

マネジメントの見地からみたフラットな組織と ピラミッド型組織の情報伝達に関する定量的比較

Quantitative Comparison of Operational Performance between Flat and Pyramid-type Organization from Management View Points

日本大学 島崎 敏一*

By Toshikazu SHIMAZAKI*

日本では、建設産業における透明性の確保、コスト削減などが焦眉の急となっている。これに応えるために、建設省は、2004年から直轄工事の施工を建設CALS/ECによって行うとしている。CALS/ECが導入されると、一般には、組織のフラット化が進み、さらにフラット化した組織でスピードを重視したマネジメントをしないと、個人も企業も生き残れないといわれている。しかし、このような派生的な影響について、フラットな組織とピラミッド型組織のマネジメント上の特性に関する定量的な比較研究はほとんどなされていない。建設CALS/EC導入の派生的な影響には、多くの側面がある。本研究では、派生的な影響に関する定量的研究の第一歩として、組織に必要な人数、情報取扱量、情報伝達所要時間、情報伝達時のエラー発生率について、フラットな組織とピラミッド型の組織についてモデル化し、比較し、解析をする。

【キーワード】建設CALS/EC、マネジメント論、組織

1. はじめに

バブル崩壊にともない、日本においても、建設産業における透明性の確保、コスト削減などが焦眉の急となっている。これに応えるために、建設省は、2004年から直轄工事の施工を建設CALS/ECによって行うとしている¹⁾。そのため、建設省²⁾、土木学会³⁾、日本土木工業協会⁴⁾など土木関係の各種団体でも、建設CALS/ECに関する多くの研究が行われ、建設CALS/ECの効果の定性的な有効性が強調されている。しかしながら、建設CALS/EC導入による定量的な効果については、ほとんど研究がなされていない。

また、CALS/ECの導入により、一般には、組織のフラット化が進み、さらに今後はフラット化した組織でスピードを重視したマネジメントを

しないと、個人も企業も生き残れないといわれている。しかしながら、この派生的な影響について、フラットな組織とピラミッド型組織のマネジメント上の特性に関して定量的に比較した研究もほとんどなされていない。

建設CALS/ECシステムの導入は、建設業界にとっての急務であるが、その本格的な導入にあたっては、派生的な影響も含めて、その特徴を良く理解したうえで導入するのが重要である。現実には、中小企業をはじめとして、建設業界における企業横断的な建設CALS/ECの導入があまり進んでいないというのも、これが、その原因の1つと考えられる。

組織のフラット化という建設CALS/EC導入の派生的な影響といっても、非常に多くの側面がある。そこで、本研究では、派生的な影響に関する定量的研究の第一歩として、組織に必要な人

* 理工学部土木工学科 03-3259-0989

shimazak@civil.cst.nihon-u.ac.jp

数, 情報取扱量, 情報伝達所要時間, 情報伝達時のエラー発生率について, フラットな組織とピラミッド型の組織についてモデル化し, 比較し, 解析をする。

2. フラットな組織とピラミッド型組織のモデル化と仮定

組織の形態は, スパンとレベルによって規定できる⁵⁾。スパンとは, 1人の上長が直接命令を発する部下の人数であり, レベルとは, トップのものをレベル0として, 最下位のものまで何階層あるかを示す。フラットな組織とピラミッド型の組織を, どこで分けるかについての明確な定義はないが, ここでは, 極端な場合を想定してフラットな組織をレベル数が2であるような組織, すなわち, 1人の上長が他の部下全員に直接命令を発する組織とし, それ以外の中間レベルがあるレベル数が3以上であるものをピラミッド型の組織とする。

組織の目的は, 命令が有効に伝わり実践されることであり, 具体的な課題としては, 直接命令を下せる人数の上限, 命令の伝送過程での誤りの発生を最小化であるとされている⁵⁾。ここでは, 2つのタイプの組織を定量的に比較するために, 組織を構成する人数, レベル0の上長の情報取扱量, 上長から最下位レベルのものまでの情報伝達の所要時間, その時の伝達情報のエラー発生率をその指標として取り上げる。

ここで, フラットな組織においても, ピラミッド型の組織においても組織として実際の業務を行うのは, 最下位のレベルの人だけであると仮定する。この仮定は, 中間レベルのものは, 情報伝達だけをしているという仮定と同じことになる。これは, 少し極端な仮定にみえるが, 日本においては, 通常の階層型組織では, 中間階層の業務の85%程度が管理業務といわれる情報の移動作業に費やされている⁶⁾といわれていることを考慮すればそれほど無理な仮定ではないと考えられる。

ピラミッド型の組織においては, 1人の上長が何人の部下に命令を発するかというスパンの大きさが重要な指標となるが, ここでは, 上の仮定からその数は2以上で, 最下位レベルの人数以下で

あるとし, 全員, 全階層とも等しいとする。なお, スパンの大きさが最下位レベルの人数に等しいときがフラットな組織に相当する。

情報の伝達については, 1回の情報伝達において, その情報量は一定であり, その時, エラーの生じる確率も一定であるとする。また, 情報の伝達過程において, 中間層のものは下位層から入力された情報に対してある一定割合で情報を縮約した上で, 上位層に伝達するものと仮定する。

以上の仮定に基づき, 解析に使用する主要な記号を次のとおり決める。

n : 最下位のレベルの人数

r : 中間レベルにおける元の情報量に対する伝達された情報量の割合

p_e : 1回の情報伝達でエラーが生じる確率

m : 部下の人数(スパンの大きさ)

d : 情報量

3. 各対象の解析

(1) 構成人数

フラットな組織の場合には, 組織は, レベル0の人が1人と最下位レベルすなわちレベル1の人が n 人から構成されるので, 構成人数は次式(1)のようになる。

$$n+1 \quad (1)$$

一方, ピラミッド型の組織の場合には, レベルが1段下がるごとに m 倍の人数が必要となる。ここでは, 最下位レベルの人数を n 人であると仮定しているが, n がちょうど m のべき乗になっているとは限らないので, 近似的にレベルの数が整数以外の値もとれると仮定すれば, 最下位レベルは, 次式(2)のようになる。

$$\log_m n \quad (2)$$

構成人数を求めるには, 第 i レベルの人数は m^i であるので, これの $i=0$ から $\log_m n$ までの和を取ればよい。これを計算すれば, 構成人数は次式の

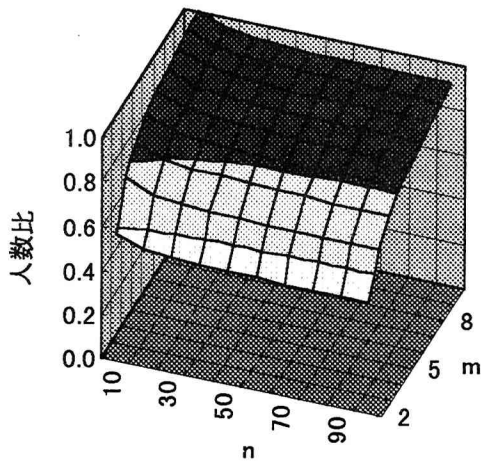


図-1 構成人数比

ように求められる。

$$\sum_{i=0}^{\log_m n} m^i = \frac{1 - m \cdot n}{1 - m} \quad (3)$$

ピラミッド型の組織の構成人数に対するフラットな組織の構成人数の比は次式(4)のようになる。なお、これ以降の分析においても、この比を使うこととする。

$$\frac{(n+1) \cdot (m-1)}{(n \cdot m - 1)} \quad (4)$$

両タイプの構成人数の比を、 n を10から100まで、 m を2から10まで変化させたときについて図示したものが、図-1である。

この式で、 n を ∞ にしたときには、 $1 - 1/m$ となり、 m を最大の値 n にしたときには当然ながら1となる。たとえば、最も階層数が大きくなる $m=2$ の場合で n が ∞ のときその比は0.5となり、フラットな組織はピラミッド型組織の半分の人数になる。この点で、フラットな組織の方が有利であると考えられる。

(2) 情報取扱量

フラットな組織の場合には、情報は、レベル0の人が最下位レベルの n 人からすべて直接伝達される。したがって、レベル0の人が取り扱わなければならない情報量は、次式(5)のようになる。

$$n \cdot d \quad (5)$$

一方、ピラミッド型の組織の場合には、レベルが1段上がるごとに m 倍の情報量があがるが、仮定により、レベル1までは情報は $m \cdot r$ に縮約され、最上位レベルでは縮約されない。前節と同様にレベルの数が整数以外の値もとれると仮定すれば、最上位の人が取り扱う必要がある情報量は、次式(6)のようになる。

$$d \cdot (m \cdot r)^{\frac{\log n}{\log m}} \quad (6)$$

両タイプの組織で最上位の人が取り扱わなければならない情報量の比は、次式(7)のようになる。

$$r^{1 - \left(\frac{\log n}{\log m} \right)} \quad (7)$$

両タイプの情報取扱量の比を、 n を10から100まで、 m を2から10まで変化させたときについて、情報縮約率を0.75と0.5の場合について図示したものが、図-2、3である。

この式で、 m を n にすれば、当然ながら、1になりどちらの組織でも情報取扱量は同じになる。 n が大きくなった時には、 $-\log(n)$ 乗で大きくなるため、その増加の程度は急速ではない。この点

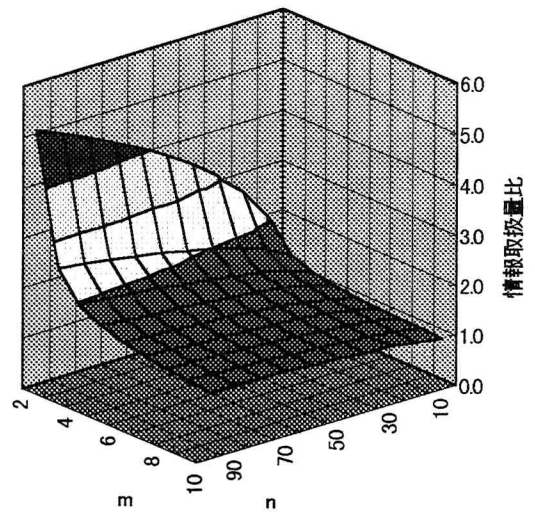


図-2 情報取扱量比($r=0.75$)

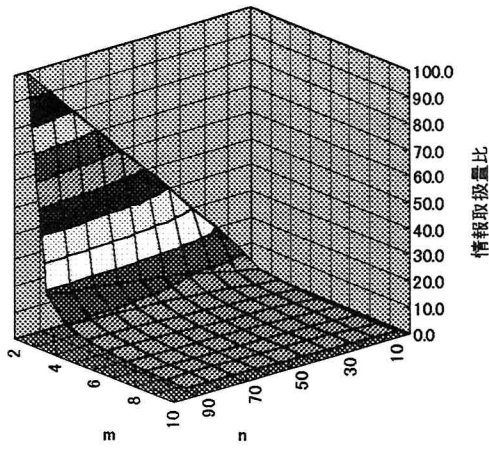


図-3 情報取扱量比(r=0.5)

からは、フラットな組織の方が不利ではあるが、組織が大きくなっても不利になる程度はそれほど大きくないと考えられる。

(3) 情報伝達所要時間

情報伝達の所要時間については、電話を利用する場合と電子メールを利用する場合でその期待値は異なる。

ある人が他の人に電話をして、相手がいなかった場合に折り返し電話をするように頼むという方法で連絡をする時には、その連絡所要時間の期待値は、次式(8)のとおりである⁷⁾。

$$\frac{p_0 \cdot (t_0 + t_c \cdot p_c)}{1 - p_0 \cdot p_c} \quad (8)$$

フラットな組織の場合には、情報は、レベル0の人から最下位レベルの n 人に、順次、直接伝達される。したがって、レベル0の人は n 倍の時間がかかり、その連絡所要時間の期待値の総計は、次式(9)のようになる。

$$n \cdot \frac{p_0 \cdot (t_0 + t_c \cdot p_c)}{1 - p_0 \cdot p_c} \quad (9)$$

一方、ピラミッド型の組織の場合には、レベルが1段下がるごとに m 倍の情報伝達所要時間がかかるが、そのレベルでは m 人の人が同時にさらに下のレベルの人に連絡を取れる。したがって、連絡所要時間の期待値の総計は、1回の連絡所要時

間の m 倍にレベル数を掛ければ求められ、次式(10)のようになる。

$$m \cdot \frac{p_0 \cdot (t_0 + t_c \cdot p_c)}{1 - p_0 \cdot p_c} \cdot \frac{\log n}{\log m} \quad (10)$$

つぎに、電子メールを利用した場合には、次のようになる。1人の人が他の人への情報伝達に電子メールを利用する場合には、連絡の繰返し数を j として、その連絡所要時間の期待値は、次式(11)のとおりである⁷⁾。

$$p_0 \cdot \sum_{i=0}^{j-1} (p_0 \cdot p_c)^i \cdot (t_0 + t_c \cdot p_c) \quad (11)$$

フラットな組織の場合には、情報は、レベル0の人から最下位レベルの n 人に、直接伝達されるが、電子メールを利用した場合には同報できるので、連絡所要時間の期待値は1人にあてた場合と変わらない。したがって、その連絡所要時間の期待値の総計は、上式(11)のまま表せる。

一方、ピラミッド型の組織の場合には、レベルが1段下がっても情報伝達所要時間の期待値は同報できるので、1人に連絡する場合と変わらない。しかし、これをレベルの数の回数だけ繰り返す必要があるため、次式(12)のようになる。

$$\frac{\log n}{\log m} \cdot p_0 \cdot \sum_{i=0}^{j-1} (p_0 \cdot p_c)^i \cdot (t_0 + t_c \cdot p_c) \quad (12)$$

両タイプの組織での連絡所要時間の期待値の比は、電話で連絡する場合と電子メールで連絡する場合に、それぞれ次式(13),(14)のようになる。

$$\frac{n \cdot \log m}{m \cdot \log n} \quad (13)$$

$$\frac{\log m}{\log n} \quad (14)$$

両タイプの情報伝達所要時間の比を、 n を 10

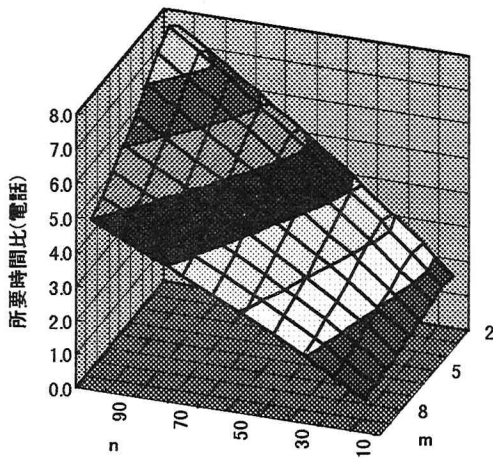


図-4 情報伝達所要時間比(電話)

から 100 まで, m を 2 から 10 まで変化させたときについて, 電話連絡とメールで連絡する場合について図示したものが, 図-4 と 5 である。

この場合の特徴は, 電話で連絡する場合には, その所要時間の期待値は, フラットな組織ではピラミッド型の組織に比べてほぼ組織の大きさに比例して時間がかかるようになるのに対して, 電子メールによる場合には, 逆に組織の拡大とともに所要時間が減少するようになることである。一方, 組織のスパンの影響については, スパンが大きくなるほどフラットな組織とピラミッド型の組織の所要時間の差は小さくなっていく。

この点からは, 電話連絡による場合にはピラミッド型の組織が有利であり, 電子メールによる場合にはフラットな組織の方が有利であると考えられる。この事実は, CALS が進展すると組織のフラット化が進むということを暗示している。

(4) 情報伝達時のエラー発生率

電話を利用する場合と電子メールを利用する場合で, 情報伝達時のエラーの発生確率は異なる可能性がある。エラーには, 言い間違いと聞き間違いがあるが, 電話の場合には情報伝達をするたびに双方が起きる可能性と起きない可能性があるが, 電子メールの場合には, 発信側で 1 度エラーが起きると, その直接の部下には全員に誤った情報が伝えられることになる。しかし, 情報発信の回数は少なくなるので, ここでは, 平均的にはどちら

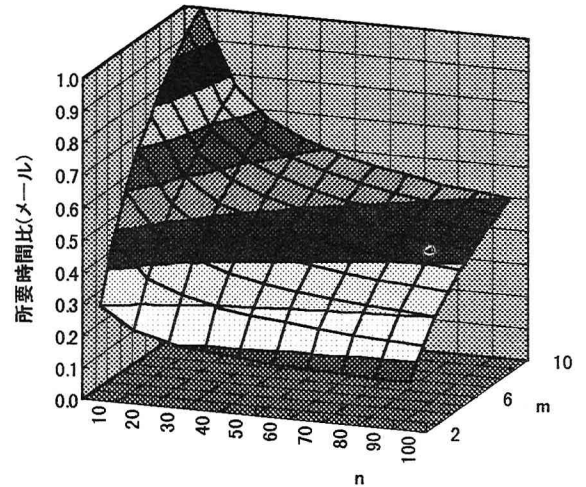


図-5 情報伝達所要時間比(メール)

もエラーの生じる確率は変わらず, 先に決めたように p_e であるとする。したがって, エラーの発生確率については, 電話による場合と電子メールによる場合を区別せずに取り扱う。

フラットな組織の場合には, 情報は, レベル 0 の人から最下位レベルの n 人にすべて直接伝達される。したがって, 情報伝達は, n 回なされ, エラーが発生する確率は, 次式(15)のようになる。

$$1 - (1 - p_e)^n \quad (15)$$

一方, ピラミッド型の組織の場合には, レベル 0 の人から最下位の人まで情報が伝達されるまでには, $\sum m^i$ 回だけ必要であるから, 全過程でエラーの生じる確率は, 次式(16)のようになる。

$$1 - (1 - p_e)^{\frac{m \cdot (n-1)}{(m-1)}} \quad (16)$$

したがって, 両タイプの組織で最上位の人から最下位の人まで情報が伝達された時にエラーが生じる確率の比は, 次式(17)のようになる。

$$\frac{1 - (1 - p_e)^n}{1 - (1 - p_e)^{\frac{m \cdot (n-1)}{(m-1)}}} \quad (17)$$

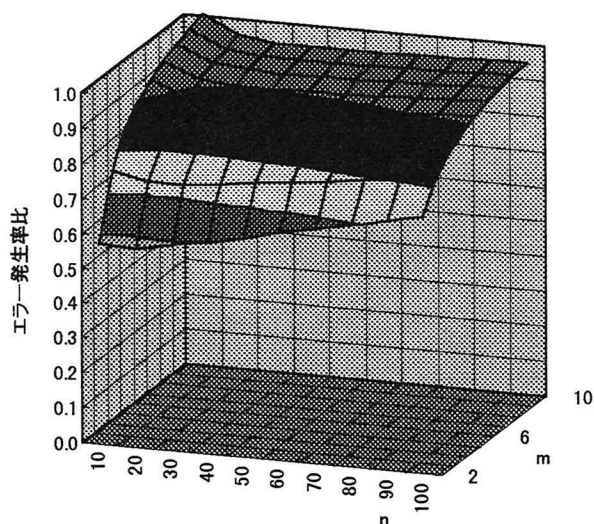


図-6 エラー発生率比($p_e=0.01$)

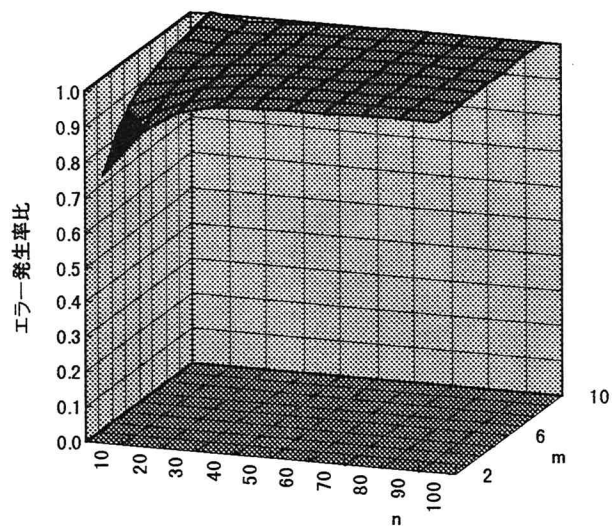


図-7 エラー発生率比($p_e=0.1$)

両タイプのエラー発生率の比を、 n を10から100まで、 m を2から10まで変化させたときについて、エラーの生じる確率0.1と0.01について図示したものが、図-6、7である。

これによれば、この比は、 m が一定で、 n が変化した時、ある n の値で最小値を取る。たとえば、 $p_e=0.01$ で $m=3$ の場合には、 $n \div 21$ のときに、最小値を取る。

この比が最小値を取る時の n の値は、上式(17)を n で微分して0とおいて、解けば求められる。 $m=3$ 以上になったときには、一般式は非常に複雑になるので、 $m=2$ の場合を示せば、次式(18)のようになる(図8)。

$$\frac{\log(1 - \sqrt{2 \cdot p - p^2})}{\log(1 - p)} \quad (18)$$

なお、 n が ∞ になった場合には、両タイプの組織でエラーの生じる確率の比は1に漸近する。このことから、情報伝達時のエラーの生じる確率に関しても、フラットな組織の方が有利であるといえる。

4. 結論と今後の課題

CALS/ECが進展すると、1人の人が取り

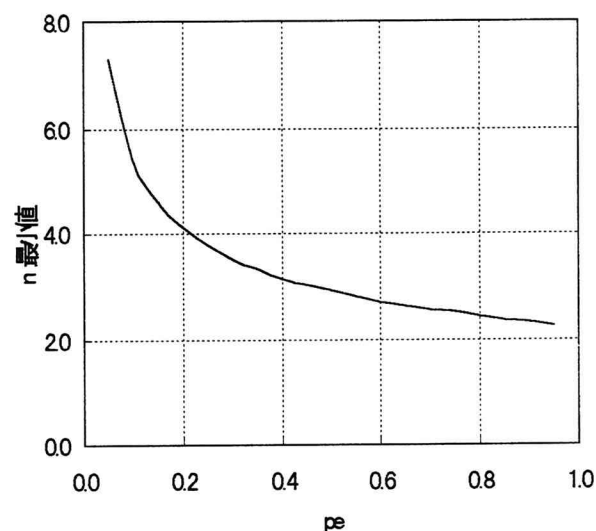


図-8 エラー発生率最少の n

扱えるスパンが拡大し、フラットな組織の適用範囲が大きくなるといわれている。本論文では、フラットな組織とピラミッド型の組織をモデル化し、組織に必要な人数、情報取扱量、情報伝達所要時間、情報伝達時のエラー発生率について、定量的な比較を行った。その結果、1人の人の情報取扱量および電話連絡をする場合の連絡所要時間以外については、基本的にフラットな組織の方が有利であることが、判明した。

今後、本論文では、いくつかの確率について仮定した数値により検討しているが、現場におけるこれらの数値を求めることが必要である。また、

比較する指標を増やすことも、必要である。

5. おわりに

フラットな組織では、だれでもできるような業務についてはコスト面などでの競争が激しくなり、各個人、各企業ともその人でなければできないという得意な分野がなければ、生き残れないといわれている。大変なことであるが、フラットな組織の有利性を見ると、CALS/EC の進展とともにいずれその方向に行かざるをえないと考えられる。建設業界がこの問題を克服して行くことを祈念する。

なお、本研究の一部は、文部省科学研究費補助金基盤研究A（課題番号10305038）を受けて行ったものである。

参考文献

1) 島崎敏一, "建設 CALS/EC のニューパラダイム

-97 年の軌跡と 98 年の展望", 橋梁, 1998 年 1 月, Vol.34, No.1, pp.43-45.

- 2) 建設省, 建設 CALS/EC 整備基本構想, 1996 年 4 月.
- 3) 建設マネジメント委員会マネジメント技術小委員会, 建設 CALS 概念分科会研究報告書, 土木学会, 平成 9 年 5 月.
- 4) 日本土木工業協会公共工事委員会 CALS 検討ワーキンググループ, 建設 CALS 入門, 日経 BP 社, 1998 年 6 月.
- 5) 馬場敬三, 建設マネジメント, pp.43-44, コロナ社, 1996.
- 6) 大浦勇三, ナレッジ・マネジメント革命, p.169, 東洋経済新報社, 1998.
- 7) 島崎敏一, "CALS/EC による連絡所要時間短縮効果", 建設マネジメント研究論文集, 土木学会, Vol.6, pp.11-18, 1998.12.09-10

Quantitative Comparison of Operational Performance between Flat and Pyramid-type Organization from Management View Points

Toshikazu SHIMAZAKI

In Japan, it is the most urgent and important issues to keep the clarity of the construction works contract and the reduction of the construction cost. In order to achieve this aims, Ministry of Construction, Japanese Government decided and announced to execute the public works using Construction CALS/EC system by 2004. It is generally said that the organization will be changed into flat one when the CALS/EC system is introduced. And further in the future, only an enterprise or a person who has a unique technology can survive in such flat organization. There are almost no researches, however, on the quantitative comparison between flat type and pyramid type organization. There may be various kinds of secondary influence of the introduction of CALS/EC system. This paper will analyzes the quantitative comparison on the number of members of the organization, burden of information handling, expected time of information transaction and the probability of the error in the process of information transaction.