

## 第五章 プロセス イノベーションの課題と対応

### 1. 大規模化した生産システムからの問題提起

人間が、自らの筋力を生かし、道具を利用して物作りをしていた活動の中に、機械を導入し、さらにこれを高度化して自動化を促進させていった。このような生産の場としての工場は、結果として大規模化し、そしてその活動は集中化した。

物作りの活動は、機械のもつ能力を生かすべく、大きくなり、分業化され、大量に見越し生産をして、画一的な製品を市場に送り出してきたのである。確かに 1960～1980 年の頃のわが国のように、コスト安く、「機能を果たすことができさえすればそれでよい」といった製品を人々が望んでいた時代はそれでも良かったかもしれない。しかし、市場が少しずつ成熟化し、人々が自分の好みに合った物を要求するようになって集中化された大規模な物作りの方式は、いろいろ限界が見られるようになった。

#### 大規模化した生産システムでは、しばしば：

- ・ 生産システムに関与する人々が外部の変化に鈍感になる。
- ・ 設備レイアウト、組織のフレキシビリティに欠ける。
- ・ 大きいというだけで、関係者がそのシステムが破綻するはずないという安心感に浸る。
- ・ 新しく行動を起こす意思決定に時間を要す。
- ・ そこで働いている人々が、自分の属しているシステムの構造を理解できない。
- ・ 各部門の方針を一貫させるのが難しい。
- ・ 高効率を狙って導入された分業化が組織間に壁を作る。
- ・ 人々から仕事の達成感を奪い、働く意欲を減退させる。

### 集中化生産システムでは、しばしば：

- ・ 消費者までの輸送リードタイムに時間がかかる。
- ・ 多様化する消費者の生の声が生産システムに伝わりにくい。
- ・ 努力しないと遠隔地の消費者にその製品や企業を知ってもらうことができない。

### 高度化システムすなわち機械化、情報化、徹底したマニュアル化の進んだ生産システムでは、しばしば：

- ・ 人々はルールがないと行動できなくなる。
- ・ 自分で感じ、考え、行動するという習慣がなくなる。
- ・ 仕事がシステムによって強制され、面白くないと感ずるようになる。
- ・ 自ら成長していくという努力が見られなくなる。

従来からの大量にまとめて画一的な製品を作り、コストを下げて、大勢の人々のためになるといった生産システムのメリットが、上に述べたようなデメリットによって、覆い隠されてしまった。それは大規模化した生産システムという範囲に止まらず、ビジネスに関係する企業の規模そのものについてもいえることではあった。それに気付いた企業が 1990 年頃から、何とかこの路線から逃げる努力を始めた。いくつかの事例を挙げると、カンパニー制、分社化、小さなフレキシブルなプロセスの開発というのがそれであった。

### **ビール製造の例**

消費地に立地しているといいながらもビールの製造工場は大規模であった。そこから大量に画一化されたビールを市場に供給してきた。これが環境の変化とともに、上に述べたような限界が感じられるようになった。あるいはそのような限界が製造業者に漠然とした不自由さと不安を感じさせた。

わが国の各社はこぞってミニブルワリーの開発に乗り出した。欧米でのミニブルワリーは成功を収めており、これは伝統的な製法で大手

メーカーと品質の差別化をし、流行に敏感な人をターゲットにしている。その成功の要因として、マーケットの多様化、個性化志向に合わせたビールの提供、起業家精神の旺盛な経営者の参入などが挙げられている。

わが国では酒税法の関係で図表 5-1 のようにかつてはすべてのミニブルワリーは既存の工場内でのみ施行されていたが、1994 年の酒税法改正で最低醸造量が従来の年間 2000 千<sub>ロ</sub>リットルから 60 千<sub>ロ</sub>リットルに引き下げられた結果、ミニブルワリーでのビールは規制緩和の波に乗って一気に地ビールとして市場に登場し、愛飲家たちに歓迎されている。

当初、キリンの京都ミニブルワリーは、その目的を「ビールの味の多様性に対して、伝統の味・新しい味・珍しい味の新品を数多く開発・生産し、ビールを飲む楽しみと情報をお客様に提供する」としていた。設備の特徴としては、

図表 5-1 日本のミニブルワリーの発祥

設置時期	場 所	仕込規模	備 考
1988 年 7 月	キリン京都工場	10 千 <sub>ロ</sub> リットル	
1989 年 4 月	サントリー武蔵野工場	5 千 <sub>ロ</sub> リットル	
1989 年 4 月	横浜博・麒麟山手工場	1 千 <sub>ロ</sub> リットル	ただし限定免許で横浜博期間のみ
1990 年 5 月	サッポロ静岡工場	5 千 <sub>ロ</sub> リットル	ただしこの当時商業生産の実績なし
1991 年春	キリン新横浜工場	1 千 <sub>ロ</sub> リットル	

- ・ 原材料処理からろ過まですべて備えた醸造工場
- ・ 多品種製造のため、独自の酵母培養設備
- ・ 商業生産に十分な、発酵・貯蔵能力
- ・ 工程は自動・手動折衷で制御
- ・ 主要工程をワンフロアで見学できるレイアウト

・つくりたての樽生ビールを味わえるゲストコーナー

を挙げていた。これらが先に挙げた大規模生産システムの限界をカバーする特徴といえる。

最近の地ビールはビアホール内にミニブルワリーを持ち込んで、小売と製造を共通の空間で処理しようとしている。もうこうなると、生産、物的流通、使用支援といった活動の区別が従来の枠組みとは明らかに異なってきているといっておいたろう。生産された製品を輸送して消費者に届けるというのではなく、原料を輸送し、生産しつつ、消費するということであろう。写真業界におけるミニラボも同様の性格をもつといっておいた。プロセスイノベーションの例である。

### 縫製業の例

日本のアパレル産業は、人材不足、熟練作業員不足、労働時間の短縮、輸入品急増による低価格化、生産ロットの少量化・変量化といった多くの問題をかかえ、早急な対応に迫られていた。また、ニーズも個性化から個別化の時代へと移りつつあり、それに応え、個別連続生産システムへと移行する方向がでてきた。

アーバンファクトリーとは、作り手がファッションの感性を保てる都市圏に位置する工場のこと、SPS (shop production system) とは工場を販売店に隣接させてオーダーに即時対応させるシステムのことである。こうした動きが出てきた。

ブラザー工業はシステムサプライヤ&システムインテグレーターとして、企画・設計、製造、販売の三大機能を統括したSPSをイジュームと名付けて、1990年新宿の丸井にオープンした。サイズ(フィット製)、デザイン(ファッション性)に優位性をもたせれば、新市場開拓が可能であると判断し、イージーオーダーとオーダーメイドの隙間を狙ったものである。とくにリードタイムの極限圧縮を狙い、CAD/CAMから縫製へという垂直統合をすることによって、短サイクル化を実現した。その結果、納期は4時間~1.5日程度になった。生産能力は日産15着であった(その後、変化があったようだ)。

1996年9月から東レは、工場とブティックが一緒になったファッションファクトリーブティックを全国展開することになり、まず1号店を青山にオープンした。

ここでは客が洋服の好みのデザインや色、柄をコンピュータグラフィックスを利用して選ぶと、併設する工場がCADを駆使して製品を仕上げる。東レはこれを将来のファッションビジネスの種にしようと考えているのであろう。2000年時点で100店舗の展開を計画していた。

縫製業におけるこれらの動きも生産と物的流通（販売）の統合化例といえるだろう。

### パンの製造販売の例

小売店でパンを焼いて客に提供するといったシステムはすっかり定着してしまった。しかし、以前は機械を利用した巨大なパン工場が都市の郊外に位置して、ここから大量生産されたパンを消費者に送った。これでは新鮮なパンを人々が食べられるはずはない。

もし小売店のなかに小規模なパン焼き機械を設置するとすれば、この機械は多様な製品をつくりだすことができる機械であることが望まれる。レオン自動機による自動製パンラインは、多品種の製品を、重量に制限なく、同一のラインで自動生産するシステムである。しかも長さ10m弱のコンパクト化された機械である。こうした動きが小規模生産を可能にし、小売店舗内での生産を実現した。小さくなることによって伝統的な枠組みを超えて、流通と生産システムの融合の可能性が増大したといっていよい。

このようなケースに見る小規模な、そして同時に分散化した生産システムは提案され、いくつかの分野で試行されたものの、その後の環境の変化で、再びコスト削減の要求が強くなり、生存のためのM&Aや吸収、合併による大規模化指向しているように見える。これでは再び大規模・集中化・高度化システムの欠点を内包したシステムに戻ってしまう。そしてやがてはその限界が露呈してくるに違いない。実は

大きくなったように見えても、その企業努力は、大規模の中に細分化された分社、事業、セクターなどの部分をつくり、小規模な自律した集団の集まりの形成を促すことが望ましい。一方で起業によって奨励されているのも、小規模な分散化した自律集団の活性である。

まとめておこう。これからの生産システムは、顧客の要望を満たして、次のような対応を迫られることになる。この対応を実現するのがプロセス・イノベーションである。

図表 5-2 顧客の要望と対応

顧客の要望	企業の対応
よりよい物を そして、さらに他の人が持っていない物を いち早く 安価に手に入れて、 安心して使い続けたい	品質向上化 顧客ニーズ把握、多品種化、個別受注生産化 製造リード・タイム・納入リード・タイム極小化 コスト削減、フレキシブル化 徹底メンテナンス

本章では、このような対応策として、小規模・分散さらに加えて自律・協調生産システムをプロセスイノベーションの基本として提案する。

## 2 . 小規模・分散型生産システム

### ( 1 ) 顧客にとっての小規模・分散生産システム

図表 5-2 に見る様に、顧客の要望は小規模・分散生産システムによってどのように満たされるのか、以下に考慮しよう。

#### リードタイムの極小化

小規模な物作りの場（工場）を分散して立地すれば、消費地までの輸送リードタイムが短くなり、いち早く欲しいという顧客の要望を満

たすことになる。特に食品では良品質という新鮮さを維持するために、消費地に生産が密着していることが望ましい。

### **市場の声に敏感**

工場が市場に近くなり、生の声を生産に反映させやすくなる。材料を購入して料理を作り、客に提供するレストランは客の表情や態度を通して、ダイレクトに製品の評価を得ることができるし、感想を生産にフィードバックできる。これに対して大規模な集中型の工場は、顧客までの距離が遠くなり、ダイレクトに情報が入らず、時間がかかり、反応は鈍くならざるを得ない。分散化システムではクレームの対応やアフターサービスが密で、分散化しているから顧客の顔が見えるし、顧客は企業の中が見える。製品に不具合があっても、たらい回しにされるようなことはない。

### **( 2 ) 生産者側からの小規模・分散型生産の必要性**

#### **生産システムの管理（スケジューリングや作業管理）が楽になる**

小規模化すると、一般的には工場面積が小さくなる。すると工場中の動きが直接目でみやすくなる。直接目で見やすくなると、工場管理もしやすくなる。

#### **システムのメンテナンスが容易になる**

小規模化すると、全体がシンプルになり、機械設備も少なくなるであろうから、故障も少なくなり、故障時の対応も容易になるだろう。

#### **システムの新陳代謝を活発化できる**

小規模・分散型生産にすると小回りがきく。すなわちフレキシビリティが増す。したがって世の中の変化に対応しやすくなる。それによってシステムの新陳代謝を活発化することができる。計画を立てて、それを前提に製造を展開することが、今日、不確実性の時代となって難しくなっている。これに対応するのは小さなシステムである。セン

ス・レスポンス型のシステムでの解の一つである。

### **事故などによる危険の分散化**

地震などによる事故が発生したとき、大規模・集中生産では全滅する可能性がある。それに対して小規模・自律型生産システムでは、被害を軽減することができる。

### **人間性がシステムに埋没してしまうのを妨げる**

小規模生産システムにすると、顧客が見える、管理者が見えるということになり、全体が家族のようにまとまる。各人が役割を理解し、結果として従業員の士気を高めることができる。それによってすべての面にわたって斬新なアイデアを得る可能性が高まる。

### **輸送コストの削減**

生産が市場に密着していながら、輸送距離が短くなり、コストが削減できる。

以上が小規模・分散型生産システムの必要性であるが、このことは同時に小規模・分散型生産システムを行なうことによる長所でもある。

## **3 . 小規模・自律・分散・協調生産システム**

いかに小規模にして分散化を図っても、中央から動きを指示された通りに行動するのでは、小規模の意味は十分に達成できない。マクドナルドのような店舗においても、製品の開発、顧客への対応など、すべてが中央の指示通りに決まっていれば、分散化はしていても小規模の特徴は発揮できない。小規模を生かすのは、ここに自律性が導入された時である。

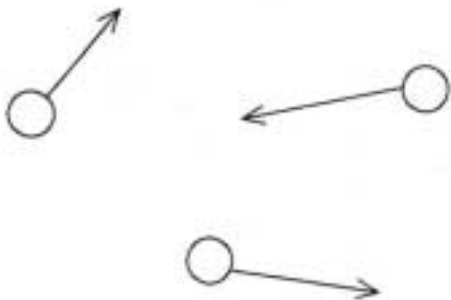


自律とは、自分の意思で行動することであり、その能力は、次のような特徴をもつ。

- 1．変化する環境を敏感に感知し、判断して、行動する。
- 2．緊急時（システムの故障、特急品の生産など）に自らが考えて対応する。
- 3．自己修復・成長能力をもつ。

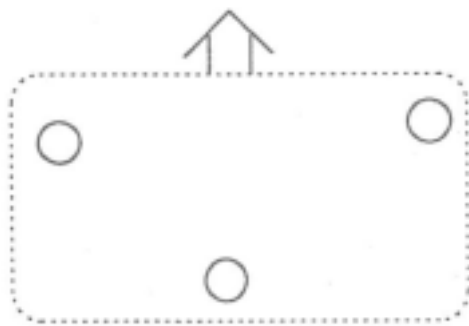
もっとも現実のシステムにおいて、完全に自律したシステムはありえない。図表 5-3、5-4、5-5、5-6 のように、全体最適との関わりで他のシステムとの協調が必要となる。協調とは他との情報を共有して全体にとって好ましい行動を採ることである。図表 5-7 以下は少し具体化した活動を示している。図表 5-7 は図 5-3 に相当する完全自律型といってよい。図表 5-8 は中央統制を意味するが、図表 5-9 は自律・協調型を示している。

図表 5-3



完全独立の例である。各システムが自己最適に向かうために、システム全体としての統制がとれない。まさに部分最適指向である。これだと他のシステムを侵害する

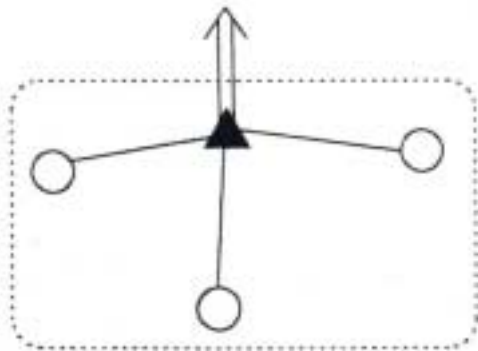
図表 5-4



システム全体の方向性を持たせることが出来る。各システムは部分最適を目指してはいるが、全体の方向を意識している。

- ・全体最適になるようにしたい。

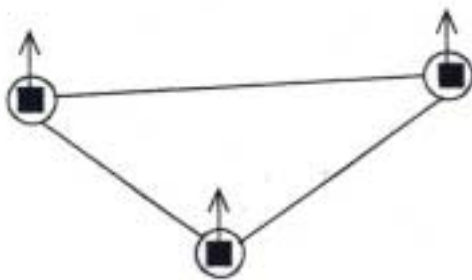
図表 5-5



統制機能を設けることにより全体最適に近づけることが容易になる。状況判断を統制機能に任せるために対応が遅れることもある。これだと自律とはいえない。

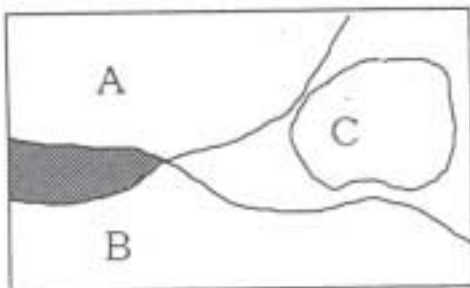
- ・ 変化する状況を迅速に判断し、決定したい。

図表 5-6



各システム間で情報伝達をできるようにする。枠及び統制機能の能力の一部をシステムの中に組込むようにする。情報を

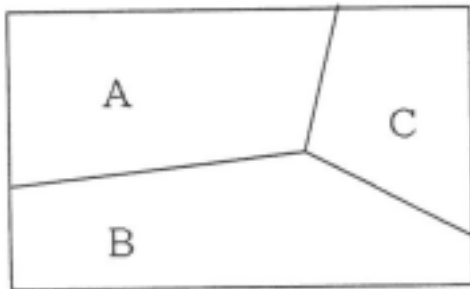
図表 5-7



ある地域に T 社が経営する 3 つの工場 A, B, C がある。これらの工場では同じ製品を生産していて、販売も各工場を中心として行っている。

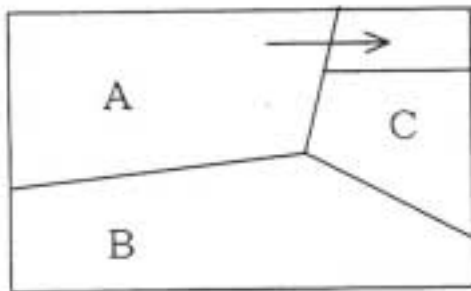
図表 5-7 は各工場が勝手に販売を行っている状態である。各工場が自己最適に向かうように製品を生産、販売するために、製品が供給されない地区や、供給過剰な地区（斜線部）が発生する。

図表 5-8



そこで T 社では、図表 5-8 のように各工場の生産能力にしたがって、販売地区を限定することにした。これで、その地域には製品がまんべんなく供給されるようになった。

図表 5-9



しかし、C 地区の製品需要が一時的に増加したために、C 工場の生産だけでは製品を供給することができなくなった。(図表 5-9)

そこで C 工場が T 社本社にその旨を報告すると、本社は A 工場に製品を C 地区に供給するよう要請した。

ところが、C 地区の住民から製品供給が遅過ぎるとクレームが出てきた。そして、C 工場は本社に連絡するのではなく、近隣工場に直接支援を頼んで、協力してもらい A, B 工場の納得の下に、迅速に製品供給を行えるようにした。

もちろん小規模・分散・自律・協調型生産システムの実用化にあたっては、資源の有限性、競合などの理由から、生産性を落とさないような配慮が必要である。それには、

全体の最適化

規模の経済性を引き続き

の追求が必要である。

## 全体の最適化

全体の最適化とは、小規模・分散・自律型生産工場をまとめた全体のシステム、最適化のことである。各小規模生産工場自体は小規模ゆえ、その管理は単純化する。しかし逆にそれらを合わせた全体の管理は複雑化する可能性が大きい。とくに全体の観点からみた最適化はかなり複雑になるのではないか。たとえば、全社的なコストはどのように管理していけばよいか。またそのコストの最小化が難しくなる。たとえば、原材料の購入はまとめ買いではなく、小口分散購入になっていくであろうが、そうすると全体最適化が難しくなる。全体最適にするにはどのような方式で購入すればよいか。その方法を探求するのが難しくなる。その難しさのもう1つは、各工場を自律化させている点にもある。つまり、意思決定権限を自律分散化している。一方で、全体を最適化するには、自律的な意思決定権限を放棄させなければならないことも生じるであろう。どのようなとき自律性を放棄させ、どのようにして全体最適を見いだすか、それが難しい。情報共有による信頼だけで全体最適を果たして誘導できるのか、そこにキーがある。

## 規模の経済性の追求

規模の経済性は、ここで提唱する小規模化と相反する。小規模・分散・自律化すればするほど一般的には規模の経済性は減少する。たとえば、原材料の購入、作業者の熟練化、設備の購入費、開発力などのノウハウや顧客などの情報、事務や労務管理などの間接費、工場間の融通性（作業者の融通、機械・設備の融通、資本の融通）など。

ただし、規模の経済性は、上で述べた全体の最適化とも関係がある。つまり、全体の最適化ができなければ規模の経済性は効果があがらない。

全体最適化および規模の経済性をいかにして高めていくかという問題は、「小規模・分散・自律システムをいかにして協調させていくか」という問題につながっていく。

以上を考慮すると、小規模・自律型生産システム化を導入することがきわめて有益である産業と、それほどでもない産業があることは確かである。しかし最近の技術進歩や文化の変化を考えると、結論的には総じて小規模・分散・自律・協調型生産システムに移行していくことが賢明であると考えられる。ただしもちろん、全体最適および規模の経済性をできるだけ損なうことなく小規模・分散・自律型生産システム化をプロセスイノベーションの基本として進めるべきである。ここで最近の技術進歩とは、情報システムの進歩である。情報システムを有効に使うことにより、全体最適および規模の経済性を損なうことを少なくし、小規模・分散・自律・協調化していくことが可能であると思われる。

## 4 . 自律・協調型作業の開発

### ( 1 ) 遊びの研究から仕事を見直す

本来、労働はシステムの一環として目的を明確にもつものに対して、遊びはいつでもその場からの離脱が可能であり、無目的だ。だから遊びと労働を同じように扱うことはできないという人々が多い。また欧米の人は簡単に、仕事はもともとつらいものだ。だから労働時間を短縮して、あとはレジャー時間を機械に拘束されず、気ままに過ごすのだという。しかしわれわれは違った見方をした。遊びの要素を仕事のなかにもち込んでみようと考えた。

すでに遊びについては多くの研究がなされているが、これを仕事に応用しようという研究成果は殆どない。

われわれは基礎的な文献調査からスタートして、さまざまな遊びを対象に、その遊びの何がわれわれを惹きつけるのかを調査し、遊びの要素としての 28 要素を図表 5-10 のように抽出した。

図表 5-10 現在の仕事を楽しい仕事という観点から見たときの遊び要素の項目

28 遊び要素	質問項目
1. 運動	作業姿勢、動作、運動量が健康の維持増進に役立っている。
2. 人との接触	複数の人間と一緒に会話し、協力しながら行われている
3. 変化	作業がつねに同じではなく、変化がある。
4. 報酬	成功することによって、報酬が与えられる。
5. 社会貢献	社会に貢献していると思う。
6. 比較可能性	自分と他人の能力が容易に比較できる。
7. フェア	仕事の成果の評価、分担などが公平である。
8. 思考	頭を使う（作業が単調ではなく考えて行う）必要がある。
9. 他人への感動	人に感動を与えたり驚かせたり、楽しい気分させる。
10. ストレス発散	ストレスが残らないよう工夫されている。
11. 能力	特別な能力を必要とする。（技術的能、計算能力など）
12. 向上	仕事を通じて能力が上がったり、自分が成長できる。
13. プレッシャーがない	失敗が許される。
14. 創造	何かを作り上げていると実感できる。
15. 不確実性	自分のとった行動によって、成功したり失敗したりいろいろな結果がえられる。
16. 自由	手順、方法、労働時間などに関して厳しい拘束がなく、ルールに縛られず、自由である。
17. 競争	職場内で仕事の量、正確さなどを競争している。
18. 美しき	美しいものや自分の好きなものなどに接している。
19. おかしさ	面白いと感じたり愉快的気持ちになったりする。
20. リラックス	気分が解放されてすっきりした気持ちになったりする
21. 自分の判断	自分で目標を決めたり判断したりできる。
22. 優越感	同僚に比べて優れていると感じる。
23. 達成感	達成した満足感がえられる。
24. 模擬	工作中的の自分の雰囲気や性格が、普段とは違うと感じる。
25. 挑戦	仕事上の目標に向かって挑戦している。
26. 目眩	スリルを感じる。
27. 緊張感	緊張感がある。
28. 成果がすぐにわかる	仕事の成果がすぐにわかる。

## (2) 自律・協調作業

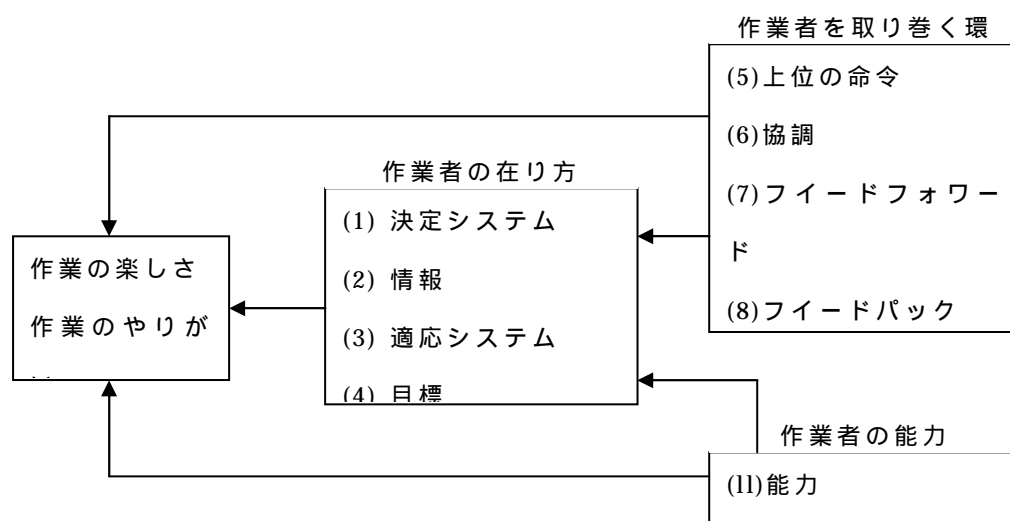
遊び要素の解析をへて魅力的な作業の開発に携わってみると、遊び要素のなかで、自律的な作業というまとまりができていたことに気づいた。遊びにおいて重視される項目、人との接触、ルールの自由さ、自分の判断などがそれである。自律的な作業はシステムではあるが一方において機械によって拘束されていた人間としての作業者を解放する方向でもある。そして仲間との協調が必要となる。ある枠のなかで展開されるこれからの自律・協調作業について考察するのが本節の目的である。

### 自律・協調作業のモデル

作業者を取り巻いている作業の環境と作業者の能力が、作業者の在り方に関係するとして、それに属する項目（モデル要素）が作業の楽しさ、やりがい、自律性の認知に影響を与えていると仮定し、モデル化したものを図表 5-11 のように定めた。

モデル要素は図表 5-12 のように 29 個に細分し、それに番号をつけた。これを自律・協調要素、略して単に要素と呼ぶことにする。

図表 5-11 自律・協調作業のモデル



## 自律・協調作業の調査

図表 5-12 をもとに自律・協調モデルに関する 29 項目（自律・協調要素）と作業の楽しさ、作業のやりがい、自律性の認知について 5 段階評価形式アンケートを作成した。

調査対象は研究開発、システムエンジニアリング、製造作業であり、120 人を対象にした。

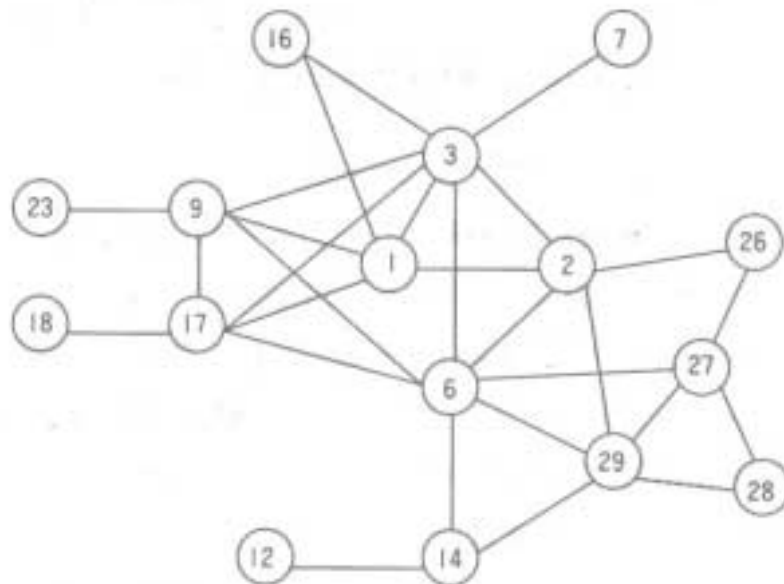
図表 5-12 自律・協調要素とそれに対応する説明

	モデル要素	モデルの要素に対する具体的な説明	番号
作業者の在り方	(1) 決定システム	作業をするときに、自分で考えて行う。	1
	(2) 情報	自分で必要な情報を決めて、集めている。	2
	(3) 適応システム	自分で作業方法・作業手順を変更することがある 作業を通じて、自分の能力があがり成長できる。 カン・コツが廉かれる。	3 4 5
	(4) 目標	自分で作業の目標を設定できる。	6
作業を取り巻く環境	(5) 上位の命令	作業は指示されるとおりに行う。 作業指示の内容は細かい。 作業指示の内容を自分で変更ができる。 作業指示の回数は多い。 分からないことがあったら上司に聞く。	7 8 9 10 11
	(6) 協調	他の人と協力しながら作業をする。 わからないことがあったら近くにいる仲間に聞く。 他の人の作業状況を知っている。	12 13 14
	(7) フィードバック	予測して作業を行う必要がある。	15
	(8) フィードバック	自分の作業の結果がわかり、それを次の作業に生かせる	16

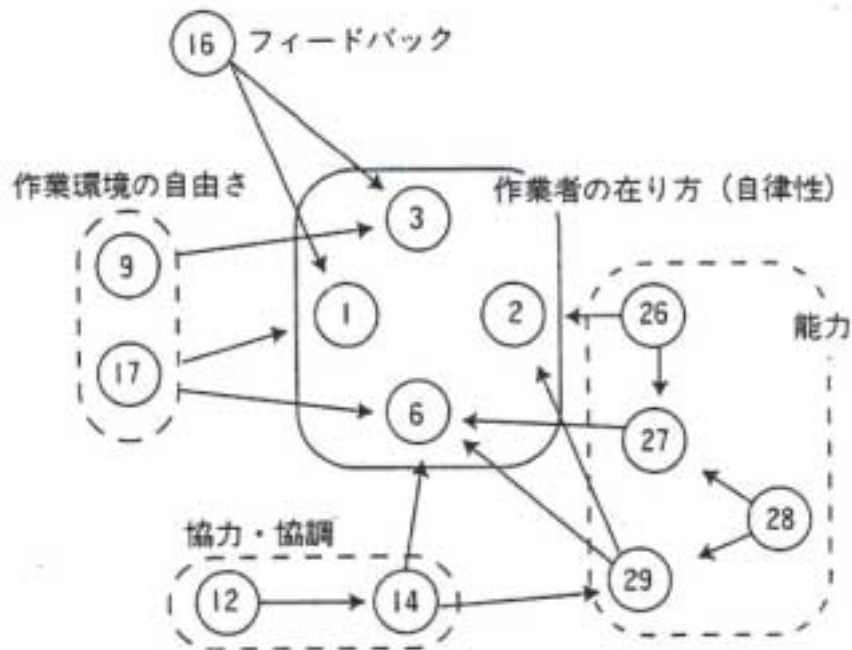


	(9) 環境	作業環境が自由で、作業内容・作業手順・作業時間などを自分で決めることができる。 作業に変化がある。 近くに相談できる上司がいる。 近くに相談できる仲間がいる。 上下関係がきびしい。 特定の工程をまかされている。 さまざまな工程の作業をまかされる。 自分一人で作業をする。	17 18 19 20 21 22 23 24
	(10) 外乱	予期せぬ出来事（故障・事故・スケジュール変更など）がよく起こる。	25
	作業者の能力	(11) 能力 さまざまな種類の作業をこなせる。 自信をもって作業を行っている。 自分の作業が何のためにあるのか知っている。 自分の作業の次の工手呈のことを考えて作業を行っている。	26 27 28 29

図表 5-13 作業者の自律・協調要素の因果関係



図表 5-14 自律・協調要素の相互関連図



1. 作業をするときに、自分で考えて行う。(作業者の思考)
2. 自分で必要な情報を決めて、集めている。(情報収集)
3. 自分で作業方法、作業手順を変更することがある。(作業変更)
6. 自分で作業の目標を設定できる。(目標設定)
9. 作業指示の内容を自分で変更ができる。(指示内容の変更可)
12. 他の人と協力しながら作業をする。(協力作業)
14. 他の人の作業状況を知っている。(他人の作業状況の把握)
16. 自分の作業の結果がわかり、それを次の作業に生かせる。(フィードバック)
17. 作業環境が自由で、作業内容・作業手順・作業時間などを自分で決めることができる。(作業環境の自由さ)
26. さまざまな種類の作業をこなせる。(多能工)
27. 自信をもって作業を行っている。(作業者の自信)
28. 自分の作業が何のためにあるのか知っている。(自分の作業の認識)
29. 自分の作業の次の工程のことを考えて作業を行っている。(次工程作業の認識)

## 自律協調に関する因果関係

図表 5-13 は作業者を取り巻く環境、作業者の能力と作業者の在り方の諸要素間の関係について、相関係数 0.4 以上の関係を抜き出して要素の因果関係を示した。図中の番号は、要素の番号である。

図表 5-13 はすべての相関関係を示しているが、複雑に交錯して理解しにくい。そこで無駄な作業を省き、相互に相関の強い項目で、一方の項目が他の項目に影響を与えていると思われる関係のある項目を抜き出し、項目のもつ意味の近いものを枠でくくり、図表 5-14 に、整理された要素の相互関連図として示す。矢印は、影響を与えている方向を示す。

この図を説明すると次のようになる。

作業者の在り方（自律性）に影響を与えている要素は、環境の自由さ・協調・フィードバック・作業者の能力であるが、それらの要素間にも影響関係がみられる。

16 1・3

「フィードバック」は「作業者の思考」と「作業変更」に影響を与えている。

9・17 1・3・6

「指示内容の変更可」と「作業環境の自由さ」はともに「作業環境が自由」を表していると考える。「作業環境が自由」は「作業者の思考」・「作業変更」・「目標設定」に影響を与えている。

12 14 6・29、29 2・6

「協力作業」は「他人の作業状況の把握」に影響を与え、さらにそれは「目標設定」と「次工程作業の認識」に影響を与えている。また、「次工程作業の認識」も「情報収集」・「目標設定」に影響を与えている。

26 2、26 27 6

「多能工」は「情報収集」に影響を与えている。また、「多能工」は「作業者の自信」に影響を与え、さらに「作業者の自信」は「目標設定」にも影響を与えている。

28 27、28 29 2・6

「自分の作業の認識」は「作業者の自信」に影響を与え、さらにそれは「目標設定」に影響を与える。また、「自分の作業の認識」は「次工程作業の認識」に影響を与え、さらに「次工程作業の認識」は「情報収集」・「目標設定」に影響を与える。

ここで影響はすべて正の相関となっているために、影響を与える要素の質を高めれば、影響を受けている要素の質も高まると考えることができる。

例えば、9・17 1・3・6 の関係を試してみる。

「作業環境の自由さを増すことにより、作業者は自分の考えで行動する機会が多くなる。また、作業方法・作業手順の変更や、作業目標の設定を行えるようになる。」

図表 5-14 の周辺にある要素の質を高めると次の要素に影響を与え、最終的には作業者の在り方（自律性）に影響を及ぼすことになる。この因果連鎖図に挙げられている要素は、すべて作業者の自律性に強い影響を与えている。それゆえ、ここに挙げられている要素すべての質を上げることができれば、作業者の自律性に大きな影響を与えることができる。この因果連鎖図により、どの要素を高めれば、作業者の自律性に効果的に影響を与えることができるのか推測することができる。

### 自律・協調と仕事の魅力の解析

図表 5-12 の自律・協調要素のアンケート項目（1-29）にたいして主成分分析を行った。その目的は要素と現実作業との関連の理解および作業の魅力の解析のためである。ここでは二つの主成分をとりあげた。その主成分を特徴づける要素を以下に挙げる。

#### 第1主成分

「28．自分の作業が何のためにあるのか知っている。」

「1．作業をするときに、自分で考えて行う。」

「2．自分で必要な情報を決めて、集めている。」

「27．自信をもって作業を行っている。」

「6．自分で作業の目標を設定できる。」

「14．他の人の作業状況を知っている。」

「3．自分で作業方法・作業手順を変更することがある。」

#### 第2主成分

「11．わからないことがあったら上司に聞く。」

「19．近くに相談できる上司がいる。」

「7．作業は指示されるとおりに行う。」

「13．わからないことがあったら近くにいる仲間に聞く。」

「20．近くに相談できる仲間がいる。」

「12．他の人と協力しながら作業をする。」

各主成分を構成している項目から、第1主成分は「自律」を、第2主成分は「協調」を表していると考えることができる。

また、第1主成分と第2主成分を直交した軸にとり、作業者の特性を平面上に表すことができる。つまり、自律と協調という2軸によって構成される四つの象限の平面上に、作業者をプロットした。

第1象限：自律性が高く、協調性が高い作業をしている作業者

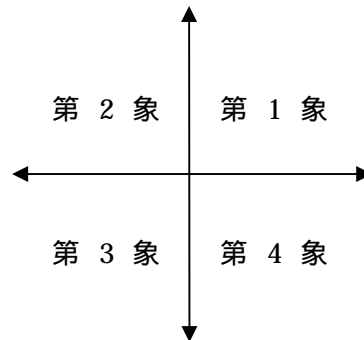
第2象限：自律性が高く、協調性が低い作業をしている作業者

第3象限：自律性が低く、協調性が低い作業をしている作業者

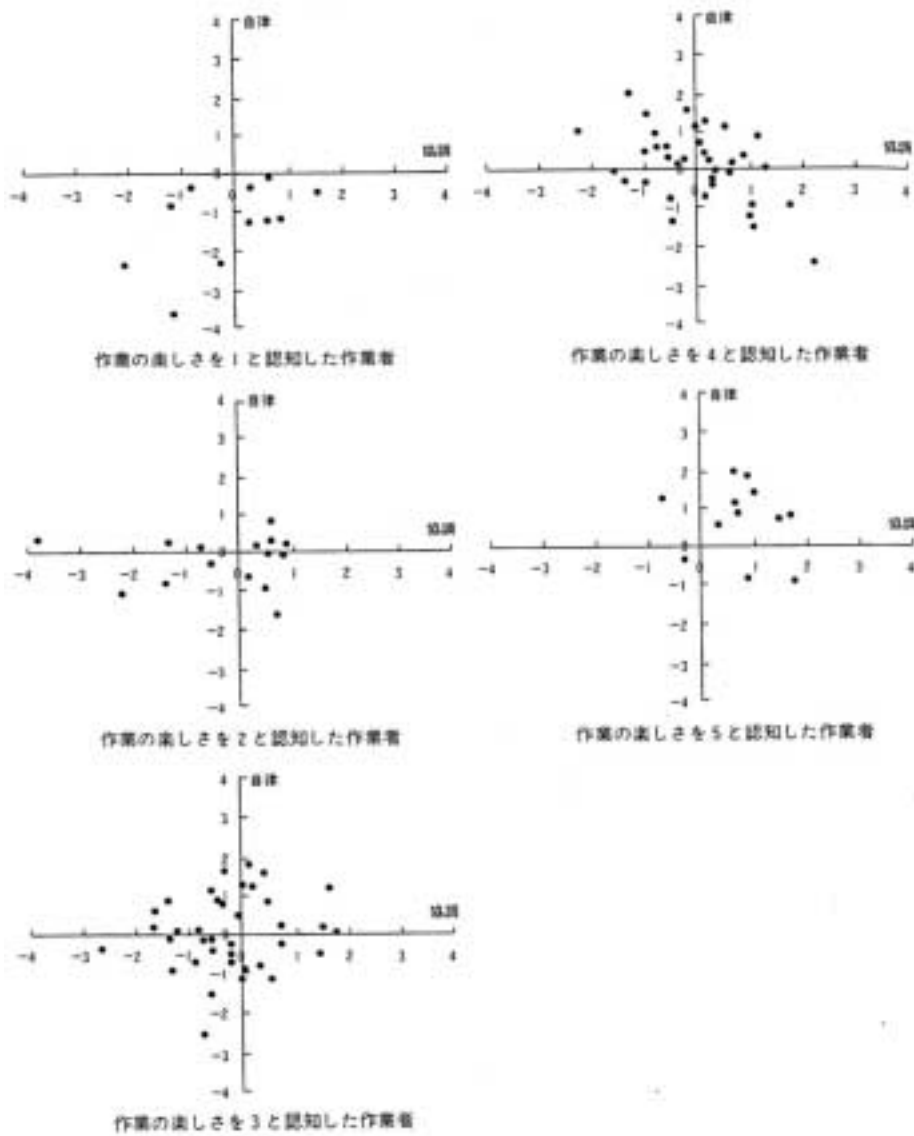
第4象限：自律性が低く、協調性が高い作業をしている作業者

解析対象の属性を作業内容、年齢、性別、職務としてとらえ、各属性によってグループ分けされた作業者が、どの象限に多く分布しているかによって、そのグループの特性を推測することができる。これを自律・協調特性図とした。そこで、作業者を属性によってグループ分けし、そのグループの特性をみることにする。ここでは作業の楽しさについて考察する。

図表 5-15 自律・協調要素に関する主成分分析の四つの象限



図表 5-16 作業の楽しさの認知と自律・協調特性



作業のやりがいについての分布図は省略するが、それは図表 5-16 の楽しさについての分布図と極めて類似している。図表 5-16 のように楽しさの認知の度合いが高まるにつれて、作業者のプロットが第 3、第 4 象限から第 2 第 4 象限へ、そして第 1 象限へと移行していると捉えることができる。自律性、協調性が高いと感じている作業の方が仕事が楽しく、またやりがいがあると感じる傾向がある。いいかえると作業者に自律性、協調性をもたせることが、作業そのものの魅力を高めるという結果である。もちろん、これを全体の中でどう整合させるかという問題があることは確かである。

## 5 . プロセスイノベーションのケースとしてのサプライチェーンマネジメント

情報を駆使して、原料調達から材料製造、部品製造、製品製造、販売、物的流通、使用支援、回収 / 廃棄と一貫した物の流れ全体を視野におさめて、自律した企業が協調して顧客に製品供給およびサービスを提供する活動をサプライチェーンマネジメント (Supply Chain Management) と呼ぶ。これはロジスティクスにさらに環境重視、自律した企業の連携といった特徴を活用して SCM といっておく。自律した企業の協調、情報の駆使、顧客基点、全体最適という点で SCM はまさに、プロセスイノベーションの典型としてのシステムモデルである。そのケースを次にまとめた。

### サプライチェーンマネジメントによる自律、分散、協調システムの生成

サプライチェーンマネジメントにおいては、自律性のある企業が、情報を駆使し、共有し、協調して、顧客満足の継続的な向上を実現するための全体最適をめざして、共同で活動する。この結果、自律、分散、協調システムが自然に形成される。

ここでサプライチェーンマネジメントを実践することにより、小規模、自律、分散、協調システムを形成している事例を取り上げるが、この小規模、自律、分散、協調システムが生まれるまでの過程には、対極的な二つのケースがある。このケース紹介では、これまでに述べてきた、大規模、統制、統合システムが、それに生じた弊害を克服することを目指して再構築する、小規模、自律、分散、協調システムではなく、これと対極的なシステムを取り上げる。

### 生産システムの進化の過程

もともと、人が生産活動を始めた原始的な時代には、その生産は小規模であり、自律的であり、分散していた。しかし、他者または他グループとの共同や協調は乏しく、全体としてのシステムの連携に欠けていた。人々は、このような中で、システムの、協調的な生産の実現に努力を重ねてきた。商品と作業の標準化をすすめて、生産を自動化し、集中・統合化を進め、管理体制を整備していた。また、さらに、その効果を増大させるために、生産の大規模化が進められた。

このような、大規模化、集中化、機械化、徹底したマニュアル化などにより、統合的に良く管理され整然とした生産が実現したが、反面、本章の最初に述べたように、外部の変化に対する対応の鈍化や、意志決定の遅い体質、組織内の壁の生成による全体的な視点の欠如、労働者の意欲の減退などが起こり、顧客の姿を見失い、自主的に改善し進化していく力を失っていくと言う弊害が目立つようになった。このような弊害のない体制をどのようにして再構築して行けばよいかと言うのが、本章のこれまでの課題であった。すなわち、そのために、かつて、そうであったような小規模、自律、分散への回帰が、重要な課題として浮かび上がってきたのである。

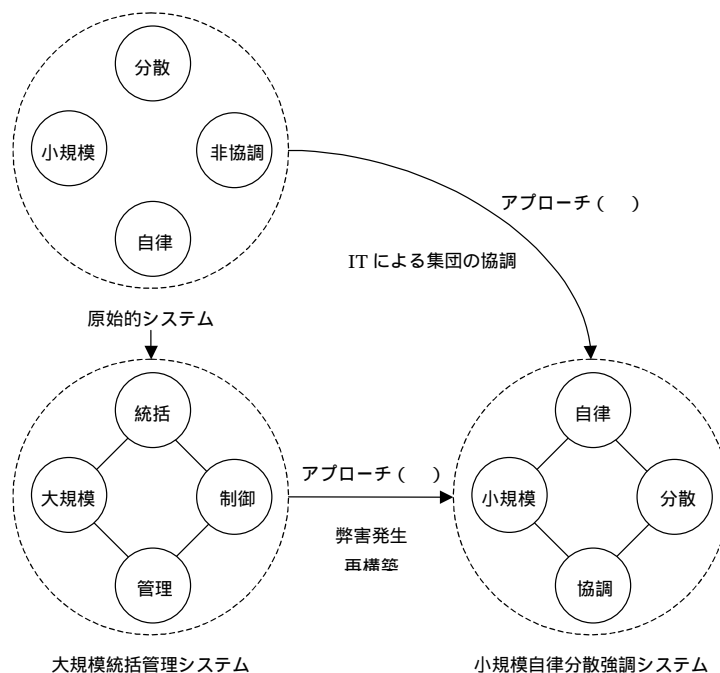
### もう一つの小規模、自律、分散、協調システム

しかし、もう一つ対極的な、小規模、自律、分散、協調システムがある。すなわち、小規模、自律、分散、非協調システムの協調システ



ム化である。ここでは、もともと、自律的であったものを、そのまま自律性を保ち、分散的であったものを、そのまま分散させたまま保持し、非協調的であったシステムを協調させる。しかし、ここでは、の自律の内容も、原始的な生産における自律とは、その内容が異なっており、分散もその内容は変化している。さらに協調も、新しい視点における協調である。これまでは、このように、小規模、自律、分散のままで、協調生産とすることは困難であったが、高度情報化社会において、IT技術や情報通信のインフラストラクチャーの整備が、これを可能にした。すなわち、これは、全く新しいタイプの協調である。ここでは、その事例を紹介し、その上で、これらの新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムについて論じてみよう。

図表 5-17 小規模、自律、分散、協調システムへの2つのアプローチ



**小規模、自律、分散、非協調システムの代表、建築生産システム**

建築物を建設する建築生産システムは、典型的な個別設計個別受注生産の生産形態をとる生産システムである。その生産対象物が、敷地に固定されて建設され、建築物は巨大で多様であることから、製造業

において工場内で行われてきた合理化は、なかなか実現されなかった。建築生産の工業化が叫ばれ、工業生産技術の建築生産への導入の努力は重ねられてきたが、実現できたのは、その一部であった。したがって、本章でとりあげる、生産の大規模化、集中化、機械化、徹底したマニュアル化は、必ずしも進展していない。すなわち、建築生産の多くは小規模であり、各プロジェクト（建設現場）ごと自律しており、分散しており、サプライチェーン上の企業間やプロジェクト（建設現場）間での協調はほとんど行われないう非協調システムであった。

これが高度情報化社会の中で、ITを高度に利用して、協調生産をおこなう集団が現れたのである。この集団は、小規模の企業または個人が、インターネットとイントラネットで結ばれ、自律性を保持し分散状態のまま、見事に協調している。すなわち、新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムを形成している。

### **新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムのケース**

次に、この新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムを紹介してみよう。

#### **（１）小規模、自律、分散、協調システムの実践**

##### **バーチャルエンタープライズ**

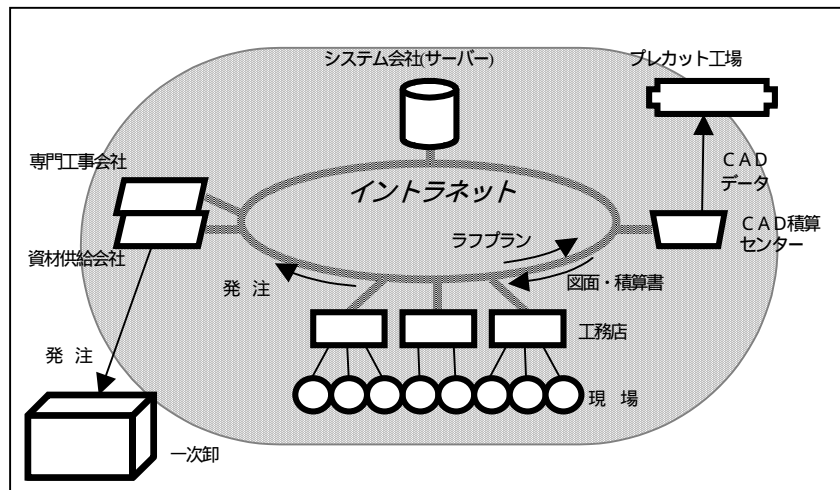
この注目される新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムのケースは、サプライチェーンマネジメントによる改革が、最もおこなわれていると考えられていた産業の中で発見された。その産業とは、コンピュータネットワークで結ばれ住宅を建設する住宅産業である。ここでケースとして取り上げる『鹿児島建築市場』とよばれる企業集団は、鹿児島県で、木造住宅を建設する企業等の約160社のグループであり、グループ企業間をインターネットとイントラネットで結び、新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムを具体的に実現している。

このグループ内では、様々な業務処理の方法で整理がなされており、グループとして実際は一つの企業ではないが、一つの企業以上に連携が取れており、コンピュータネットワークで結ばれた『バーチャルエンタープライズ』をなしている。また、メーカーから建設現場にいたる物の流れと、設計から部材製造・施工にいたる電子データの流れが整然としており、顧客満足の獲得をめざして、企業間で情報を共有し全体最適のために協調して動き、そのサプライチェーン間の無駄を最小化して地球環境との共生をすすめる、サプライチェーンマネジメントによる合理化が進展している。

### 鹿児島建築市場の組織構成

鹿児島建築市場は、システム会社、工務店、建設現場、資材供給会社・専門工事業、CAD積算センター、プレカット工場の6つの要素から構成されている。図表5-18に、この組織構成を示す。

図表 5-18 鹿児島建築市場の組織構成



## 鹿児島建築市場の実践

次に、この鹿児島建築市場が、既に実施している小規模、自律、分散、協調システムをそのプロセスに沿って追ってみよう。

### 設計CADの共用

建設業では夥しい多種類のCADが用いられている。CADデータは後で述べるように積算、調達、製造（工場）、施工（現場）、配送等に有効に利用できる宝の山であるが、多種類のCAD（言い換えれば、このCADの間のデータの互換性の欠如）が、このデータを後の工程で使用する場合の障害となっている。現在、産学官共同で異機種CADデータの交換の努力が重ねられているが、なかなか解決できない根の深い問題となっている。ところが、鹿児島建築市場では、イントラネットでつながれた各社が、共通のCADセンターに依頼して一種類のCADを使用し設計図を作成しており、この統一化を簡単に実現している。差別化して競争するための道具であった自社のCADを捨てて共用に踏み切ったことが、この協調生産の最初の第一歩であった。

## 部品の整理と標準化

### 部品の整理

グループ内の部品の整理がすでに完了している。資材や部品の整理と標準化も、建設業界にとって重要なことと認識されていながら、なかなか解決できずに残されてきた重大な課題であった。しかし、鹿児島建築市場では、これが解決し、共通の資材と部品がグループの全企業の中で流通している。

### 市場品の使用

ゼネコンが施工するオフィス、マンション建築等では、建材・部品は、その都度設計図を書いて、これに基づいて作る製作物が多い。製作物は設計の自由度は大きいですが、市販されている建材・部品と比べると工場の製造ラインの自動化などの合理化は、格段と遅れている。こ

のため、製造コストは割高であり、建設コスト低減のために、量産品・市販品の建材の使用の検討が、一部の人達の間で進められている。ところが鹿児島建築市場では、市販品を最大限使用する設計がすでに確立している。自社独自の部品を作り、差別化するのをやめたのが、自律、分散したままで、協調生産するための鍵であった。

鹿児島建築市場では、CADのデータベース内に貯蔵されている過去の建設実績の設計図（約2000点の標準プラン）を基にして、営業活動をおこなっている。顧客の要望や土地の条件などから、設計内容は個別の内容となるが、過去の工事例は、コスト低減などをめざして、可能な限り市販品の部品・資材を使用しており、自然と市販品を多用した設計となっている。もともと、この仕組みは、顧客の要望に沿った設計図を高速で作成し、超高速で見積を提出することを目的で開発されたものであるが、これが部品の標準化と市販品の最大使用の安定したシステムを生み、後の工程におけるサプライチェーンマネジメントの実現のもととなっている。

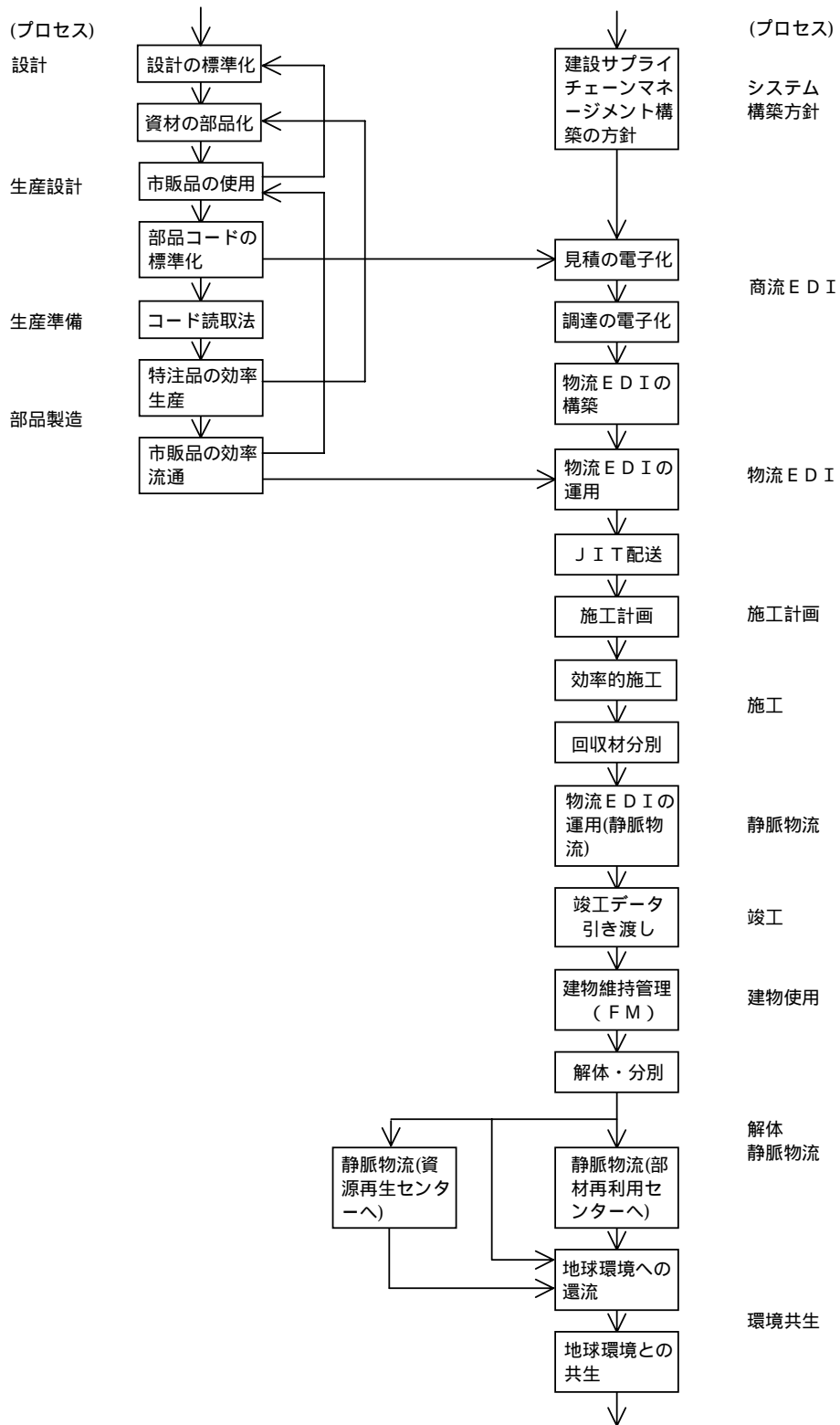
この集団のように、企業が集団をなして事業展開をしているものに、住宅産業においても、フランチャイズチェーンがある。ここでは集団で商品を持ち、広告宣伝して集客している。小企業も集まれば大きな力を持つことになるが、反面、本章で、これまでに論じてきたように、大規模、集中、統括システムの持つ弊害が、各所に現れてくる。その点、この集団は、自律、分散したまま集まっている。各社の伝統的な作品（商品）である住宅を守り通し、これをコンピュータデータベースに登録している。この集団は、まさしく、自律分散、協調集団である。

### **部品コードの標準化**

部品・資材は、コンピュータソフトウェアの中でコード付けされている。これにより設計CADデータから部品の資材リストを自動生成することを可能にしている。すなわち、結果として、160社がすべて共通の部品コードが流通している。このように、自律、分散してい

る企業を協調させる情報の横系が形成されている。

図表 5-19 住宅生産のサプライチェーンマネジメントの課題



## **CAD / CAMの自動生産**

### **特注品の生産効率化（CAD / CAM自動生産）**

設計のCADデータから、工場で自動加工を行う自動機の作動のためのCAMデータ（Computer Aided Manufacturing Data：普通はNCデータ）を自動生成し、これにより自動機を動かすことは、個別の設計ごとに寸法等が異なる製品の自動生産にとって究極の技術である。自動車産業では、マツダのデジタルモックアップが、この事例として有名である。デジタル化した製品（自動車の設計デジタルモデル）とデジタルファクトリィ（自動車製造自動ラインのデジタルモデル）を統合している。

建設業でも、木造住宅の柱と梁の仕口の加工を行うプレカット工場の自動機が必要とするCAMデータをCADデータから変換する体制が確立している。ここでは、一般には、プレカット工場でのCAMデータの作成には、CAMデータを作成する独自のCADで、新たに住宅の図面を書いて、これからコンピュータプログラムでCAMデータを作成するCAD / CAMデータ変換システムが使用されている。住宅の設計図（製造業では製品図に相当する）を作図したCADデータからこのCAMデータを直接作成することにより、データ入力の重複が削減でき、入力ミスも減少するので、重要なテーマとして開発が進められているが、これは、まだ試行段階である。しかし、鹿児島建築市場は、この最先端の技術を実務で実行している。

このCAD / CAMの情報伝達も、自律、分散する企業が協調する情報の横糸である。

### **市販品の流通合理化**

わが国における流通の大問題は、商流と物流における多重構造である。一般消費材等の分野では、量販店の主導で、この多重構造を簡明に合理化する改革が進展しているが、建設業においては、この改革が遅れており、商流・物流の多重構造の解消は、経営上の重大課題として残されている。しかし、鹿児島建築市場は、この資材調達と納品の

多重構造の解消に成功している。

すなわち、鹿児島建築市場は、資材・部品は、建材メーカーならびに一次問屋から直接購入している。購入単価は年間数量をまとめて決定しており、資材購入費の大幅低減に成功した。一次問屋 - 二次問屋 - 建材店 - 工務店と言う流通の多重段階による経費の重複の解消、資材の移動・倉庫在庫回数・荷扱い回数の減少等により、無駄なコストを大幅に削減している。ここでは、二次問屋は機能を変換し、メーカーと一次問屋の窓口として資材の配送を担当している。

ここで、大勢集まって量が多くなったから安く買えたのだと簡単に考えてはいけない。鹿児島建築市場が、発注しているのは年間500戸である。一社で500戸以上の建設戸数がありながら、これを実現できない会社が多数存在する。それは内部の標準化ができていないからである。メーカーや一次問屋は、ルート販売の体制を整え、仕事に合理的な流れを作り、業務の効率的な処理をおこなっている。これが、内容の乱れた受注の混入により、根底から崩されてしまう。問屋の社内の業務処理が非効率になり、経費が増大する。これを防ぐために二次問屋をおいているのである。鹿児島建築市場は、二次問屋の代わりに整理し、整然とした決定済の情報を定期的に送ってくる。鹿児島建築市場が二次問屋の機能を果しているので、メーカーも一次問屋も対応できるのである。

## 商流 E D I

### 見積の電子化

設計のCADデータからの見積の自動生成を達成している。CADの座標データの資材数量データへの自動変換と単価の年間取り決めによるデータベース化により、これを達成しているこれにより一般に建設業界に存在している見積部門が事実上消滅している。この各社の見積部門の消滅により、数量、単価データ等の共通化が進み、自律、分散している企業の協調が可能となった。



## 調達電子化

鹿児島建築市場は、見積の電子データを用いて効率的な電子調達を実現している。各工事での使用する資材を確認してデータベースから選び、この多数企業分をコンピュータ内で集計し建材一次問屋に電送して電子発注している。ここでも、普通に建設業に存在している購買部門（調達部門）が事実上、消滅している。

この各社の調達機能の消滅も、自律、分散、協調にとって大きな要素である。この調達は、集団の中に形成された調達センターで行っているが、その機能は、事実上、顧客（住宅建設の施主）の購買代行である。顧客が本当に欲しいと思っているものを、購入原価そのものを開示して購入している。

## 資材配送

鹿児島建築市場では、建設現場に毎日、その日に必要な資材をJITで配送している。これにより資材の汚れ・余り等によるロスが減少し、資材の到着遅れによる作業者の手待ちも減少している。多数の企業の工事現場に多数のメーカーの荷物を積み合わせた共同配送車を巡回させ資材運搬の効率向上を図っている。

しかし、この鹿児島建築市場でも、数年前までは、資材を運搬する車両が現場に到着した時に、大工がいない、置場がないということで、再び持ちかえることが多発していた。そこで現場にWebカメラを設置し、携帯電話による通信でそのスイッチを入れ、車両の運転手がモバイル端末で、現場の状況を画像で確認して配送する体制を構築している。これにより、資材の持ち帰りの無駄が激減している。

この物の移動のロジスティクスの共同化、物と情報を一致させるWebカメラの情報交換も、自律、分散している企業と人を協調させる接点となっている。

## 施工

鹿児島建築市場の各工事現場に設置されたウエブカメラは、工事管

理の上でも、威力を発揮している。ここでは管理者が遠隔地からウェブカメラで大工の居るのを確認して水道工事等他職の職人からの問い合わせに的確に答えている。これにより作業の連携を確実にしている。また、カメラで現地を確認し、資材を必要な時にJIT配送するように配送指示を出している。さらに、工事管理のホームページの掲示板に、各人の日々の作業の経過を記入している。これにより、工事の進捗が驚くほど確実にになった。インターネットで結ばれた集団が、全体最適のための公開情報を獲得し、秩序を自ら創出している。

## (2) 小規模・自律・分散集団に協調をもたらす自己組織化

これまでケースとして紹介してきた『鹿児島建築市場』は、なぜ、小規模、自律、分散のまま、協調システムになっていったのであろうか。ここまでに、小規模、自律、分散集団をつなぐ横系の形成を指摘してきたが、どうも、これだけでは無さそうである。この横系を生かす(神経を活性化させる)何かが存在している。すなわち、この鍵は、コンピュータネットワークにある。

コンピュータネットワークで結ばれて情報の交換を頻繁におこなう人間の集団では、不思議な秩序が生成されてくる。この秩序は、外から与えられたものではなく、内から生成するものである。すなわち、相互作用の強い要素の集団の「複雑系」としての性質が生み出す「自己組織化」が、小規模、自律、分散の性質を残しながら見事な協調を現出するのである。次に、この点に触れてみよう。

### 複雑系をなす集団の成立条件と特徴

複雑系集団は、強い相互作用を持つ要素の集団の系である。コンピュータネットワークで結ばれて頻繁に情報を交換し、ネットワーク上の公開情報を共有している人間の集団では、この複雑系の性質を顕著にあらわすようになる。

### 複雑系の成立条件<sup>2)3)</sup>

ここで複雑系の成立条件は、以下の通りである。

(1) 多数のエージェント(要求されたサービスに応えることが出来、また、そのサービスを他に要求することのできる、知的な自律的なコンピタンスを持つ人、グループ、組織などの機能集団)によって構成されている。

(2) 各エージェントは、ネットワークで結ばれていて、密接に情報を交換し、影響を与え合っている。

### 複雑系の特徴<sup>2)3)</sup>

さらに複雑系の特徴は、以下の通りである。

- ・ 複雑系は、並列に働く、数多くのエージェントのネットワークである。
- ・ 複雑系は、数多くの組織化のレベルを持つ。
- ・ 複雑系は、適応、学習のメカニズムを持つ。
- ・ 複雑系は、外界に関する無数の内的モデルに基づいて予測し行動する。コンピュータプログラムや生物の遺伝子のように、あらかじめ設定されているものに従う受動的な行動ではなく、システム自体の経験に基づく能動的な行動である。
- ・ 複雑系は開かれたシステムであり、新しい可能性が、常にシステムそのものから自発的に生成する。システムは常に展開中であり、推移の途上にある。
- ・ 各エージェントでは、適応度や有効度等のパラメータに基づく最適化は行われぬ。すなわち、選択の可能性があまり大きく、エージェントは最適解を見いだす方法を保有していない。各エージェントがなし得ることは、他のエージェントの振る舞いと関連をもちながら、自らを変化させ、改良していくことである。

図表 5-20 複雑系の生産集団の成立条件と特徴<sup>2)3)</sup>

複雑系の成立条件	複雑系の特徴
<p>(1)多数のエージェント(要求されたサービスに応えることが出来、また、そのサービスに応えるために必要なサービスを他に要求することができる、知的な自立的なコンピタンスを持つ、人、グループ、組織等の機能集団)によって構成されている。</p> <p>(2)各エージェントは、ネットワークにより結ばれていて、密接に情報を交換し、影響を与え合っている。</p>	<p>(1)複雑系は並列に働く数多くのエージェントのネットワークである。</p> <p>(2) 複雑系は数多くの組織化のレベルを持つ。</p> <p>(3) 複雑系は適応、学習のメカニズムを持つ。</p> <p>(4) 複雑系は、外界に関する無数の内的モデルに基づいて予測し行動する。コンピュータプログラムや生物の遺伝子のように、予め設定されているものに従う受動的な行動ではなく、システム自体の経験に基づく能動的な行動である。</p> <p>(5) 複雑系は開かれたシステムであり、新しい可能性が、常にシステムそのものから自発的に生成する。システムは、常に展開中であり、推移の途上にある。</p> <p>(6)各エージェントでは、適応度や有効度等のパラメータに基づく最適化は行われぬ。すなわち、選択の可能性があまりにも大きく、エージェントとは最適解を見いだす方法を保有していない。各エージェントがなし得ることは、他のエージェントの振る舞いと関連をもちながら、自らを変化させ、改良していくことである。</p>

注) 複雑系の特徴に関する記述は、ジョン・ヘンリー・ポランドによった。ただし、原著は「複雑適応系 (Complex Adaptive System)」の語を用いているが、ここではこれを限定された複雑系とみなし、単に「複雑系」とした。

## 協調と複雑系

この複雑系の特徴は、前節で述べた主成分分析の協調の成分

「11. わからないことがあったら上司に聞く。」

「19. 近くに相談できる上司がいる。」

「7. 作業は指示されたとおりに行う。」

「13. わからないことがあったら近くににいる仲間に聞く。」

「20. 近くに相談できる仲間がいる。」

「12. 他の人と協力しながら作業する。」

と共通している。この小規模、自律、分散、協調システムは、階層組織を形成していないので、基本的に上司はいないが、近くににいる人

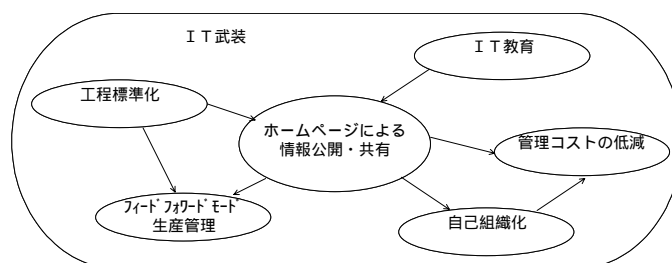
に相談して見習う点で、基本的に同じである。ただし、このような協調は、これまでは人と人が近くにいることが大前提であった。ITの発達でインターネット、ホームページが普及し、ホームページの掲示版とWebカメラの画像を毎日見て仕事する人間集団では、遠距離離れた人間と人間の間にも、この協調が発生する。これが、コンピュータネットワークで結ばれて、頻繁に情報を交換する人間集団の持つ複雑系の本質である。

秩序の自己組織化による自律・協調

ホームページとWebカメラ

この鹿児島建築市場における工事現場の管理では、ホームページとWebカメラを中核として進められている。まず、グループとしての共通の標準工程を設定し、その各工程で必要とする資材のリストをデータベースに登録する。

図表 5-21 IT集団の新しい管理



また、各工事の着手前に、一度、中核となる関係者が集まって、基本となる日程を決めるが、その後、関係者が集まるということはない。その他の作業者は携帯電話で電話し、Webカメラを通じてモバイル端末で、現場の状況を確認し、自分の行く日を登録している。この画面は関係者全員が見ており、ホームページ上で、必要な調整が行なわれる。当日は予定通り作業し、作業終了をホームページに記載する。これで計画通り工事が進行して行き、遅延することはほとんどない。

図表 5-22 鹿児島建築市場の工事管理のITインフラストラクチャー『ざ現場監督』



### フィードフォワードモード管理

鹿児島建築市場で各現場の着手前、最初に、工程表を作るときに集まっているのは、大工、サッシ店（納材）、水道、ガス、電気、調達・物流センター、住設機器、材木店、基礎工事店の9業種である。この人達で、一度、綿密な打ち合わせをおこなうが、これ以後は、よほど特別のことがないかぎり顔を合わせるといふことはない。マンションの工事現場で普通に行なわれている「3時の打ち合わせ」というような打ち合わせ会は行なわないのである。このように前日の打ち合わせ会で翌日の計画を最終決定する管理は、「フィードバックモード管理」と呼ばれるものであるが、鹿児島建築市場における管理は、自動化の進んでいるオートメーション工場等が行なっている「フィードフォワードモード管理」である。すなわち、予定を変更しない管理である。ここでは、その現場の工程が一日早くなることよりも、職人各人の予定がたつことの方を重視するのである。工事が順調に進んで早く終わっても早く始めることはない、最初の予定通り始めるのである。

ここではイントラネットとホームページで毎日仕事をしている集団

の持つ不思議な連携がある。これは相互作用が強い要素の集団に発生する複雑系としての秩序である。ここでは階層組織の上位者からの指示による管理ではなく、秩序が自己組織化して内部から生成している。この集団が、このような秩序を獲得したのは、集団の構成員が全員インターネットを使い、その利用が日常化しているためであり、この秩序はITの情報連携がもたらしたものである。

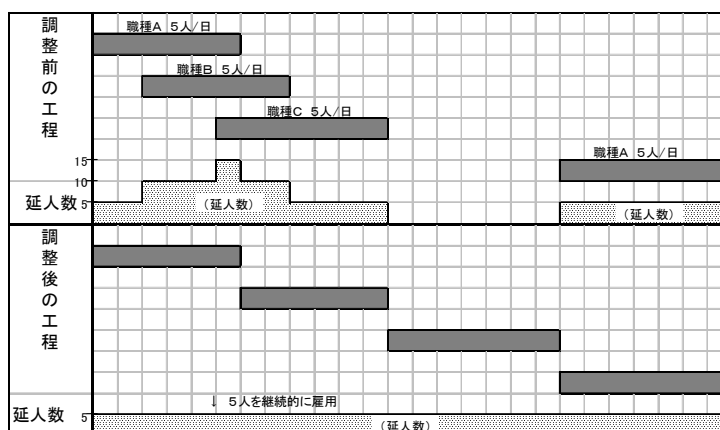
### 鹿児島建築市場における協調的生産

建築生産において、多数の工事現場を統合的に管理することをマルチプロジェクトコントロールと呼ぶが、鹿児島建築市場では、複雑系による自己組織化により、普通のマルチプロジェクトコントロールとは異なる注目される協調的な生産が実現している。

### 統合管理マルチプロジェクトコントロール

このマルチプロジェクトコントロールは、かつて建設業において、技能労働者が不足していた頃に、実施されていたものである。ここでは、多数の工事現場の各職種の毎日の作業量を集計し、図表 5-23 のような工数山積み図を作り、この用をはかり、作業不足に対処するとともに、作業者の年収を確保するのである。

図表 5-23 統合管理マルチプロジェクトコントロールの概念図



ここでは一定期間、自社の複数現場の何処かに、作業者が滞在して仕事をしていることを前提にしている。すなわち、階層組織化による、多数工事現場にまたがる臨時の経営組織の形成を目標にしている。

### 自律的な協調生産

これに対して鹿児島建築市場では、各職人は、様々な客先の工事現場に行っており、鹿児島建築市場の参加企業の工事現場に作業にくるのは、一ヵ月の内のごく僅かな期間であることを前提にしている。すなわち、ここでの管理は、ボトムアップの「手帳型の管理」である。各職人は、自分の日程の空いている日を電子手帳（手帳）で調べ、その工事現場の全体工程で望ましく、自分の日程も空いている日を選び、ホームページに登録し、自分の電子手帳（手帳）に記載する。鹿児島建築市場では、先に述べた9職種以外は、このようなインターネット情報交換で、自分の工程を決めている。

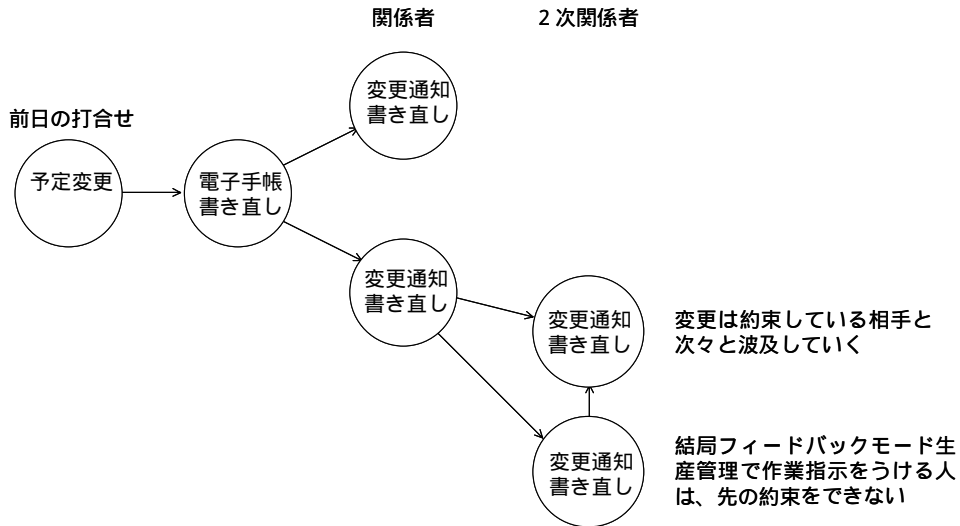
この予定は、お互いに協力して、もう変えない。このようにして、工事現場の全体工程は、各人が予定をとった形で確定する。ここでは各人は、一定工事現場に一定期間滞在することを前提にしておらず、工事現場ごとに階層組織を形成してトップダウンの計画と管理をおこなうものではない。計画はボトムアップに生成され、運営管理もホームページとWebカメラによる情報の共有によりボトムアップで行われるのである。ここでは、各人の効率向上と遊びなく毎日仕事をする計画は、各人が自分の計画として作るのであり、マルチプロジェクトコントロールの管理者が計画しているわけではない。この点が、前記の統括管理マルチプロジェクトコントロールとは根本的に異なっている。



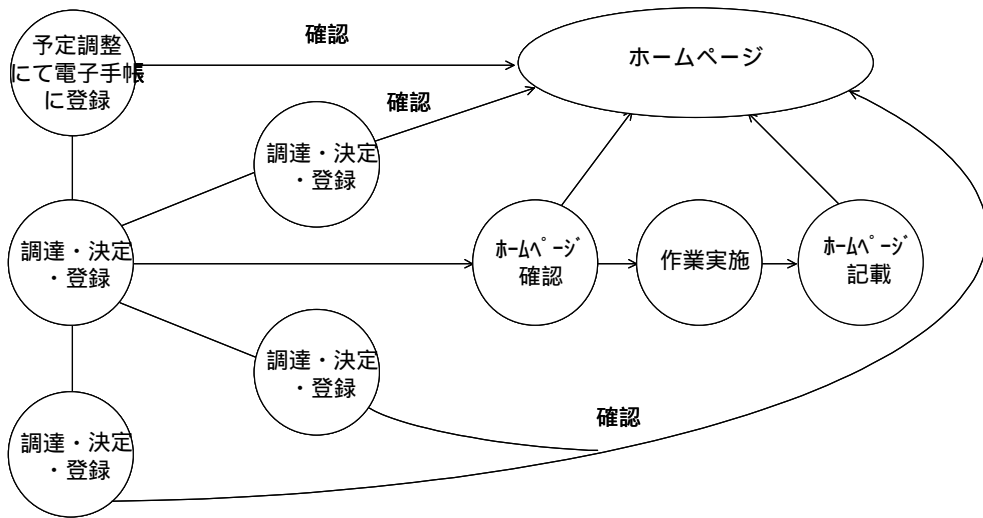
図表 5-24 鹿児島建築市場におけるWebカメラ



図表5-25 打ち合わせによるフィードバック管理と手帳型フィードフォワード管理



( ) 打ち合わせによるフィードバックモード生産管理



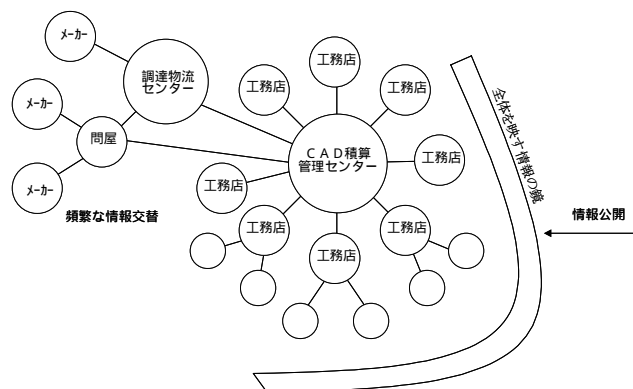
( ) 電子手帳によるフィードフォワードモード生産管理

このようなボトムアップ型の自律的総合的生産活動では、その作業者の仕事量のグループ内での総量が、その人を一定期間確保できるだけ、十分に多くなくても機能できる。また、鹿児島建築市場では、現場の工程が途中でほとんど動かない。そのように作業日が固定された

現場が、1カ月の内、2/3位あると、この人の一カ月の仕事は、きわめて予定がたつのである。予定通り仕事ができる。だから、その現場にも、予定したとおり必ず行けるのである。

各人が自分の都合の良い日で、現場の方でも都合の良い日が、あらかじめ自然に調整されており、この予定が動かないから、各現場も予定通り終了し、各人も予定通り仕事をこなすことができるのである。これはボトムアップの総合的秩序の形成であり、多数プロジェクト間の自律、分散の協調生産であるとも言える。

図表 5-26 エージェントのネットワーク 複雑系をなす建築市場



新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムにおける自律・分散・協調

この新しいタイプの小規模、自律、分散、協調システムでは、自律の意味も、従来とは違っている。このシステムにおいて、各エージェントは自律しており、他からの統制・制御や干渉は受けていない。しかし、何時、何処で、どの様に行動すれば周囲と協調できるかを、エージェント自身が知っており、自主的に協調する行動をとる。その情報源は、毎日、常時見ているホームページの掲示版とWebカメラの映像である。

また、このシステムにおいては、分散の意味も従来のシステムとは

違っている。各エージェントは、相互に人事、資本等の関連を持たない、個々の独立した企業または個人であり、明確に分散している。しかし、協調生産のために必要なポジションは、エージェント自身を知っており、時間的、場所的に、エージェントが自ら協調に適したポジションをとる。また、ここでの連携は、統制でも、管理でも、命令でもなく、まさに、協調である。

これが実現するには、当然のこと、人間相互の信頼関係が大前提であり、そのために情報の透明化と全公開、かけひきのない行動と相互の信頼される日常の行為が重要である。

しかし、このケースの事例では、人間社会では、普通は実現が難しいと思われているこの状態が、さしたる困難もなく出現している。その根源は、やはり、透明な情報の公開にあると思われる。

#### **参考引照文献**

- 1) 椎野 潤：建設ロジスティクスの新展開、IT時代の建設産業変革への鍵、彰国社、
- 2) M.ワードロップ、田中三彦ほか訳：複雑系 (Complexity、 the emerging science at the edge of order and chaos)、新潮社、1996.10
- 3) 吉永良正：「複雑系」とは何か、講談社現代新書、講談社、1996.12