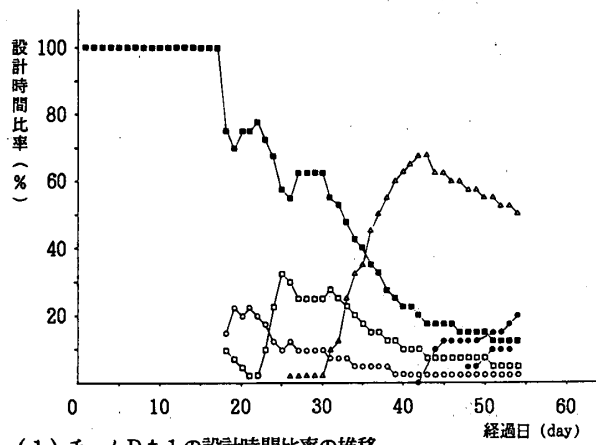
図-1 設計時間の累積曲線

とした設計行為別設計時間の割合を示している。設計終了時のこれらの値は、表-1(設計行為別の設計時間比率)に一致する。この設計行為別の設計時間比率( $M T_{a} \sim M T_{f}$ )の推移を図-2に示す。縦軸に一日ごとの設計行為別の設計時間比率( $M T_{a} \sim M T_{f}$ )、横軸に経過日(日)をとっている。

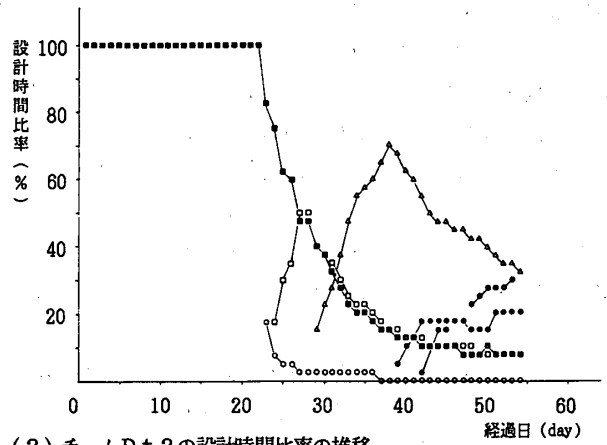
前期の1日目-20日目の段階では、設計のすすめ方を検討する(a)、資料を集める(b)、設計条件を検討する(c)が行われている。これらは、エスキース(d)に入る前の段階で、この3つの設計行為に要する時間は19.1~163.2時間と少ない。設計時間全体から見ても前期にかかる設計時間の割合は3.7%~13.7%で、期間が全体の1/2弱であることと比べると少ないことがわかる。この期間は、設計が毎日行われていない時間密度の低い期間で、エスキース(d)を開始する前にこのように時間密度の低い期間が存在することになる。最初から設計期間に余裕のないチームでは、この期間が8日程に短縮され、設計時間の累積曲線は急に増加しているが、短いながら緩慢な傾きの期間があることは共通した特徴である。またその推移には、チーム間の違いも顕著に表れている。資料を集める(b)と設計条件を検討する(c)の期間が明確にとられている設計チームDt1, Dt2, Dt3と、(d)の設計期間に(b), (c)が接近して一日に複数の設計行為が混在しているチームDt5, Dt6とがある。後者のチームでは、図-3のようにちょうど設計期間の長いチームの(b), (c)の期間が圧縮もしくは切断されたかたちをしている。

後半の20日目からは、エスキース(d)、下書き(e)、ドローイング(f)が始まる。設計時間の80%以上がこの段階である。エスキース(d)が始まると、それに並行して設計条件を検討する(c)も多少加わっている。設計時間の配分では、エスキース(d)の期間と設計時間がともに大きいこと、下書き(e)とドローイング(f)は、ほとんど同時期に行われていることが7チームに共通している。設計にかかる期間や時間が違っていても、設計時間構成比率の推移から設計プロセスを比較すると、設計プロセス後期の設計行為(d), (e), (f)に関してはチーム間の較差が少なく、エスキース以降の時間の構成比率は比較的類似していることがわかる。特に、エスキース(d)がはっきりとした山型を示しており、設計プロセス後期の中心になっている。

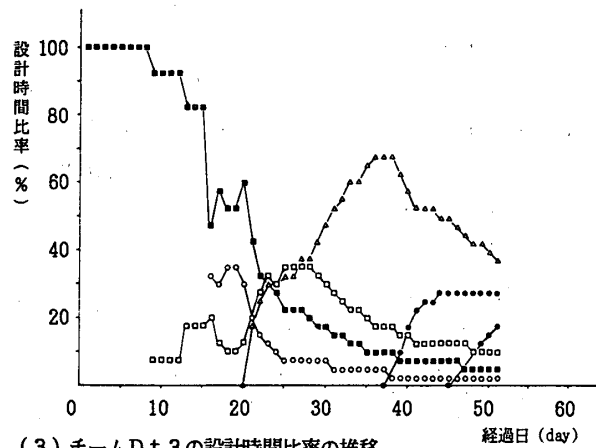
以上より設計プロセスには、設計行為の質が異なった2つの段階区分があり、大きく前期・後期に分かれることがわかった。前期は短時間の作業が比較的長い期間で行われ、設計のすすめ方を検討する(a)、資料を集める(b)、設計条件を検討する(c)で構成されている。また後期はさまざまな設計行為が短期間に複雑に入り交じっており、設計の大半の時間がここで費やされている。



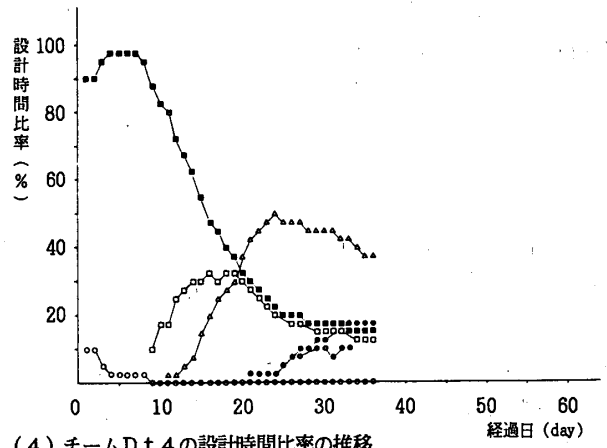
(1) チームDt1の設計時間比率の推移



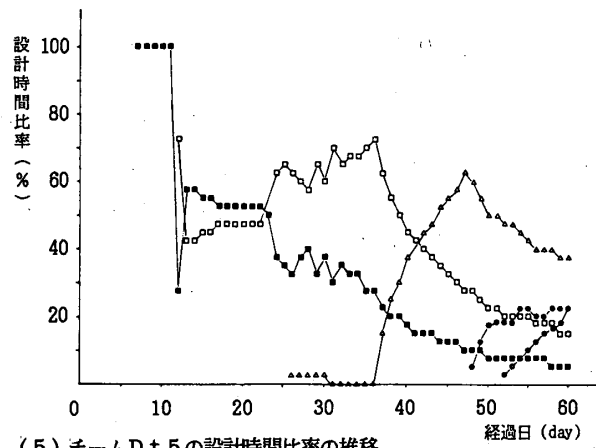
(2) チームDt2の設計時間比率の推移



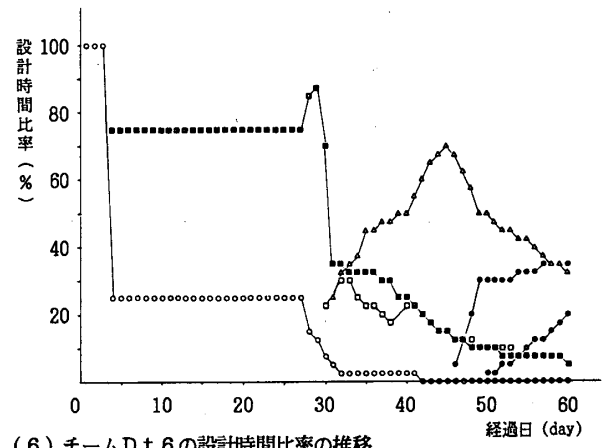
(3) チームDt3の設計時間比率の推移



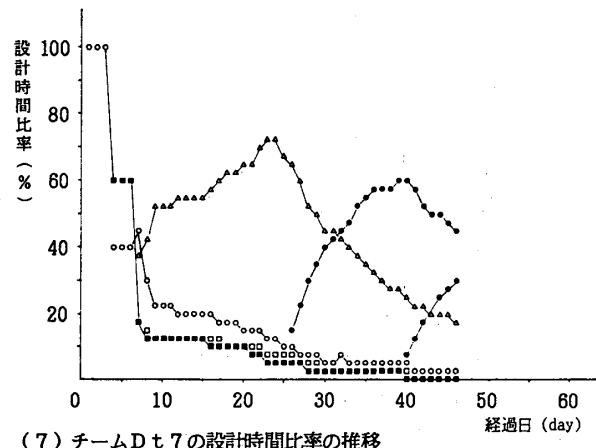
(4) チームDt4の設計時間比率の推移



(5) チームDt5の設計時間比率の推移



(6) チームDt6の設計時間比率の推移

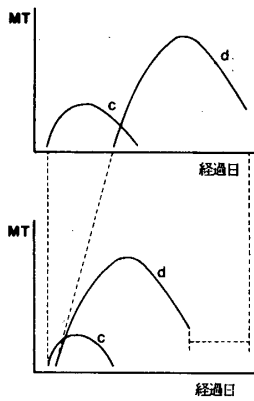


(7) チームDt7の設計時間比率の推移

設計行為区分 (a○ b■ c□ d△ e● fo)

チームコード	Dt1	Dt2	Dt3	Dt4	Dt5	Dt6	Dt7
人数 (人)	4	4	4	3	3	3	2
設計日数 (日)	54	54	51	36	54	58	47

図一2 設計行為別の設計時間比率の推移



設計期間の比較的長い設計プロセスでは、設計条件の検討(c)とエスキース(d)がはっきり区別されている。

設計期間の短い設計プロセスでは、エスキース(d)以後のプロセスは設計期間の長い設計プロセスに似ているが、設計条件の検討(c)がエスキース(d)にくっつき縮小されている。

図-3 設計期間の長短の差

これは、エスキース(d)、下書き(e)、ドローイング(f)で構成されている。さらに、設計チームごとの設計期間の長短は、主に設計プロセスの前期の在り方に関係していると考えられた。

3.3 設計時間による設計チームの比較

設計チームごとに見ると、エスキース(d)の時間割合の大きいチーム Dt2 (エスキースの設計時間比率=49.0%) や下書き(e)やドローイング(f)の時間割合の大きい設計チーム Dt7 (下書きの設計時間比率=45.1%, ドローイングの設計時間比率=30.5%), Dt4 (ドローイングの設計時間比率=32.5%) があり、同一の設計課題に対してもチームごとに時間のかけ方が違っていたことを示している。このような設計チームごとの特徴を比較するために、クラスター分析を用いて設計行為(a)~(f)別の設計時間によるチームのグルーピングを行った。ここで指標とした変量は、設計行為別の設計時間( $T_a \sim T_f$ ), 一人当たり平均設計時間( $\tilde{T}_a \sim \tilde{T}_f$ ), 設計行為別設計時間比率( $T_{\bar{a}} \sim T_{\bar{f}}$ )の3変量である。以下は  $T_a, \tilde{T}_a, T_{\bar{a}}$  の定義式を代表として示す。

$$T_a = \sum_{i=1}^m T_{ai} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\tilde{T}_a = T_a/n \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$T_{\bar{a}} = T_a/T \quad \dots\dots\dots (4)$$

$T_a$ : 設計行為(a)の累積設計時間(単位:h)

$\tilde{T}_a$ : 設計行為(a)の一人当たり平均設計時間(単位:h)

$T_{\bar{a}}$ : 設計行為(a)の設計時間比率

$T_{ai}$ : i日目の設計行為(a)の設計時間(単位:h)

$T$ : 累積設計時間(単位:h)

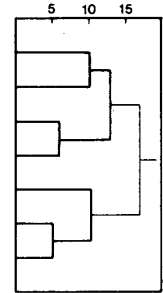
$n$ : チームの人数(人)

$m$ : 設計期間(日)

設計行為別の設計時間( $T_a \sim T_f$ )と一人当たり平均設計時間( $\tilde{T}_a \sim \tilde{T}_f$ )は、それぞれの設計時間の違いからチームを分類するための変量である。一人当たり平均設計時間( $\tilde{T}_a \sim \tilde{T}_f$ )は、チーム内の平均的な個人を想定してその設計時間を示すもので、チーム人数の違いに

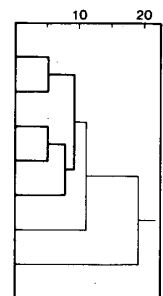
チーム	T	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>f</sub>
Dt1	1189.0	20.7	142.5	65.5	582.3	232.7	145.3
Dt3	1348.5	27.4	68.6	134.7	521.2	369.9	228.0
Dt2	1144.2	5.1	84.1	78.3	374.7	229.9	371.8
Dt5	1175.3	0.0	67.0	179.1	427.2	252.6	252.4
Dt4	788.7	2.4	108.3	97.9	287.6	135.8	135.7
Dt6	808.0	3.0	48.1	50.5	258.1	278.5	169.8
Dt7	517.1	14.6	4.5	12.1	94.8	233.3	157.8

(1) 設計行為別の累積設計時間によるクラスター分析



チーム	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>f</sub>
Dt1	5.2	35.6	16.4	145.6	58.2	36.3
Dt4	0.8	36.1	32.6	95.9	45.3	45.2
Dt2	1.3	21.0	19.6	93.7	57.5	93.0
Dt6	1.0	16.0	18.8	86.0	92.8	56.6
Dt3	6.9	17.2	33.7	130.3	92.5	57.0
Dt5	0.0	22.3	59.7	142.4	84.2	84.1
Dt7	7.3	2.3	6.1	47.4	116.7	78.9

(2) 設計行為別の一人当たり平均設計時間によるクラスター分析



チーム	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>f</sub>
Dt1	0.017	0.120	0.055	0.490	0.196	0.122
Dt2	0.004	0.074	0.068	0.327	0.201	0.325
Dt6	0.004	0.080	0.063	0.319	0.345	0.210
Dt3	0.020	0.051	0.100	0.387	0.274	0.169
Dt4	0.003	0.141	0.127	0.374	0.177	0.177
Dt5	0.000	0.057	0.152	0.363	0.215	0.215
Dt7	0.028	0.009	0.023	0.183	0.451	0.305

(3) 設計行為別の設計時間比率によるクラスター分析

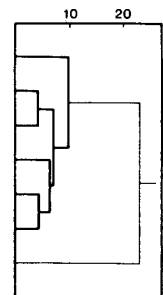


図-4 チーム別のクラスター分析

よる設計時間のばらつきを捨象してチームを比較することを企図している。設計時間比率( $T_{\bar{a}} \sim T_{\bar{f}}$ )は、設計行為別の時間構成の違いからチームを比較することを企図している。これら3変量について標準化ユークリッド平方距離を算出し、群平均法を用いてクラスター分析を行った。

図-4はその分析結果である。左側にチーム別の変量、右側に樹系図を示した。設計時間( $T_a \sim T_f$ )では、1000時間を境に2つのグループに分かれた。設計時間が1000時間を超えるチームは、細かく見るとさらに2つに区分される。チーム Dt1, Dt3は設計行為(a)と(d)の時間が他に比べて大きく、チーム Dt2, Dt5は逆に設計行為(f)が大きいチームである。一人当たり平均設計時間( $\tilde{T}_a \sim \tilde{T}_f$ )を指標とするクラスター分析では、2チームが他から区別される。チーム Dt5は(c), (d)の設計時間がともに大きく、チーム Dt7は(c), (d)の設計時間が小さいことが特徴である。これらの2チームは正反対の時間構成をもっており、この間に中間的時間構成をもった5つの設計チームが存在していると考えられる。さらに設計時間比率( $T_{\bar{a}} \sim T_{\bar{f}}$ )によるクラス

ター分析では、全体の傾向と異なるのはチーム Dt7 だけである。このチーム Dt7 は (b) と (d) の設計時間比率が小さく、(e) が大きい特異なチームである。逆に一人当たり平均設計時間で特異であるとされたチーム Dt5 は、設計時間比率を見るとほかのチームとの類似度が高いことが示されている。このように設計プロセスをその行為別の時間比率でとらえると、設計チームはほぼ類似した傾向をもっていると考えられる。

すなわちこれらのクラスター分析から以下のことがわかった。1000 時間を境として、設計時間の大きいチームと小さいチームの 2 つのタイプがある。一人当たり平均設計時間、設計時間比率では、いくつかの設計行為の時間に特徴のある特異なチームが確認された。

### 3.4 設計チームを構成する個人の比較

設計チームごとに時間的な特徴がとらえられたが、各個人の設計時間の構成にも特徴が認められる。メンバー全員が類似した時間構成をもっているチームもあれば、設計時間の構成が異なったメンバーが集まっているチームもある。この違いをとらえるために、以下に示すように個人別に集計した累積設計時間 ( $t_a \sim t_r$ ) と設計時間分担比率 ( $t_{\bar{a}} \sim t_{\bar{r}}$ ) を変量として、クラスター分析を行った。以下は  $t_a$  と  $t_{\bar{a}}$  の定義式を代表として示す。

$$t_a = \sum_{i=1}^m t_{ai} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$t_{\bar{a}} = t_a / (T_a / n) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$t_{ai}$ :  $i$  日目の設計行為 (a) の設計時間 (個人)

(単位: h)

$t_a$ : 設計行為 (a) の累積設計時間 (個人)

(単位: h)

$t_{\bar{a}}$ : 設計行為 (a) の設計時間分担比率 (個人)

$T_a$ : 設計行為 (a) の累積設計時間 (チーム)

(単位: h)

$n$ : チームの人数 (人)

$m$ : 設計期間 (日)

この 2 変量について標準化ユークリッド平方距離を算出して、群平均法でクラスター分析を行った。図-5 は、上図に累積設計時間 ( $t_a \sim t_r$ )、下図に設計時間分担比率 ( $t_{\bar{a}} \sim t_{\bar{r}}$ ) によるクラスター分析の結果である。それぞれの図では右側に樹系図、左側に上図では累積設計時間 ( $t_a \sim t_r$ )、下図では設計時間分担比率 ( $t_{\bar{a}} \sim t_{\bar{r}}$ ) を並べた。そして特徴的であると判断された数値群を実線で囲んでいる。

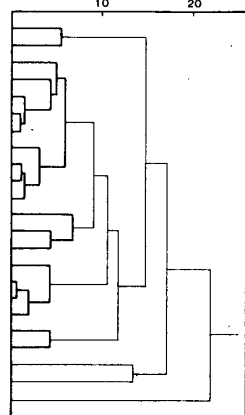
設計時間によるクラスター分析は、設計時間の絶対量の違いから個人を分類するものである。分析の結果、3 つのグループが区別された。すなわち① (d) の時間が大きいグループ、② (c) の時間が小さいグループ、③ (c) と (d) の時間がともに大きいグループである。①のグループはさらに (a) の時間の大小で 2 つに分けられ、

個人コード	$t_a$	$t_b$	$t_c$	$t_d$	$t_e$	$t_r$
Dt1-1	2.0	29.3	24.6	180.1	49.5	25.0
Dt1-2	1.5	31.0	17.8	127.2	72.3	36.5
Dt4-3	1.4	32.8	30.4	124.0	40.3	46.0
Dt1-4	4.5	41.4	6.3	145.4	69.8	42.5
Dt4-2	0.5	38.0	51.0	91.6	53.3	28.5
Dt3-1	6.0	18.3	43.8	139.6	66.8	61.5
Dt3-4	7.3	20.4	33.6	137.3	87.3	57.0
Dt3-3	6.0	14.3	29.5	119.1	87.5	69.5
Dt3-2	8.1	15.6	27.8	125.2	128.3	40.0
Dt2-1	2.8	16.8	13.5	85.0	71.5	61.5
Dt6-2	1.0	20.8	16.9	81.8	70.6	52.9
Dt6-3	1.0	14.5	18.8	89.5	79.3	73.8
Dt6-1	1.0	12.8	14.8	88.8	128.6	43.3
Dt4-1	0.5	37.5	16.5	72.0	42.2	61.2
Dt2-2	0.0	31.3	18.3	103.6	63.5	92.1
Dt2-3	0.0	18.0	25.1	93.2	47.3	118.4
Dt2-4	2.5	16.0	21.4	92.9	47.6	98.8
Dt5-1	0.0	21.0	58.4	148.5	75.6	97.8
Dt5-2	0.0	30.0	68.7	140.2	88.1	87.5
Dt5-3	0.0	16.0	56.0	138.5	90.9	67.1
Dt1-3	12.7	40.8	18.8	129.6	42.1	41.3
Dt7-1	5.8	1.5	4.8	27.7	33.8	79.4
Dt7-2	8.8	3.0	7.5	67.1	198.5	78.4



(1) 設計行為別の累積設計時間によるクラスター分析

個人コード	$t_{\bar{a}}$	$t_{\bar{b}}$	$t_{\bar{c}}$	$t_{\bar{d}}$	$t_{\bar{e}}$	$t_{\bar{r}}$
Dt1-1	0.386	0.822	1.502	1.237	0.850	0.688
Dt4-2	0.625	1.062	1.582	0.955	1.177	0.630
Dt1-2	0.289	0.870	1.087	0.873	1.242	1.004
Dt2-3	0.000	0.856	1.282	0.994	0.822	1.273
Dt3-3	0.875	0.833	0.876	0.914	0.946	1.219
Dt5-1	1.000	0.940	0.944	1.042	0.897	1.182
Dt5-3	1.000	0.904	1.116	1.040	0.854	1.300
Dt3-1	0.875	1.087	1.300	1.071	0.722	1.078
Dt3-4	1.065	1.189	0.997	1.053	0.944	1.000
Dt5-2	1.000	1.343	1.117	0.984	1.022	1.040
Dt6-2	1.000	1.297	1.003	0.950	0.780	0.934
Dt1-3	2.454	1.145	1.025	0.890	0.723	1.136
Dt2-4	1.963	0.780	1.083	0.991	0.828	1.073
Dt4-3	1.750	0.908	0.931	1.293	0.890	1.016
Dt2-1	2.033	0.894	0.689	0.907	1.244	0.681
Dt3-2	1.182	0.909	0.625	0.960	1.387	0.701
Dt6-1	1.000	0.798	0.879	1.008	1.385	0.786
Dt5-3	1.000	0.718	0.836	0.972	1.079	0.797
Dt1-4	0.889	1.182	1.384	0.998	1.182	1.188
Dt4-1	0.625	1.038	0.926	0.751	0.932	1.322
Dt2-2	0.000	1.488	0.934	1.105	1.104	0.980
Dt7-2	1.205	1.333	1.239	1.415	1.710	0.993
Dt7-1	0.794	0.668	0.760	0.584	0.289	1.006



(2) 設計行為別の設計時間分担比率によるクラスター分析

図-5 個人別のクラスター分析

②のグループも (f) の時間の大小で 2 つに区別された。そして、これらのグループのほかに特異な時間構成をもつ 3 個人が識別された。同じチームに属している個人は、ほぼ同一のグループに属していることがわかった。しかしチーム Dt1 と Dt4 はこの点で特異な傾向をもっており、同一のグループに属さないメンバーがいる。またチーム Dt7 は、チーム単位の比較においても特異なチームであることが認められたが、ここでも全体から大きく離れた傾向をもったメンバーで構成されていることが示されている。

設計時間分担比率 ( $t_{\bar{a}} \sim t_{\bar{r}}$ ) は、(6) 式に示すようにチーム内での設計時間の分担の程度を表すものである。この分担がチーム内の平均より大きい場合は 1 より大きい値をとり、小さい場合は 1 より小さい値をとる。このクラスター分析は、チーム内での分担の違いから個人を区分するものである。分析の結果① (c) の分担比率が高いグループ、②平均的な分担比率をもつグループ、③ (a) の分担比率が高いグループ、④ (e) の分担比率が高く (f) が低いグループ、⑤ (f) の分担比率が高く (c) が低いグループという 5 つに分類された。エスキース (d) はメンバー間の差が少なく、設計時間としては均等に分担されていることを示している。しかしエス

キースの内容を細かく見てみると、高層住宅、中層住宅、低層住宅などの建物種別に担当を分割していたり、敷地を分割してエスキースが行われていることがわかった。エスキースでは設計内容は分担されているが、場と時間が共有されており、これが指標として出てくるチーム内の設計時間のばらつきを少なくしていると考えられる。

②と④のグループにすべてのメンバーが属するチーム Dt 3, Dt 5, Dt 6 は、それぞれのメンバーの分担の偏りの比較的少ないチームである。逆に5つのグループにメンバーが分散しているチーム Dt 1, Dt 4 は、(c), (d), (e), (f) のそれぞれの作業を分担したメンバーが集まっている。このクラスター分析では明確に区別されなかったが、Dt 1-1とDt 4-3 は (d) の分担比率が高い提案型のメンバーで、実際の設計組織ではよく見られる top-down の傾向をもつチームと考えられる。

また①～⑤の5グループに属さないメンバーを含む Dt 2, Dt 7 は、極端に分担の偏りをもったチームであり、このように大きな設計時間のばらつきは、共同設計の場の形成が不完全で、なんらかの理由でチームとしての組織性を保ち得なかったものと考えられる。

4. 設計時間と評価

設計にかかった時間に注目して設計チームと個人を比較した結果、それぞれの設計プロセスの特性の一面をとらえることができた。以下ではこのような特性が設計結果に与えた影響を検討する。設計結果を示す指標としてその成績(評価値)を用いて、設計プロセスの特性を示す指標との相関関係を分析した。設計チーム別の指標として、設計行為別の累積設計時間 ( $T_a \sim T_f, T$ ) と設計行為別の設計時間比率 ( $T_a \sim T_f$ )、設計行為別の一人当たり平均設計時間 ( $\bar{T}_a \sim \bar{T}_f$ ) を用いた。また、個人別の設計プロセスに関する指標として、設計行為別の累積設計時間 ( $t_a \sim t_f, t$ )、設計行為別の設計時間分担比率 ( $t_a \sim t_f$ ) を用いた。なお評価値は標準化し、設計チームに対する評価は個人に対する評価値を平均して用いた。それぞれの相関係数を表-3 に示す。

表-3 設計時間と評価値との相関係数

(1) チーム別の累積設計時間 ( $T_a \sim T_f$ )、設計時間比率 ( $T_a \sim T_f$ )、一人当たり平均設計時間 ( $\bar{T}_a \sim \bar{T}_f$ ) と評価値との相関係数

	a	b	c	d	e	f	T
$T_a \sim T$	0.244	0.372	0.940*	0.603	0.206	0.212	0.663
$T_b \sim T_f$	0.644	0.291	0.896*	0.579	0.631	0.481	
$\bar{T}_a \sim \bar{T}$	0.540	0.464	0.927*	0.796*	0.291	0.044	0.804*

\*有意水準0.05で有意である。

(2) 個人別の累積設計時間 ( $t_a \sim t_f$ )、設計時間比率 ( $t_a \sim t_f$ ) と評価値との相関係数

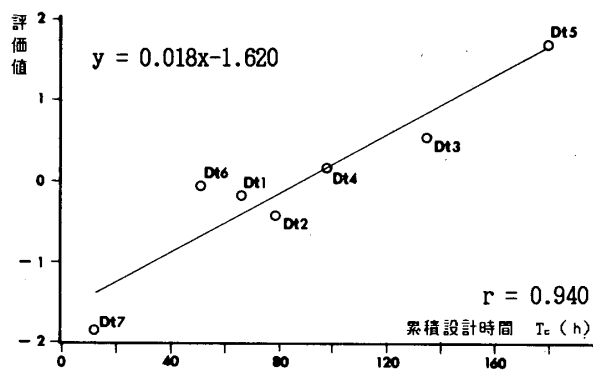
	a	b	c	d	e	f	t
$t_a \sim t$	0.361	0.220	0.794*	0.639*	0.070	0.035	0.665*
$t_b \sim t_f$	0.095	0.027	0.091	0.092	0.151	0.098	

\*有意水準0.05で有意である。

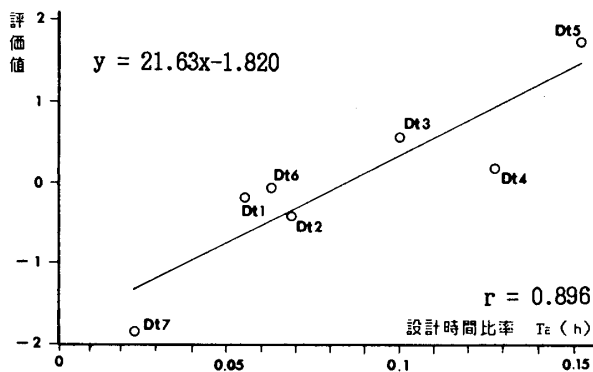
4.1 設計チーム別の設計時間と評価値

まずチーム別の指標(設計行為別の累積設計時間、設計時間比率)と評価値との関係を見ると、有意水準0.05で相関関係が有意であると判断されたのは、設計条件を検討する(c)の累積設計時間 ( $T_c: r=0.940$ ) と設計時間比率 ( $T_c: r=0.927$ ) である。図-6 は、相関関係が有意である(有意水準0.05)ものについて、縦軸に評価値、横軸に設計行為別の累積設計時間または設計時間比率をとったグラフである。設計条件を検討する(c)の設計時間比率は、エスキース以降の設計行為に比べて小さい。また図-2, 3にあるように全体の設計期間が短い設計プロセスにおいては(c)は、最初に削られる過程であり、そのような設計チームでは設計条件をしっかりと確定しないままにエスキースに移行している状況が指摘された。そして、この設計条件の検討に費やされた時間と評価値との有意な相関関係は、設計条件の検討をエスキースと明確に分離して、設計条件の検討の時間を確保するという設計プロセスが有効であることを示唆している。つまり、かたちの検討をする前に、設計条件を確定する作業(プログラミング)の段階が重要であることを示していると思われる。

また、エスキースの累積設計時間 ( $T_a$ )、累積設計時間 ( $T$ ) は、弱い相関(それぞれ  $r=0.603, r=0.663$ ) を示すが、有意水準0.05で有意になってはいない。また設計ではプレゼンテーションが重視されて、図面表現



(1) 設計行為(c)の累積設計時間 $T_c$ と評価値



(2) 設計行為(c)の設計時間比率 $T_c$ と評価値

図-6 チーム別の累積設計時間・設計時間比率と評価値

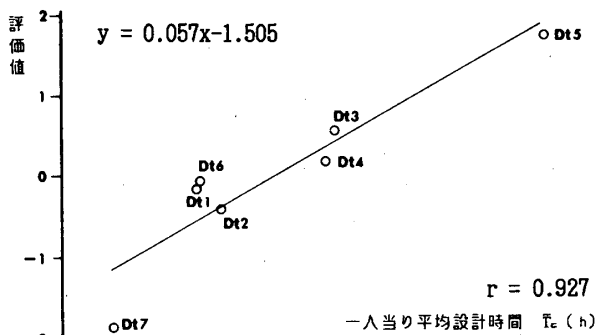
の累積設計時間 ( $T_e, T_f$ ) と評価との相関関係が予想された。しかし、それぞれの相関係数は、 $r=0.070 (T_e)$ ,  $r=0.035 (T_f)$  と、その相関関係は認められず、プレゼンテーションに時間をかけることが、設計の評価を上げることに関係していないことを示している。これは図面表現のチーム間較差が少ないか、図面表現の優劣が問題にならないくらい計画内容にばらつきがあったという評価の側の特性と、図面表現にかかる時間量がその作業成果に比例しなかったという設計作業の特性とによると考えられる。

4.2 チームの規模と評価

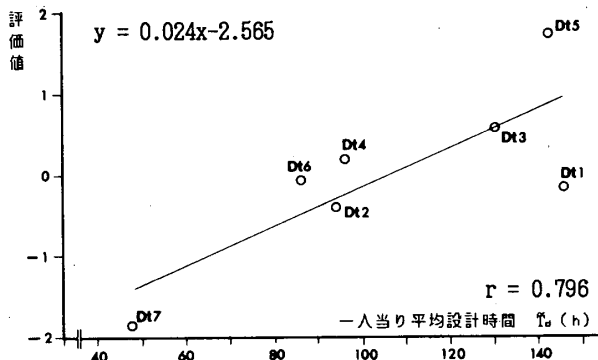
設計の作業力はチームの人数に比例し、単純に人数の作業力を加算すると、2人で設計するよりも4人で設計する場合はその作業力が倍増することになる。そしてす

べての個人が同等の力をもっていると、人数の多いチームではより完成度の高い設計ができることになる。実際には個人の設計に対する才能と作業力は異なり、個人の集合であるチームもそれぞれに違う。調査対象である7チームの累積設計時間は、必ずしも4人のチームが3人のチームより大きいということとはなかった。ここではこのようなチーム規模と設計結果との関係を考える。つまり4人で1000時間かけた設計結果と3人で1000時間かけた設計結果とは、違うように思われるのである。

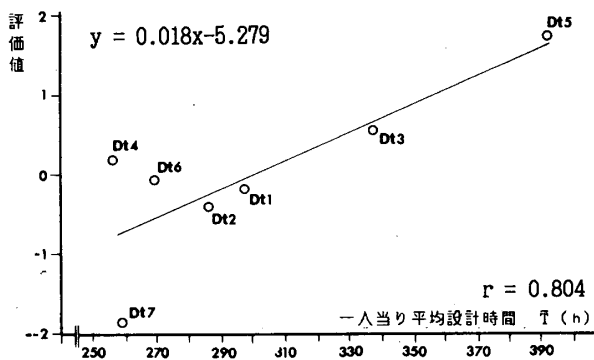
そこで、チーム人数の影響を除いた設計行為別の一人当たり平均設計時間 ( $\tilde{T}_a \sim \tilde{T}_f, \tilde{T}$ ) を指標にして、評価値との相関関係を算出した。図-7は、相関関係が有意である(有意水準0.05)ものについて、縦軸に評価値、



(1) 設計行為(c)の一人当たり平均設計時間 $\tilde{T}_c$ と評価値

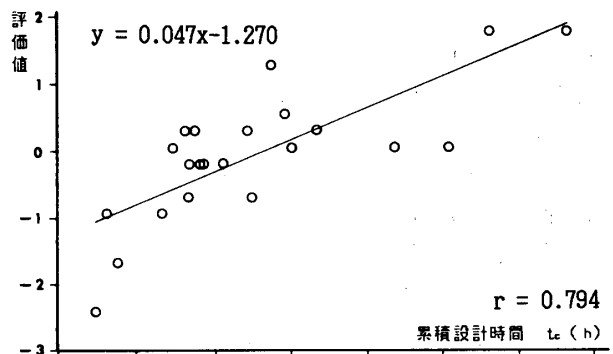


(2) 設計行為(d)の一人当たり平均設計時間 $\tilde{T}_d$ と評価値

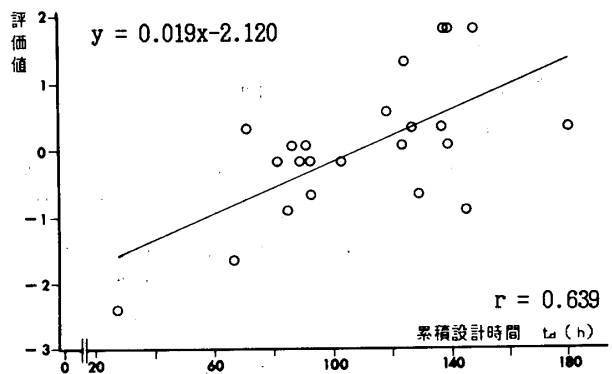


(3) 一人当たり平均設計時間 $\tilde{T}$ と評価値

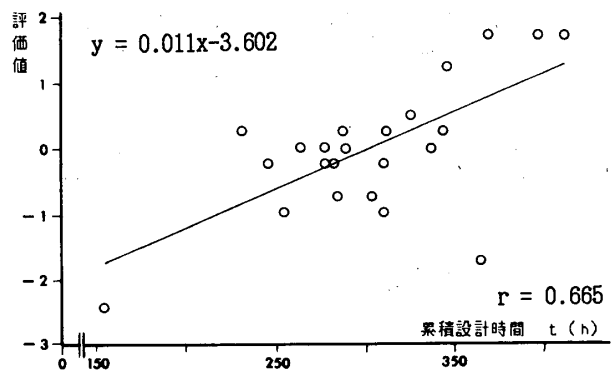
図-7 チーム別の一人当たり平均設計時間と評価値



(1) 設計行為(c)の累積設計時間 $t_c$ と評価値



(2) 設計行為(d)の累積設計時間 $t_d$ と評価値



(3) 累積設計時間 $t$ と評価値

図-8 個人別の累積設計時間・設計時間分担比率と評価値



横軸に一人当たり平均設計時間をとったグラフである。

有意水準 0.05 で相関関係が有意なものは、設計条件を検討する (c) とエスキース (d) の平均設計時間 ( $\bar{T}_c$ ,  $\bar{T}_d$ )、一人当たり平均設計時間 ( $\bar{T}$ ) である。 $\bar{T}$  と評価値との相関係数は  $r=0.804$  で、累積設計時間 ( $T$ ) よりも強い相関関係を示している。このように一人当たり平均設計時間 ( $\bar{T}_a \sim \bar{T}_f$ ,  $\bar{T}$ ) は、累積設計時間 ( $T_a \sim T_f$ ,  $T$ )、設計時間比率 ( $T_a \sim T_f$ ) よりも評価値との相関関係が高いことがわかった。これは、チーム全体の設計時間よりも個人の設計時間が評価値により強く結びついていることを示している。そしてこの結果は、設計という複雑な創造性を要求されるプロセスに特有な傾向であるとも考えられる。このような学生のチーム設計で、設計の質を確保するためには、メンバー間のばらつきを許したままでチーム全体の設計時間を上げるよりも、メンバーの設計時間を均等に高く保つことの方が有効であると考えられる。

#### 4.3 個人別の設計時間と評価値

個人別の指標 (設計行為別の累積設計時間、累積設計時間) と評価値との相関関係を見る。有意水準 0.05 で相関関係が有意であるものは、設計条件を検討する (c)、エスキース (d) の累積設計時間 ( $t_c$ ,  $t_d$ )、設計時間合計 ( $t$ ) であり、これを図-8 に示す。これはチーム別の一人当たり平均設計時間 ( $\bar{T}_a \sim \bar{T}_f$ ,  $\bar{T}$ ) の傾向と似ており、特に設計条件の検討の時間 ( $t_c$ ) は、 $r=0.794$  という高い相関関係を示している。また、クラスター分析で用いた設計行為別の設計時間分担比率 ( $t_a \sim t_f$ ) は、評価値との相関関係がまったく認められなかった。

以上の分析から、前期が比較的設計時間の少ない段階であるために、後期を中心に設計プロセスがとらえられることが多いにもかかわらず、前期は設計プロセスを特徴づけ、評価値との相関関係が有意な設計行為を含む重要な段階であることがわかった。設計プロセスをすすめていく仕組みや方法が必要なのは、設計のかたちを決めていく後期とともに、設計に関する情報を集め設計条件を決定していく前期の後半と後期の立ち上がりの段階であると考えられる。

#### 5. まとめ

この調査では、設計チームによる設計プロセスを追跡調査した結果、以下の事項が明らかになった。

- ①設計プロセスには、設計行為の質が異なった2つの段階区分があり、大きく前期・後期に分かれる。さらに、設計チームごとの設計期間の長短は、主に設計プロセスの前期の在り方の違いによっている。
- ②1000時間を境として、設計時間の大きいチームと小さいチームの2つのタイプがある。一人当たり平均設計時間では、設計行為 (c)、(d) の設計時間に、設計時

間比率では、設計行為 (b)、(d)、(e) の設計時間に特徴ある設計チームが、全体の設計チームから区別され、チームごとの設計プロセスの違いが明らかになった。

③設計条件を検討するという行為が、設計結果に大きな影響を与えることが確認された。

④設計チームの人数による単純な設計時間の加算が、設計の評価に結び付かず、チーム全体の設計時間よりも、チームメンバー個人個人の設計時間を高めることが設計の評価値に強く相関している。

これらの分析は7例という小数の調査対象から得られたものであり、以上の結果もその範囲を超えて断言できるものではない。そしてこの結果の信頼性を得るためには繰り返し調査を行い、分析結果の一貫性を確認することが必要であろう。また、設計行為の区分の仕方が、設計チームやメンバー間の設計プロセスを比較する視点を規定している。この点に分析の限界があり、例えばエスキースの区分をさらに細かく分けることなど設計行為の区分を再検討する必要があると思われる。

#### 謝辞

調査の実施と集計にあたり新潟大学学生の富樫俊秀、布施政行、碓谷規幸君の協力を得ている。ここに深く感謝の意を表します。

#### 注

- 1) この設計過程の行為分類として以下が提案されている。太田利彦の「設計手間の研究」では、基本設計段階を「与条件の整理」・「設計条件の設定」・「分析」・「総合」・「表現、伝達」という5つに区分している。S. A. Gregory の“The Design Method”では、「分析」・「総合」・「評価」に区分している。また、L. Bruce Archer “Systematic Method for Designers”では、「プログラミング」・「データ収集」・「分析」・「総合」・「展開」・「伝達」に分けている。William Pena は、設計をプログラミングとデザインとに分けて、プログラミングをさらに「目標の設定」・「与条件の収集」・「設計目標の決定」・「設計条件の決定」・「記述」という段階に区分している。
- 2) 設計行為の記入には、a-f をなるべく区別して選択させた。設計行為が重なって行われ区別できない場合は、a-f の項目を組み合わせて記入させた。
- 3) 個人コード (Dt 1-1~Dt 7-2) は、チームコード (Dt 1~Dt 7) に -1~-4 の個人識別の附号を加えた記号を用いている。
- 4) 設計チームごとに算出した設計行為別の累積設計時間は  $T_a \sim T_f$  (単位: h)、累積設計時間は  $T$  (単位: h) の記号で示すことにする。個人の設計行為別の累積設計時間は  $t_a \sim t_f$  (単位: h)、累積設計時間は  $t$  (単位: h) の記号で示している。
- 5) 経過日はそれぞれのチームが設計を始めた日を1日目としている。

#### 参考文献

- 1) 太田利彦: 設計方法論, 丸善, 1981年

- 2) 太田利彦：建築の設計方法に関する研究-DERT ネットワーク，清水建設株式会社技術研究所所報第 4 号，pp. 43-56, 1970 年
- 3) William Pena, et al : Problem Seeking- An Architectural Programming Primer-, CRI Publishing Company INC. , pp. 20-27, 1977
- 4) 外山知徳：デザイン・プロセスのモデル構成に関する研究，東京大学学位論文，1970 年
- 5) 嶋村仁志：企画設計におけるプロセス区分の構造，日本建築学会論文報告集，第 346 号，pp. 153-163, 1984 年
- 6) Michael Eckersley : The form of design processes - a protocol analysis study, pp. 86-94, Vol. 9 No. 2, 1988. 4, Design Studies
- 7) 西村伸也ほか 1 名：チーム設計におけるプロセスの調査—チームビルディングに関する研究 3—，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 535-536, 1987 年
- 8) 西村伸也：設計主体形成に関する研究，東京大学学位論文，1988 年

---

## SYNOPSIS

UDC : 72.011 : 72.02

### A STUDY ON DESIGN PROCESS FOR THE EDUCATIONAL METHOD OF DESIGNING.

by Dr. SHIN-YA NISHIMURA, Assistant of Niigata Univ.,  
Dr. TAKASHI TAKAHASHI, Prof. of Tokyo Univ.,  
ICHIROU HAGIWARA, Researcher of Building Research  
Institute, and NAOFUMI SAWA, Graduate Student of  
Niigata Univ., Members of A. I. J.

The purpose of this article is to clarify the features of students' design processes and to propose a educational method for designing. The design processes, in which groups of two to four students planned and designed multiple dwelling houses, were investigated every day. This investigation was focused especially on the kinds of design activity and the amount time of each.

The results of this study are as follows ;

( 1 ) The design process has different two phases. The former phase is constituted mainly by programming, the latter phase is by rough sketching and drawing. The length of the process is due to the one of this former phase.

( 2 ) These groups are divided into two types, one spend more than 1,000 hours for design and the other less than 1,000. The difference of the amount time which these groups spend at the processes is one of the distinctive features of these groups.

( 3 ) The evaluation of products is related mainly with the amount time of programming, the third kind of design activity at the former phase.