

# JITシステムとサイクルタイムアプローチ

## (Just In Time System and A Cycle Time-Based Approach)

松尾 敏 充  
(Matsuo Toshimitsu)

### I. はじめに

企業は直面する環境の変化に対応し、自らの経営戦略におけるイノベーションを行い、競争優位な戦略を構築してきたといえよう。ストック Jr. とハウトによれば、この 40 年間に経営の成果に影響を及ぼしてきたそのようなイノベーションには、経験曲線戦略、ポートフォリオ・マネジメント、借入金の戦略的利用、コスト平均化方式からの脱却、優位を狙うリストラクチャリングなどがあったが、その中で、最近の最も重要なイノベーションはタイムベース競争戦略といわれている<sup>1</sup>。すなわち、時間の短縮という根本的な変革によって、製品やサービスの多様化と技術レベルの高度化という時間以外の競争優位の源泉が強化されるからであり、その意味で対応時間の優位性はビジネスの秘密兵器ともいえるものである。また、従来、競争優位であるためには、最高の価値を最低のコストで提供することであったが、新しい企業の公式は、最高の価値を最低のコストで最短時間内に提供することであるといえる。

これを当面の関心事である製造企業を対象とした場合には、製品のライフサイクルの短縮という企業環境の変化に対応して、開発期間、生産リードタイム、段取時間、納期などあらゆる局面に関して短いレスポンスタイムが要求されるに至ったといえよう。そこで、このようなタイムベースの観点から企業業績を把握するためには、従来の財務指標を中心とする業績指標だけで評価することは困難であり、非財務指標を含む多元的な指標が要求されるようになっていく。その象徴的な指標が、財務的視点、顧客の視点、社内ビジネス・プロセスの視点、イノベーションと学習の視点という4つの視点からなる「バランス・スコアカード」である<sup>2</sup>。これらの視点に関しては別稿で取り上げるとして、非財務指標の中から当面はタイムベースの指標に焦点をあてることにする。

そこで、新たな生産環境における企業業績を測定するためには、時間やスピードを対象とする非財務的な業績指標を用いて評価することが必要であるが、全社的な観点からこれを評価するためには総合的な指標としての会計システムにいかにかこれを組み込むかという統合的なアプローチが重要な視点となる。そこで本稿では、JIT (Just In Time) 環境のもとでのサイクルタイムアプローチを取り上げ、それが既存の会計システムにどのように組み入れることができるかを検討するとともに、今後の可能性に論及してみることにする。

### II. JITシステムとサイクルタイム

#### (1) サイクルタイムの意義

ここで対象とするサイクルタイムとは、スループットタイムともいわれ、次のような時間を合計したものである<sup>3</sup>。

サイクルタイム＝加工時間＋検査時間＋移動時間＋手待ち時間／貯蔵時間

また、サイクルタイムの削減の重要性が強調されると、サイクルタイムは次のようにも表現される。

サイクルタイム＝付加価値時間＋非付加価値時間

ここで、付加価値時間は実際に加工している時間を指し、非付加価値時間とは部品の手待ち時間、移動時間、検査時間であり、顧客に何ら価値を付与しない時間である。このような製品を加工しない時間は無駄な時間と呼ばれ、生産プロセスの非効率により浪費された時間ともいわれる。このようにサイクルタイムを付加価値時間と非付加価値時間とに区分することによって、後者の時間を削減対象とし、徹底的な無駄の排除を行うとする考え方は、日本の企業に多く見られる考え方であるといわれている。

また、サイクルタイムはタクトタイムともいわれ、次のように定義される場合もある<sup>4</sup>。

タクトタイム＝シフトあたりの作業時間／販売数量

この等式で、分子は製品を製造するための作業時間を示し、秒単位で表現されることが多い。分母は必要なものだけを生産することから、生産量ではなく販売量が用いられる。タクトタイムが75秒のJITセルでは、各ユニット（部品を含む）の加工作業は75秒ごとに完了する。製品を必要なタクトタイム以内で生産しなければ、顧客の要求は満たされない。その意味で、タクトタイムは顧客志向に通ずるものといえる。顧客需要に応ずるために、各オペレーターはタクトタイム以内で作業しなければならない。

また、サイクルタイムは多くの異なる方法で測定することができる。キャプランやアトキンソンによれば、サイクルタイムの開始時点には、次のような種々の時点がある<sup>5</sup>。

- ① 顧客の注文を受注した時点
- ② 顧客の注文あるいは生産バッチがスケジュール化された時点
- ③ 注文や生産バッチに応じて原材料が発注された時点
- ④ 原材料を納入した時点
- ⑤ 注文や生産バッチにもとづいて生産が開始された時点

また、同様に、終了時点には次のような時点がある

- ⑥ 注文や生産バッチが完成した時点
- ⑦ 注文やバッチが出荷可能な最終製品在庫として入庫した時点
- ⑧ 注文品の出荷時点
- ⑨ 顧客に納品した時点

サイクルタイムの選択は、最長（①～⑨）から最短（⑤～⑥）まで、オペレーションプロセスに応じて決定される。どのように選択されようと、企業はサイクルタイムを短縮するという目標を設定し、そのためにサイクルタイムを継続的に測定することが求められる。

キャプランやアトキンソンは、多くの工場において実際の加工時間は、サイクルタイムの5%以下にすぎないとし、一ヶ月のサイクルタイムの合計（稼働日数を22日とすると）に対して、実際の加工時間は8時間以下となる場合があると指摘している<sup>6</sup>。理想的なJITシステムでは、1つの部品のサイクルタイムは、加工時間と等しくなる。現実には、このような理想的な状態の達成は困難であるが、達成度を示す指標を設定することは可能である。JITの生産プロセス

を達成するように従業員をモチベートするために、多くの企業では、次のような生産サイクルの有効性（MCE）という指標が用いられる<sup>7</sup>。MCEは、通常、1以下となり、理想状態との乖離度を示すものともいえる。

$$MCE = \text{加工時間} / \text{サイクルタイム}$$

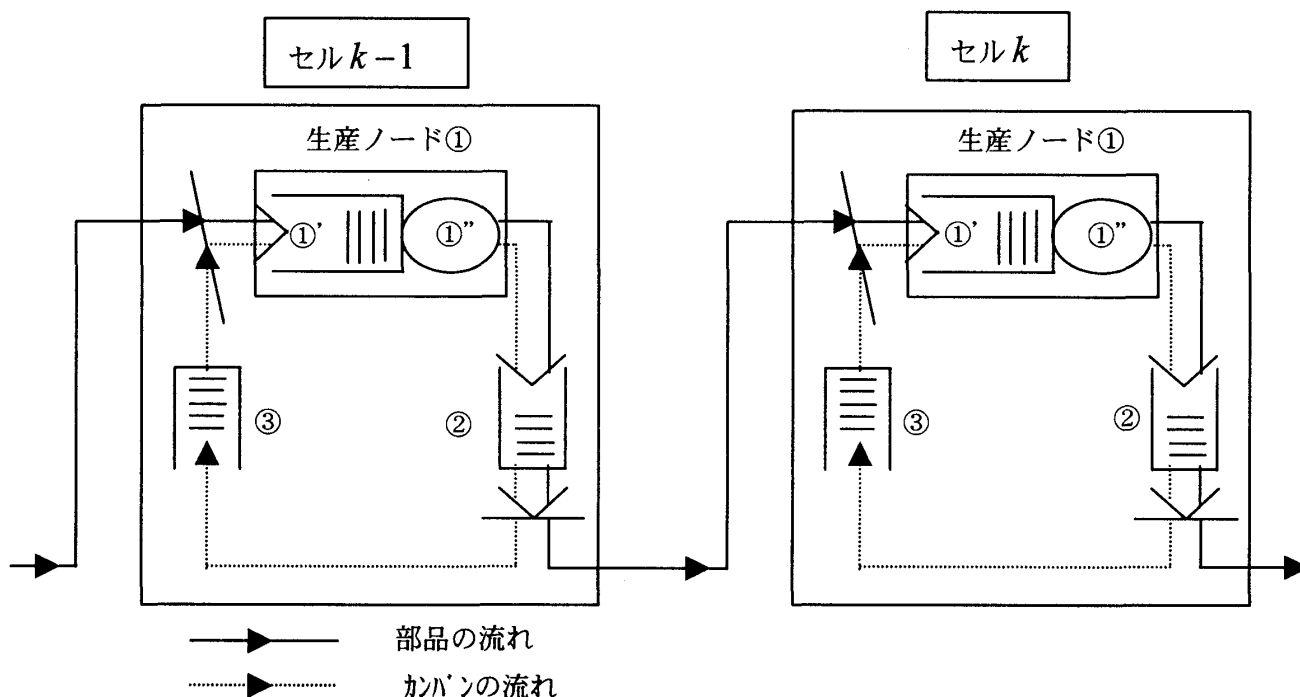
このように表現されるサイクルタイムは、JITシステムにおける重要な指標といえることができる。しかしながら、サイクルタイムは時間の指標であるかぎり、内部のプランニングやコントロールのための総合的な評価を行う上で適用上に一定の制約が伴う。そこで、既存の総合的な評価システムとしての会計システムに何らかの形でこれを組み込むことが必要と考える。JITシステムを対象とした場合に、これを測定システムである会計システムとして捕捉し、サイクルタイムをどのように組み込むかが当面の関心事である。そこで、最初に、JITシステムに関する基本モデルを提示し、そのような基本モデルにおいてサイクルタイムをどのように測定し、モデル化が可能であるかを検討してみることにする。JITシステムに関しては、既にミトラとミトラニによるモデル化が試みられている。そこで、以下では彼らに従って、JITシステムの基本モデルに言及してみることにする<sup>8</sup>。

## (2) JITシステムの基本モデル

JITシステムに関して、彼らのモデルは、第1図のように示されている。各セルは次のような要素から構成される。

- ① 生産ノード、これにはと許容された未加工の部品が手待ちするバッファ（①'）とサーバー（作業員）が加工を行う場所<sup>9</sup>（①''）を含んでいる。
- ② アウトプットホッパー、待機していた完成部品が出て行く場所。
- ③ カンバンポスト、ここでは新しい部品の請求が掲示される場所。

〔図1 基本モデルの概要〕



$k$  番目のセルの未加工の部品は、 $k-1$  番目のセルの完成部品である。セル  $k$  での一定数量を示すカンバンは  $C_k$  ( $C_k \geq 1$ 、これはある一定の数量を示している) で表現される。部品はセルに入ると、これらのカンバンを付けなければならない。セル  $k$  の在庫 ( $k$  は未加工部品と加工済み部品の総数) はカンバン  $C_k$  の数を超えることはできない。セル内で外されたカンバンは、カンバンポストに掲げられ、部品の請求を示す。

部品とカンバンとの関係を明示するために、 $R$  と  $Q$  を次のように定義する。 $Q$  は、 $k-1$  番目のセルの生産ノードで加工を終えた部品とし、 $R$  はそれに付けられたカンバンとする。 $Q$  と  $R$  は、 $k-1$  番目のセルのアウトプットホッパーに移動する。セル  $k$  のカンバンポストの状態に応じて、2つの行動コースが可能である<sup>10</sup>。

- 1) セル  $k$  のカンバンポストが空の場合には、 $Q$  と  $R$  は、 $k-1$  番目のセルのアウトプットホッパーで待機する。
- 2) セル  $k$  のカンバンポストが空でない場合には、即座に移動する。 $Q$  はセル  $k-1$  からセル  $k$  に移動する。そこで、次のカードが付けられ、生産ノードに移動する。 $R$  はセル  $k-1$  のカンバンポストに移動する。

ケース1) では、セル  $k$  のカンバンポストにカンバンが掲げられるまで  $Q$  と  $R$  は待機させられる。カンバンが掲げられると、ケース1) のように、ホッパーの一对の部品とカンバンの移動が行われる。

上記のカンバンシステムのルールでは、まず、セル  $k$  のカンバンポストにカンバンがあるか、あるいはセル ( $k-1$ ) のアウトプットホッパーが一杯かのいずれかの状態である。カンバンがセル  $k+1$  のカンバンポストに掲げられると、セル  $k$  から部品の移動が始まり、当該セルのカンバンが外され、そのシグナルによってセル  $k-1$  から部品が搬入されることとなる。

上述したような理論上のカンバン方式を実行し、操作可能なようにモデル化するためには、次のような2つの視点からの操作可能性が要求される。

- 情報を読み取り、情報を利用すること
- モノの移動 (マテハン)

セル内から、それに隣接するセルのカンバンポストとアウトプットホッパーの状態を読み取ることが必要である。そのような情報にもとづき、コアとなる生産プロセスとコンカレントでなおかつ独立して部品を移動させることが必要である<sup>11</sup>。

彼らによって、カンバン方式にもとづいて、正確に記述する簡単な発生時点システムが示された<sup>12</sup>。まず、彼らは時刻に関する次のような定義を行った。すなわち、 $A_n^k$  を、セル  $k$  に  $n$  番目の部品が到着した時刻、 $T_n^k$  をセル  $k$  で  $n$  番目の部品の加工を終えた時刻とする ( $k=1,2,\dots,N; n=1,2,\dots$ )。明らかに、セル  $k$  から  $n$  番目の部品を搬送する時間は、 $k < N$  の場合には  $A_n^{k+1}$  で  $k=N$  の場合には  $T_n^k$  である。また、サーバー  $k$  による部品  $n$  のサービス時間 (加工時間) を  $S_n^k$  とする。

カンバン方式では、次のような関係式が成立する。

$$A_{n+1}^k = \max (T_{n+1}^{k-1}, A_{n+1-ck}^{k+1}) \quad (1)$$

$$T_{n+1}^k = \max (T_n^k, A_{n+1}^k) + S_n^k \quad (2)$$

上記 (1) に関して、 $(n+1)$  番目の部品が  $k$  番目のセルに到着する時刻は、セル ( $k-1$ )

の加工終了時に、セル  $k$  のカンバンポストが空であるかどうかは、先に投入された部品 ( $n+1-C_k$ ) がセル ( $k+1$ ) に到着したかどうかによって依拠する。カンバンがあれば、( $n+1$ ) 番目の部品はセル  $k$  に即座に移動するが、他方、カンバンがないと、( $n+1$ ) 番目の部品は、先の部品 ( $n+1-C_k$ ) がセル  $k$  を離れるまで待機しなければならない (先入先出法を想定した結果)。このようにして (1) が成立する。これはカンバン方式におけるカンバンと部品との関係を表わす一般式といえる。すなわち、カンバンがカンバンポストにあれば、部品は次のセルに送られ、カンバンがなければ待たされることを、操作可能な時間の観点から定式化したものといえる。セル ( $k-1$ ) の加工終了時とセル ( $k+1$ ) への先の部品の到着時を比較することによって、当該部品が次のセルに進むか待たされるかを判断することができる。すなわち、 $T^{k-1} > A^{k+1}$  の場合、すなわち、セル ( $k-1$ ) の加工終了時に、既にカンバンが掲げられていれば、即座にセル  $k$  に部品が搬送される。逆に  $T^{k-1} < A^{k+1}$  の場合、すなわち、セル ( $k-1$ ) の加工終了時に、カンバンが掲げられていなければ、 $A^{k+1}$  の時刻、すなわち、カンバンが掲げられるまで、部品搬送が遅れることを意味する。このように定式化することによって、カンバンシステムをサイクルタイムの観点から遊休時間と実働時間とを識別するようなモデル化が可能となる。

同様に、( $n+1$ ) 番目の部品は、カンバンセル  $k$  でのサービス (加工) をスタートする時刻は当該セルのエントリーにあたって、生産ノードのバッファが空かどうかによって依存する。前者のケースでは、即座にサービスが行われ、他方、後者のケースでは、前のサービスが終わるまで待たされる。したがって、(2) が成立する。これは同一セル内での加工順序とその時刻に関する定式化である。 $T_n > A_{n+1}$  場合には、 $T_{n+1} = T_n + S_{n+1}$  となり、部品  $n$  の加工終了まで待たされることになる。 $T_n < A_{n+1}$  の場合には、 $T_{n+1} = A_{n+1} + S_{n+1}$  となり、即座に加工が始まることを意味する。このように複数部品が存在する場合にもカンバンシステムの定式化が可能となる。

このように彼らはカンバン方式の特徴を操作可能なレベルへとモデル化することにより、古典的な生産システムとの比較を行った。しかしながら、本稿での目的は、彼らのモデルそのものに関心があるのではなく、彼らのモデルを J I T の基本モデルとして、サイクルタイムアプローチに言及することである。また、そのモデルにおいて、既存の会計の分析手法が有効であるかどうかを以下において検討することにしよう。

### Ⅲ. サイクルタイムアプローチの概要

#### (1) 前提となる生産フロー

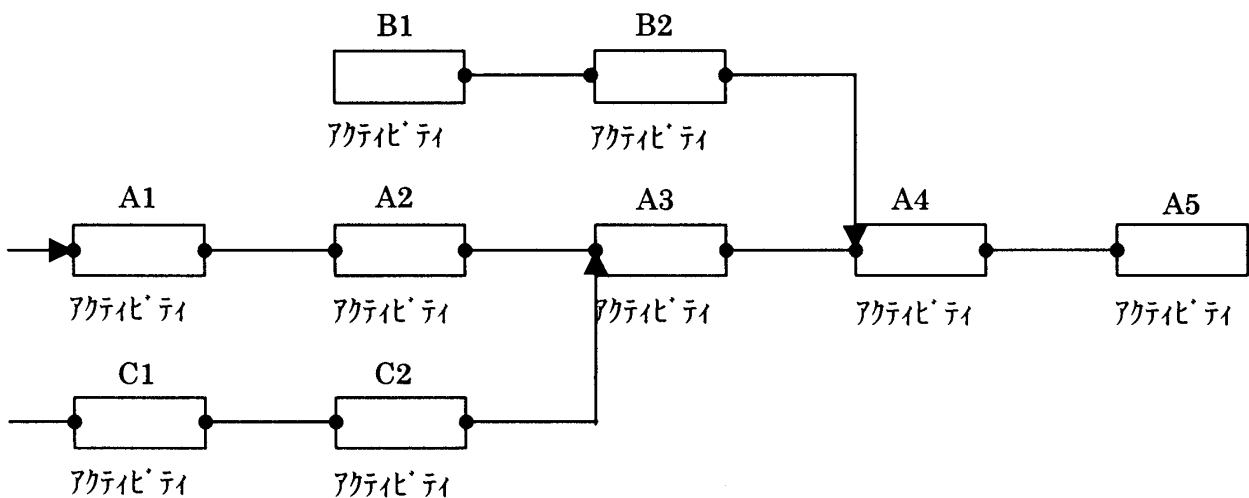
彼らは、基本的にはミトラ等の基本モデルにもとづき、以下のようにサイクルタイムアプローチを展開する<sup>13</sup>。かれらによれば、サイクルタイム (Cycle Time 以下 C T とする) システムは設例を用いることにより理解が容易になるとして、次の事項を説明するために簡単な J I T 生産環境が設定される<sup>14</sup>。

- C T システムのもとで必要とされる正確な測定指標
- それらの測定指標と物量的コントロールシステムとの統合化
- 伝統的な会計システムでは提供されない C T システムによる有用な差異

単一製品のJIT工場である第2図で示されるような生産フローを対象とする。この生産環境では、1回に1つのバッジで処理するセルのシーケンス(逐次処理プロセス)から構成される。各セルは、部品や作業の投入を必要とする生産的なアクティビティを遂行する。セルに必要な部品投入をジャストインタイムに行うことによって、仕掛品は最小化される。また、製造のサイクルタイム(CT)は実際の作業時間と各セルのバッジ処理の手待ち時間に左右される。

純粋なJITシステムでは、セルへの投入はジャストインタイムで行われるので、セル内の遅れは非付加価値活動であり、CTに付加される。これらの遅れは、極めて厳しい物量的コントロール、セル内での非効率な加工処理、上流部門や下流部門の遅れなどを原因とする。CTシステムでは、この点に関するレリバントな情報がどのように提供されるかを例証する。

〔図2 製造ラインの流れ図(単一製品ライン)〕



- ・ B2、A1、C1、A3、A4は付加価値活動である(すなわち生産プロセス)。
- ・ B1、A2、C2は材料の移動を示す。

## (2) CTシステムのJITシステムへの適用

JIT環境では、生産は需要が出発点となる需要プルシステムである。一般的には、カンバンを用いて、セル間の生産フローの調整が行われる。各製造セルは、カンバンカードか電子メッセージを用いて、前工程のセルからの投入を要請する。後工程のセルへアウトプットを引き渡さないかぎり、当該セルは前工程のセルからのインプットを請求できない。その結果、セル内に、予測し得ない歩留まり差異が発生しないならば、遅れは次のいずれかにより発生する。

- ・ 上流部門の混乱の原因となる下流部門の生産の非効率
- ・ 下流部門の時間待ちの原因となる上流部門の生産の非効率

現行の環境内でのカンバンシステムを理解するために、第3図では、第2図からのB2、A3、A4の拡大図を示している。最も単純な形態では、セルA4は、生産ノード(生産点、生産拠点)、アウトプットホッパー(部品の台車)、カンバンポスト、カンバンカードから構成される。このセルのカンバンポスト上にカンバンカードがある場合には、セルA3かセルB4あるいは両方のセルからのインプット(投入部品)の請求を示している。セルA3のホッパーが一杯になると、インプット(投入部品)がセルA4へ搬送され、カンバンカードが付けられ<sup>15</sup>、スキャナ



### (3) CTシステムのもとでの時間の測定

設例のセル A4 に関して、次の時点が存在する。

- A3 のアウトプット ( $j$ ) がセル A4 に搬送された到着時刻 ( $t_{A3A4}^j$ )
- B2 のアウトプット ( $j$ ) がセル A4 に搬送された到着時刻 ( $t_{B2A4}^j$ )
- アウトプット ( $j$ ) が A4 のアウトプットホッパーに投入された時刻 ( $t_{A4A4}^j$ )

ある期間 (例えば 1 シフト) のセル A4 の作業時間合計は、 $t_{A4A4}^j - \text{Max} (t_{A3A4}^j, t_{B2A4}^j)$  を  $j$  に関して合計したものである。当該期間のセル A4 の待ち時間の合計は、シフト時間 (勤務時間) から作業時間合計を差し引いた時間に等しい。この時間に関するデータベースにより、待ち時間は以下の 4 つの原因に細分できる。

- ① セル B2 のインプットは既に到着しており、セル A3 からセル A4 へのインプットの到着までの待ち時間
- ② セル A3 のインプットは既に到着しており、セル B2 からセル A4 へのインプットの到着までの待ち時間
- ③ セル A3 と B2 の両者のインプットが利用可能でないことから生じたセル A4 での待ち時間
- ④ セル A4 のアウトプットがセル A5 へ搬送されないために、A4 のアウトプットホッパーが一杯であることから生じた待ち時間

ケース①、②、③では、待ち時間は上流部門の遅れを原因としているのに対し、他方、ケース④では、下流部門の遅れが原因である。各セルに関して、ケース①、②、③を原因とする待ち時間は、読み取った時間から直接的に計算される。④を原因とする待ち時間は、残差として計算される。すなわち、シフト時間 (勤務時間) 合計から作業時間と上記の①、②、③を原因とする待ち時間合計を差し引くと、下流部門の遅れの合計が求まる。

次に、物量的コントロールシステムと時間データベースの構造との関係に直接的に焦点をあてるため、セル内の予測できない歩留まり差異の影響が考慮される<sup>17</sup>。インプットバッファの目的は、CT が不利な影響を受けないように、これらの変動を吸収することにあるが、歩留まりのロスが大きく、インプットバッファでは十分吸収できない場合には、当該セルは追加インプットを待たなければならない。この待ち時間は、上流部門や下流部門の遅れが原因ではない。このようなケースに対応するためには、追加的なインプットを要求するために、例外カードと呼ばれる追加的なカンバンカードが用いられる。例外カードがないと、作業時間が過大に表現される。

## IV. サイクルタイムアプローチの差異分析への適用

### (1) CTシステムにおける 2 つのケース

彼らは差異分析を行うにあたって、はじめに、基本となるそれぞれの記号を以下の第 4 図のように定義する<sup>18</sup>。CTシステムでは、1 シフト内で記録されたトータル時間を作業時間と待ち時間とに分け、作業時間は、更に、当該セル内の付加価値活動と非付加価値活動とに識別する。また、待ち時間は、上流部門の遅れか下流部門の遅れを原因として発生したものとする。



〔図4 CTシステムに必要な測定単位の定義〕

一定期間に対してそれぞれの記号は以下のように定義される。

AT=実際作業時間

AWT=実際手待ち時間

TT=トータル時間 (AT+AWT)

ST=標準作業時間

SWT=標準手待ち時間

TST=標準時間合計 (ST+SWT)

ACR=実際のコストレート (実際原価/トータル時間)

SCR=標準のコストレート (標準原価/トータル標準時間)

彼らの差異分析の目的は、全ての差異を次の3つの原因に分けることにある<sup>19</sup>。

- ① セル内の非付加価値活動を原因とする差異
- ② 価格差異
- ③ 上流部門の遅れと下流部門の遅れを原因とする待ち時間の差異

公式的には、全ての差異は次のように表現される。

$$\text{差異合計} = TT \times ACR - TST \times SCR$$

トータル時間 (TT) は実際作業時間 (AT) と実際手待ち時間 (AWT) に分かれる ( $TT = AT + AWT$ )。同様に、上流部門の遅れと下流部門の遅れを完全に無くすとコスト有効性が損なわれる場合には、トータルの標準時間は標準作業時間 (ST) と標準待ち時間 (SWT) に分かれる ( $TST = ST + SWT$ )。このケースでは、全ての投入要素がジャストインタイムに供給されるようなJIT環境に焦点を置いているので、標準待ち時間 (SWT) はゼロに設定される。したがって、差異合計は次のようになる<sup>20</sup>。

$$\begin{aligned} \text{差異合計} &= (AT + AWT) \times ACR - ST \times SCR \\ &= AT \times ACR + AWT \times ACR - ST \times SCR \end{aligned}$$

AT×SCRを加減し、整理すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} \text{差異合計} &= AT \times ACR + AWT \times ACR - AT \times SCR + AT \times SCR - ST \\ &\quad \times SCR \\ &= (AT - ST) \times SCR + AT (ACR - SCR) + AWT \times ACR \end{aligned}$$

このように変形すると、差異は次の3項目から構成される。

- ① 達成された生産レベルに必要な標準作業時間と実際作業時間に差異がある場合に、シフト内で生じた能率差異 [(AT - ST) × SCR]
- ② 標準と実際のコストレートとの差異がある場合に生ずる価格差異 [AT × (ACR - SCR)]
- ③ 上流部門あるいは下流部門の遅れから生じた、手待ち時間差異 [(AWT - 0) × ACR] (標準手待ち時間はゼロであるから)

これらの差異を例証し、CTシステムと伝統的な差異分析との違いに焦点をあてるために、

彼らは、以下のような生産データ（第5図）を用いる<sup>21</sup>。

〔図5 基本となる生産データ（8時間シフト）〕

[基本データ]

期間=1シフト（8時間）

生産単位=1バッジ

当該セルの従業員数=1名

標準賃率=1時間あたり\$12

材料の標準消費量=1ポンドあたり\$15

1バッジを完成するための標準作業時間=20分あるいは1/3時間

1シフトの標準生産量=24バッジ

1バッジあたり材料標準消費量=50ポンド

[実際データ]

実際生産量=16バッジ

実際賃率=1時間あたり\$12

材料の実際消費量=1ポンドあたり\$15

実際材料消費量=800ポンド

彼らはCTシステムの特徴を明らかにするために次のような2つのケースを用いて、具体的なCTシステムの適用事例を説明する<sup>22</sup>。すなわち、作業時間が1シフト8時間で、時際作業時間だけが異なる2つのケースが検討される。ケース1では、実際作業時間が5時間20分（すなわち、待ち時間は2時間40分）で、ケース2は、実際作業時間は8時間（すなわち、待ち時間はゼロ）である。CTシステムでは、伝統的なシステムでは捕捉されていないタイムデータを加味することで、差異を詳細に分析することが可能となり、従来のシステムでは識別されない当該セルを発生原因とする差異と外部のセルが発生原因であるような差異とを識別することが可能となる。

## （2）労務費の差異分析への適用

上記のケースに関して、伝統的なシステムでは、CTベースでの作業時間の把握がなされていないために、各セルでは、作業の手待ちの時間や劣った作業能率を原因とする時間が識別されないで実際作業時間として集計される結果となる。そのため、IとIIのいずれのケースでも、実際作業時間は8時間となり、標準作業時間は $5\frac{1}{3}$ 時間（16バッジ×1/3時間）となる。伝統的な差異分析では、賃率差異は発生しないが、作業時間差異は下記のように\$32の不利な差異となる<sup>23</sup>。

〔図6 CTシステムによる労務費差異分析〕

実際原価 = 8時間 / シフト × 時間あたり \$12 = \$96 (2図を参照のこと)

標準原価 = 実際生産量 (16 バッジ) の標準作業時間に応じた標準原価

$$= 5時間20分 \times @ \$12 / 時間 = \$64$$

[ケース1]

TT = 手待ち時間を含む作業時間合計 = 8時間

AT = 実際作業時間 = 5時間20分

ST = 標準作業時間 = 5時間20分

ACR = 実際原価 / TT = \$96 / 8 = 時間あたり @ \$12

SCR = 標準原価 / ST = \$64 /  $5\frac{1}{3}$  = 時間あたり @ \$12

作業能率差異 = (AT - ST) ACR = \$0

価格差異 (賃率差異) = ST (ACR - SCR) = \$0

手待ち時間差異 = (AWT - 0) × ACR = (2時間40分) × @ \$12 = \$32 (不利差異)

[ケース2]

TT = 8時間

AT = 8時間

ST = 5時間20分

ACR = \$96 / 8時間 = 時間あたり @ \$12

SCR = \$64 /  $5\frac{1}{3}$  = 時間あたり @ \$12

作業能率差異 = \$32 (不利差異) [(8 -  $5\frac{1}{3}$ 時間) × @ \$12]

価格差異 (賃率差異) = \$0

手待ち時間差異 = \$0

作業時間差異 = (標準作業時間 - 実際作業時間) × 標準賃率

$$= (5\frac{1}{3}時間 - 8時間) \times @ \$12 / 時間$$

$$= -\$32 \text{ (不利な差異)}$$

伝統的な差異分析では、IとIIの両ケースでの違いを識別することはできない。なぜならば、CTシステムに関するデータが集計されないために、セル内での非効率から生じた差異と、上流部門や下流部門での遅れを原因とする差異とを識別できないからである。

他方、CTシステムのもとでのトータルの差異は、伝統的なシステムと変わらないが、両者のシステムにおいて差異の分類はかなり異なっている。CTシステムでは両ケースとも賃率差異は生じないが、ケースIでは不利な待ち時間差異が生じ、ケースIIでは不利な作業時間差異が発生する。各セルの作業者の業績評価を適切に行うためのCTマネジメントにとって、これらの差異の違いは重要な情報となる。

ケースIでは、所与の実際生産量のもとでは、実際作業時間と標準作業時間とは等しいが、1日8時間の作業シフト(8時間の就業時間を1シフトとする)に関して、実際生産量は標準

生産量より少ないため、待ち時間差異が生ずる。すなわち、 $2\frac{2}{3}$ 時間の待ち時間は、セル内での非能率が原因ではなく上流部門や下流部門での遅れを原因として発生したものであり、当該セルには、不利な待ち時間差異の責任はないので、この不利な差異に対して当該セルの作業員にペナルティーを課すべきではない<sup>24</sup>。伝統的なシステムでは、このような原因による差異を識別できないために、各セルの責任に応じた適切なコントロールを行うことができない。

ケースⅡでは、実際作業時間（8時間）が標準作業時間（ $5\frac{1}{3}$ 時間）を上回っているため、不利な作業時間差異が生ずる。この差異は当該セルの作業能率の低下を原因として生じた不利な能率差異であり、その発生責任は、ケースⅡのように外部のセルではなく、当該セルに帰属するものといえる<sup>25</sup>。この種の差異が継続的に発生する場合には、追加的な原因調査を行なう必要がある。なぜなら、このような作業能率の低下には種々の原因（作業員の教育訓練やモチベーションの問題、品質の劣った材料や不備な機械の使用など）があると思われるからである。

### （3）材料の差異分析への適用

JIT環境では、材料に関する差異は次のような原因から生ずる<sup>26</sup>。

- 材料価格の変動
- 追加的な材料や追加作業が必要となる低品質の材料の使用
- 歩留まりに関するコントロールの問題

伝統的な差異分析では、材料価格が変動したときには、材料の価格差異が強調される場合があるものの、このケースでは、CTシステムにもとづくタイムデータに関しては、新たな追加情報は提供されない。

品質の劣化した材料を使用した場合には、次のような2つのケースが起こりうる可能性がある<sup>27</sup>。すなわち、低品質の材料を投入する結果、余分な加工処理が必要となり作業時間が増加するか、材料のロスのために作業時間あたりの余分の材料投入が必要となる。前者のケースにおいては、CTシステムによる差異分析では、作業時間差異によりこの情報が提供される。後者のケースでは、この情報は伝統的な差異分析による材料消費量差異から得られる。

CTシステムにおいて、セル内での生産プロセスにおける歩留まりの変動をコントロールするために、既に述べたような例外カードと呼ばれる追加的なカンバンカードが用いられる<sup>28</sup>。すなわち、上記のケースにおいて、材料の歩留まりのロスが既存のバッファーストックを上回った場合には、例外カードの利用により追加的なインプットが要請される。歩留まりのロスを埋め合わせるために必要な待ち時間や作業時間が必要となり、結果としてCTの増加を招く。ここでの重要なポイントは、CTシステムにおいて例外カードを使用することにより、待ち時間が更に以下のような2つに細分されることにある。

- 上流部門か下流部門の遅れを原因とする待ち時間
- 歩留まりのロスが原因でインプットの追加が必要なことから生ずる待ち時間の発生

例外カードがない場合には、後者の待ち時間は作業時間に加算され、その結果作業時間差異にバイアスがかかる。例外カードが会計システムと統合化されると、後者の待ち時間が識別可能となる。しかしながら、このような待ち時間差異が継続的に発生するようであれば、更なる差異の調査が必要となるであろう。セル内での歩留まりの変動がある場合には、そのような継

統的に発生する差異は、現行ではコントロールできないプロセスが原因であるか、あるいはインプットバッファが不十分なことが原因（すなわち、物量的コントロールシステムがタイト過ぎる）と思われるからである。いずれのケースにおいても、CTシステムは価値ある新情報を提供する。

#### （４）CTシステムの総括

本稿で取り上げたCTシステムは、伝統的な会計システムではJITシステムの基本となるサイクルタイムをコントロールするためのレリバントな情報を提供できないことから要請されたものであり、タイムベースの競争を促進するための重要な視点を提供するものといえよう。CTシステムの目的は、製造原価をCTに関連付けることによって、新たな情報を提供することにより、この情報により、マネジャーはCTの変化が利益に及ぼす影響を評価することが可能となる。その結果、高コストの非効率と良好な効率を明らかにすることによって、この種の情報によりさらに優れたCTプランニングとコントロールが可能となることである。このようなCTシステムは、特にカンバンシステムを用いているJIT環境では、容易に実施可能であることが確認された。

最近では多くの顧客は注文から納品までのサイクルタイムの短縮を望んでおり、内部プロセスの時間を短縮することはコストの削減や品質の改善に結びつくことから、企業が競争力を高めるためにも時間の削減に結びつく財務的業績指標を目標として設定することは重要な視点といえる。このようなCTシステムを既存の会計システムに導入することによって、以下のようなことが確認された。

- ① 従来の会計システムでは識別することのできなかった差異をタイムベースにもとづいてさらに詳細に分析が可能となる。
- ② サイクルタイムを会計システムに導入することで、伝統的な差異分析では考慮されなかったサイクルタイムの短縮化を目標（差異の削減）に組み込むことが可能となり、それがプロセスの改善と結びつくことになる。
- ③ 各セルのサイクルタイムを把握することによって、各セルを改善対象として捉えることが可能となり、今後は擬似プロフィットセンターとしての役割も担えるようになる。
- ④ カンバンシステムによって、一層このようなCTシステムの導入が容易となるため、むしろJITシステムの促進に拍車がかかると思われる。

#### V. おわりに

本稿で検討してきたサイクルタイムアプローチは、いくつかの点で優れた成果を示すものと期待できる。すなわち、既に稼動している既存の会計システムの中にそのまま時間の捕捉システムを導入することによって、オペレーショナルなシステムの時間要素をコントロールできる点にある。それにより、タイムベースの企業戦略の成果がより鮮明に評価できることになる。また、それが総合的な評価システムである既存の会計システムの中で操作可能な形で組み込むことが容易な点から、従来は、ローカル指標として把握されていたタイムベースの諸要素が財

務的な業績指標としてより総合的な評価が可能となることに、このようなモデルの貢献的な機能を見出すことができよう。企業業績は、今後は、バランス・スコアカードにみられるような多元的な評価が求められてくるであろうが、それぞれの指標を何らかの形でバランスよく評価することが問題となる。ここで検討したサイクルタイムアプローチは、今後その方向性の1つの方法としての可能性を指し示すものといえよう。

ただし、彼らが示したサイクルタイムアプローチは、既存の会計システムの1側面である標準原価システムに適用した限定的なアプローチといえよう。しかし、既存の標準原価システムに関しては、既にそのコントロール面での有効性には問題があることは多くの論者が指摘しており、その機能の焦点がコントロール面から測定や報告機能に移行しているといえる<sup>29</sup>。その意味では、彼らのモデル設定そのものには問題があるものと考えすることはできよう。しかしながら、彼らのモデルは何も標準原価システムにしか適用できない限定されたアプローチとはいえない。その方法論そのものは、予算管理システムやコストマネジメントシステムにも適用できる汎用性のあるシステムといえよう。今後はこのような多面的なシステムとして、既存の会計システムの広範な利用も期待できると考える。いずれにせよ、JITシステムの基本となる非付加価値時間を削減するためのよりオペレーショナルなタイムベースの指標を会計システムと如何に統合するかが、今後競争優位な戦略を展開するためにも重要な視点であるといえる。その意味ではここで提示したサイクルタイムアプローチが、統合的なシステムの一助となるものと期待できよう。

## 註

- 1 J. ストーク Jr./T. M. ハウト (中辻萬治/山口恵一共訳) 『タイムベース競争戦略—競争優位の新たな源泉…時間』ダイヤモンド社、1993年、pp.33-36.
- 2 R. S. キャプラン/D. P. ノートン (吉川武男訳) 『バランススコアカード—新しい経営指標による企業変革』、生産性出版、1997年。
- 3 R. S. Kaplan and A. A. Atkinson, *Advanced Management Accounting* (3/E), Prentice Hall, 1998, p.558.
- 4 M. C. Deluzio, "Management Accounting in a Just-in-Time Environment," *Journal of Cost Management* (Winter 1993), p.14.
- 5 R. S. Kaplan and A. A. Atkinson, *op. cit.*, p.558.
- 6 *Ibid.*, p.559.
- 7 *Ibid.*, p.559.
- 8 D. Mitra and I. Mitrani, "Analysis of a Kanban Discipline for Cell Coordination in Production Lines. I.," *Management Science* (December 1990), pp.1548-1566.
- 9 彼らの次の文献では、生産ノードは生産センターに表現が変えられており、それによれば、生産センターは「未加工の部品が手待ちするか、サービスを受ける場所で、センターには1人のサーバー（作業員）がおり、列状に構成される。」との説明がなされている。

D. Mitra and I. Mitrani, "Analysis of a Kanban Discipline for Cell Coordination in Production Lines, II : Stochastic Demands," *Management Science* (September-October 1991), p.809.

10 D. Mitra and I. Mitrani, *op. cit.*, p.1550.

11 カンバンには、生産指示カンバンと外注カンバンがあり、後者は隣接する2つのセル間を調整する役割を果たしている。これらの2つの意味は外注カンバンがなくとも伝えることができることから、ここではより簡単なカンバンシステムが用いられた。

12 D. Mitra and I. Mitrani, *op. cit.*, p.1551.

13 J. O'Brien and K. Sivaramakrishnan, "Accounting for JIT : A Cycle Time-Based Approach", *Journal of Cost Management* (Fall 1994), pp.63-70.

14 *Ibid.*, p.65. 以下彼らの設例に従って検討する。

15 彼らのカンバンシステムは、ミトラ等のモデルのように外注カンバンを含まないものである。

16 J. O'Brien and K. Sivaramakrishnan, *op. cit.*, pp.66-67.

17 *Ibid.*, p.67.

18 *Ibid.*, p.68. 以下の例は、彼らの事例に基づいている。

19 *Ibid.*, p.68.

20 彼らの能率差異は、一般的な差異の説明とはやや異なるため、以下の計算式に関しては一部修正を行った。

21 J. O'Brien and K. Sivaramakrishnan, *op. cit.*, p.68.

22 *Ibid.*, p.69.

23 以下の例示では、首尾一貫した説明を行なうために原文の意を損ねない程度に一部修正を加えた。

*Ibid.*, p.69.

24 *Ibid.*, p.69.

25 *Ibid.*, p.69.

26 *Ibid.*, p.70.

27 *Ibid.*, p.70.

28 *Ibid.*, p.67.

29 標準原価計算の限界に関しては以下の文献に詳述されている。

R. S. キャプラン/R. クーパー (櫻井通晴訳) 『コスト戦略と業績管理の統合システム』ダイヤモンド社、1998年、p.48。

古田隆紀 『現代管理会計論』中央経済社、1997年、pp.21-34。