

《資料》

スループット会計における時間研究

—— Swain and Bell の研究を中心に ——

水 島 多 美 也

はじめに

本稿は、拙著『時間管理会計論－体系的整理への試み－』の中で示している時間に関する筆者の問題意識に基づき、制約理論（The Theory of Constraints : TOC）における時間の問題を考えていくために、Swain and Bell の研究から、TOCそしてスループット会計の計算構造やその中での時間の問題について検討を試みる。

1. 本研究における問題意識

筆者は、拙著『時間管理会計論－体系的整理への試み－』の中で以下の指摘をしている。「第Ⅰ部として、時間の視点からみた先行研究の分類、つまりどのような時間が扱われてきたのかを議論する。第Ⅱ部として、時間と管理会計・原価計算との関係、つまり上記の時間に対してどのような管理会計・原価計算技法が採られているのかを検討する。そして第Ⅲ部として、管理会計における時間研究の体系的整理、つまり業績評価会計や意思決定会計といった管理会計体系論からの検討の3部構成に大別される。これら3つの問題を明らかにすることが、本研究の大きな目的であり、これらを明らかに

するために、文献研究を中心とした議論を行うことにする。これが本研究の研究方法論であり、研究の領域としては基礎理論の構築ということになる。」

[水島, 2015, p.5]

これらを踏まえて、本稿においては、制約理論に関する時間の問題について議論をしていく。筆者は制約理論についての時間の問題として既に以下の指摘をしている。「『The Goal』の著者 Goldrat and Cox は、会社の目標は、お金を作り出すことであり、それらの尺度には、スループット、在庫そして業務費用の3つがある [1992, p.60]。その中でも、時間については、スループットが関係する。彼らによれば、スループットとは、そのシステムが、売上を通じてお金を作り出す速度 (rate) である [Goldrat and Cox, 1992, p.60] と指摘している。

そしてこの制約理論を援用した多くの考え方も出てきている。まず Preiss and Ray のタイムベーストコストイング (Time-Based Costing: TBC) がある。これは、もともと1995年に Goldman, Nagal and Preiss によって出版された「Agile Competitors and Virtual Organizations」という書物の1節として紹介されている。その中で、彼らは、粗利をベースに製品やプロジェクトの優先順位を決定する伝統的な原価計算の問題点を指摘する中で、それらが費やす、制約のある資源の仕事量が、時間当たりどのくらいかを金額で表示した変数のほうが重要である [1995, p.307] と指摘している。

その後2000年に Preiss and Ray は TBCPart1 と2 という2本の論文をまとめている。彼らによると、今日のダイナミックなビジネス環境は、製品やサービスの収益、コスト、及び収益性の主要な分析基準として時間への焦点を要求する。そして TBC とは会社 (あるいはプロフィットセンター) 内外の貨幣流入速度を分析するものであると定義している。TBC の必要性は、伝統的原価計算手法の欠点と共に、売上高が時間を経過して変化する時、製品単位当たり最大の利益をもつ製品やサービスが、時間単位当たり最大の利

益を与えないという点である [2000a, p. 65]。

Barter and Balachandran は、論文「製造環境への Velocity Costing」において、速度原価計算（Velocity Costing：VC）を提唱している。これは、コストと時間管理を統合するための方法であり、これによって、原価計算システムがダイナミックな変化に適合できるようになると指摘している [2002, pp. 39-42]。

また我が国でも、今岡氏が以下のような指摘をしている。制約理論の立場から、効率性の重視や時間の短縮がコストの削減につながっても、ボトルネックに焦点を合わせた同期化生産を行わなければ、工程間の在庫を増やし、結果として、それらがキャッシュ・フローや利益の増大につながらない [2002, pp. 26-29] とし、現状の原価計算の問題点を指摘している [水島, 2015, pp. 16-17]。

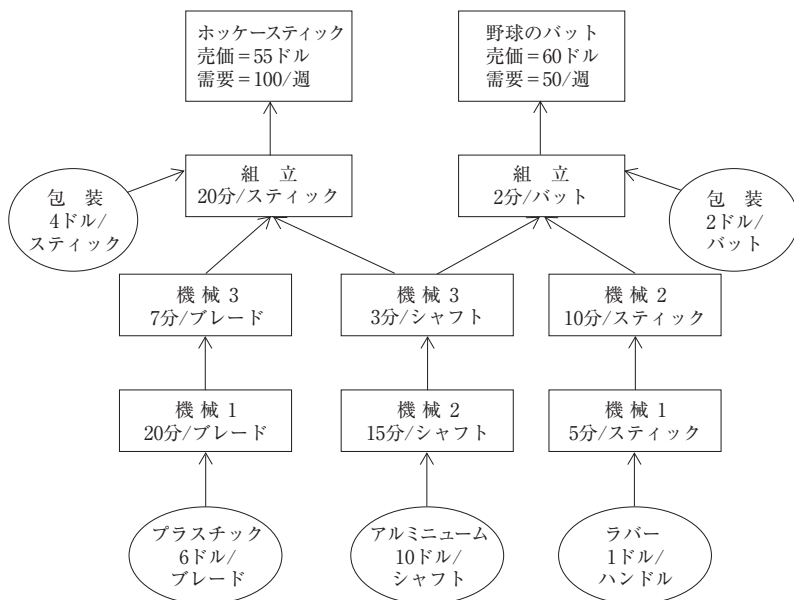
本稿においては、このような問題意識をもつ中で、制約理論そしてスループット会計の計算構造やその中での時間の問題について Swain and Bell の研究をみることにする。

2. Swain and Bell の研究

Swain and Bell は、スループット会計の方法（mechanics）をウエストン社（Weston Company）のホッケースティックと野球のバットの2つの製品製造から説明をしている。ホッケースティックは、販売価格が55ドルで、平均的な市場の需要は、1週間当たり100個である。野球のバットは、60ドルで、平均的な1週間の需要は50個である。ウエストン社の工程には3つの機械と最終組立現場があり、図表1は、各製品の各製造工程での直接材料所要量、工程計画、及び平均時間を示している [1999, p. 18]。

さらに彼らは以下の説明を行っている。「その4つの工程（3つの機械と

図表1 ウェストン社の工程計画と基本情報



出所：Swain and Bell (1999, 19)

最終組立)のそれぞれが、1週間の平均作業時間において2,400分(1時間当たり60分×1日8時間×1週間5日)の生産能力をもつ。コスト関心(cost concerns)のため、ウェストン社は、超過作業時間を禁止するという会社の方針をもつ。ここで、2つの異なったボトルネックがあることに注意する必要がある。第1に、市場の制約がある。なぜならウェストン社は、各週に100のホッケースティックと50のバットしか売ることができない。さらに、ウェストン社は、機械が最大のキャパシティで製造するのを妨げる超過作業時間は許さないという方針制約をたてた」[Swain and Bell, 1999, p.18]。

これらの前提から、以下では、彼らの見解をみるために、5段階のTOCプロセスと方針制約、市場制約について説明しておく。

まず5段階の TOC プロセスについて彼らは、ステップ1は、システムの制約を識別する。2はそのシステムの制約の利用の方法を決める。3は上記の決定にあらゆるものを従属させる。4はその制約を向上させる。そして5はもしその制約が壊れたなら、ステップ1に戻りなさい [Swain and Bell, 1999, pp.9-13]。そしてステップ1において内的制約と外的制約の2つの制約について述べている。以下がその説明である。

「制約は内的制約（会社内部）と外的制約（会社外部）のどちらかに分類される。内的制約はプロセスおよび方針制約の両方を含む。プロセス制約は、会社の所与のプロセスやオペレーションが、市場の需要を完全に満たすために十分なキャパシティをもっていない時に生じる。方針制約は、管理者や従業員の組合が組織のオペレーションの能力を制限するあるいはそのフレキシビリティ（例えば、超過作業時間や雇用の凍結あるいは直接材料の購入への制限）を制約するという規則を強要する時に生じる。

銀行の例で、内的制約はローン部門が、タイムリーな方法で承認を得ようとさせる。ローン部門の幹部が物理的に割り当てられた時間で必要な全てのローンの3つのステップを行うことができないなら、ボトルネックはプロセスの制約である。他方、この内的制約は、方針制約の結果となりうる。例えば、もし、その銀行がローンの大きさや顧客の性質にかかわらず、全てのローンが正式な承認のプロセスを終了するのを要求するなら、ボトルネックが生じうる。

外的制約は材料や市場の制約を含む。材料の制約は、外部材料が制約となる時に生じる。これは組織の要求を満たすための適切なサプライヤーがない時あるいは規則が直接材料を規制する時起こりうる。市場制約は市場の需要が、製品を作るために会社の能力を十分に利用していない時に生じる。言い換えれば、会社は作ることができる全ての製品を販売することができない」 [Swain and Bell, 1999, p.11]。ここで、彼らは、以下のような仮定をしてい

る。これは銀行が要求された全てのローンを処理できるということである。もし銀行が承認されるローンの数を満たすための十分なローン資金がないのなら、材料の制約が生じる。他方、もし銀行の顧客が、銀行が供給可能なあるいは進んで行うぐらいの多くのローンを要求してないのなら、市場の制約が存在する [Swain and Bell, 1999, p.11]。

これらの説明を踏まえた上で、次に上記のウエストン社のケースに関して5つのステップをみることにする。

①ボトルネックの識別

まずステップ1のボトルネックの識別である。これについて Swain and Bell は以下の説明をしている。3つの機械と最終組み立てという4つの工程があるのが図表1よりわかる。もしその市場制約がボトルネックを作り出しているなら、4つの工程のいずれでも2,400分以上使うことなしに毎週100のホッケースティックと50の野球のバットを作ることができるはずだ。他方、もしウエストン社の方針制約がボトルネックであるなら、その時市場の要求する全てのスティックとバットを作ることができないであろう。

図表2は、各工程での各製品によって使われる時間にその製品の1週間の需要を掛けている。そして次に各工程での両製品の数字を合計する。図表2のデータに基づいて、機械2は、市場が要求する全てのスティックとバットを製造するのに1週間に2,750分の加工時間を必要とする。各現場での1週間2,400分に製造の加工を制限するというウエストン社の方針は、機械2でのボトルネックを作り出した [Swain and Bell, 1999, p.18]。このように機械2での2,750分という時間が制約として考えられている。

図表2 ウェストン社での各作業センターへのキャパシティの要求

機 械 1				機 械 2			
製 品	時間 (分)	1週間の 需要	必要とされる キャパシティ	製 品	時間 (分)	1週間の 需要	必要とされる キャパシティ
ホッケー スティック	10	スティック 100	1,000	ホッケー スティック	15	スティック 100	1,500
野球の バット	5	バット 50	<u>250</u> <u>1,250</u>	野球の バット	25 ^a	バット 50	<u>1,250</u> <u>2,750</u>
機 械 3				組 立			
製 品	時間 (分)	1週間の 需要	必要とされる キャパシティ	製 品	時間 (分)	1週間の 需要	必要とされる キャパシティ
ホッケー スティック	10 ^b	スティック 100	1,000	ホッケー スティック	20	スティック 100	2,000
野球の バット	3	バット 50	<u>150</u> <u>1,150</u>	野球の バット	2	バット 50	<u>100</u> <u>2,100</u>

（各機械の1週間のキャパシティ：40時間×60分=2,400分）

^a シャフト当たり15分+ハンドル当たり10分

^b ブレード当たり7分+シャフト当たり3分

出所：Swain and Bell（1999, 20）

②当該制約を活用する

次に、ステップ2である。これについて彼らは以下の指摘をしている。機械2が方針制約としてボトルネックと識別されると、経営管理者は、収益性を最大化するために、この制約を最大限に活用する方法を決める必要がある。図表3は、完成品単位当たりの貢献利益とスループットの両方の計算に必要な図表1からの全てのデータを要約する。

TOCにおいて全体のプロセスの中で最も重要な部分がボトルネック工程であるということを思い出しなさい。そのボトルネックの工程（作業）が完了する前に、その製品（ホッケーのスティックと野球のバット）が完成し、引き渡しされえない。利益を最大化する基本的なアプローチは、ボトルネック工程での制約単位当たり利益を最大化することである [Swain and Bell, 1999, p.20]。

図表3 図表2に基づく製品情報の要約

A 群		
1 週間の需要	ホッケースティック	野球のバット
売価	100個	50個
時間	55.00ドル/単位	60.00ドル/単位
機械1	10分	5分
機械2	15分	25分
機械3	<u>10分</u>	<u>3分</u>
組立	<u>20分</u>	<u>2分</u>
総時間	55分	35分
原材料		
プラスチック	6.00ドル/スティック	
アルミニウム	10.00ドル/スティック	10.00ドル/バット
ラバー		1.00ドル/バット
梱包するために使用される材料	<u>4.00ドル/スティック</u>	<u>2.00ドル/バット</u>
総材料	20.00ドル/スティック	13.00ドル/バット
直接労務費 時間当たり6.00ドル	5.50ドル/スティック	3.50ドル/バット
変動間接費 時間当たり7.20ドル	6.60ドル/スティック	4.20ドル/バット
B 群		
貢献利益 (売価 - 原材料 - 直接労務費 - 変動間接費)	<u>22.90ドル/スティック</u>	<u>39.30ドル/バット</u>
制約(機械2)での時間	÷15分	÷25分
制約単位当たりの貢献利益	<u>1.53ドル/分</u>	<u>1.57ドル/分</u>
製品の優先順位	優先順位2	優先順位1
C 群		
スループット価値 (売価 - 原材料)	\$35.00/スティック	\$47.00/バット
制約(機械2)での時間	÷15分	÷25分
制約単位当たりのスループット利益	<u>2.33ドル/分</u>	<u>\$1.88/分</u>
製品の優先順位	優先順位1	優先順位2

出所: Swain and Bell (1999, 21)

以下では、具体的な計算になる。図表3は、ホッケーのスティック（分当たり1.53ドル）と野球のバット（分当たり1.57ドル）のボトルネック工程での業務の分当たりの貢献利益を計算する。それはまたホッケーのスティック（分当たり2.33ドル）と野球のバット（分当たり1.88ドル）のボトルネック

図表4 ウェストン社の最適なプロダクトミックス

1	2	3	4	5	6	7*
優先順位	製品	1週間の 需要	制約での 単位当たり の加工時間 (機械2)	制約で必要 とされる キャパシティ (機械2) 【3×4】	制約で有用な キャパシティ (機械2)	最適な生産量 【5 or 6以下÷4】
貢献利益の利用						
1	野球バット	バット 50	25分	1,250分	2,400分. -1,250分.	バット 50
2	ホッケー スティック	スティック 100	15分.	1,500分	1,150分.	スティック 76
スループット利益の利用						
1	ホッケー スティック	バット 50	15分	1,500分	2,400分. -1,500分.	スティック 100
2	野球バット	スティック 100	25分.	1,250分	900分.	バット 36

*7の数字は、毎週作られる各完成品の数量を表わす。もし7で計算された数量が少数なら、未完成品（partial units）は、製造されえないという仮定に基づいて、切り捨てられる。

出所：Swain and Bell（1999, 22）

工程での業務の分当たりのスループット利益も計算する [Swain and Bell, 1999, p.11]。

これらの計算は、ウェストン社の経営管理者の矛盾する戦略を示す。貢献利益計算に基づく、野球のバットが、第一の優先順位となる。図表4は、野球のバットが50単位という市場の需要まで作られることを示す。50の野球のバットを作ることは、機械2での1,250分の加工時間を要求するであろう。その50の野球のバットを作った後、機械2はホッケースティックを作るのに1,150分ある。15分ホッケースティックを、ウェストン社は76（トータルで利用可能な1,150分÷スティック当たり15分）作ることができる。

図表5は、1週間の利益が2,010ドルで貢献利益分析を使って計算・報告される。[Swain and Bell, 1999, pp.20-21]。

図表5 各プロダクトミックスでのウエストン社の1週間の利益

貢献利益での計算		
収益：		
(スティック76×55ドル/スティック)		4,180ドル
(バット50×60ドル/バット)		<u>3,000</u>
総収益		7,180ドル
- 直接材料費：		
(スティック76×20ドル/スティック)	1,520ドル	
(バット50×13ドル/バット)	<u>650</u>	(2,170)
スループロット価値		5,010ドル
- 営業費用：		<u>(3,000)</u>
1週間の利益		<u><u>2,010ドル</u></u>
スループロット利益での計算		
収益：		
(スティック100×55ドル/スティック)		5,500ドル
(バット36×60ドル/バット)		<u>2,160</u>
総収益		7,660ドル
- 直接材料費：		
(スティック100×55ドル/スティック)	2,000ドル	
(36バット×13ドル/バット)	<u>468</u>	(2,468)
スループロット価値		5,192ドル
- 営業費用		<u>(3,000)</u>
1週間の利益		<u><u>2,192ドル</u></u>

出所：Swain and Bell (1999, 23)

さらに以下のように彼らは、プロダクトミックスの説明を行っている。スループロット価値の計算は、貢献利益と異なったプロダクトミックスを示す。図表3に戻ると、機械2での分当たりのスループロット価値計算は、ウエストン社は最初に市場が要求する全てのホッケースティックを作り、その後野球のバットを作るために残りのボトルネックキャパシティを使うことを示唆している。

図表4は、市場によって各週に要求される100のホッケースティック全てを作ることは、野球のバットを作るための機械2での利用可能な900分（利用可能な2,400分-[100のスティック×スティック当たり15分]）を残すことになるだろう。野球のバット当たり25分で、ウエストン社は36のバット（利

用可能なトータルの900÷バット当たり25分）を作ることができる。

スループット価値分析によってすすめられる100のスティックと36のバットという新しいプロダクトミックスは、図表5で報告されるように2,192ドルまで1週間の利益を増やすという結果を生む。みてきたように、貢献利益分析は、ウエストン社の短期利益ポテンシャルを最大化するためにボトルネックを効果的に管理していない。本質的に、貢献利益分析は非ボトルネック工程での直接労務費が、計算に入れないことになる [Swain and Bell, 1999, p.22]。筆者は、この点が大事な点であると考えている。つまりスループット計算を用いることによって、より多くの収益性を生み出すプロダクトミックスが行われることになるのである。当然であるが、時間についてもより有効な使い方が行われるのである。

③当該制約に他のあらゆるものを従属させる

次に、当該制約に他のあらゆるものを従属させるという第3のステップについてみていく。ウエストン社が100のホッケースティックと36の野球のバットを作るとすると、野球のバットへの市場の需要をあきらかに満たすことができない。しかしながら、ウエストン社がより多くのバットを作ることができる唯一の方法は、その超過作業時間を変えることなしに、ホッケースティックの数を減らすことである。ウエストン社は、ホッケースティックを作ることへの利益ポテンシャルに野球のバットへの市場の需要を従属させなければならない。

明らかに、ウエストン社は、なおさらよく売れるホッケースティックと野球のバットを作るために非ボトルネック工程での超過的なキャパシティを使うことができない。ウエストン社がやっていることは、より多くの仕掛品在庫を作っているだけである。今図表1に戻って、もしウエストン社がフルキャパシティで機械1と3、そして組立ワークセンターを操業するなら、在

庫がどこでたまり始めるかを想像しなさい。ホッケースティックのためのプラスチックブレードは、アルミニウムシャフトを待っているホッケースティック組立作業エリアの前に急速にたまり始めるだろう。さらに、野球のバットのために、部分的に加工されたラバーハンドルカバーは、それらが加工されるよりも早く機械2の前でたまり始めるだろう [Swain and Bell, 1999, p.23-24]。以上の説明に対して、彼らは、本質的に、仕掛品在庫から3つの事が言える [Swain and Bell, 1999, p.24] と指摘している。以下の3つである。

1. ウェストン社は、スルーブットに変えることができないプラスチックやラバーの購入にお金を費やしている。
2. たくさんのハンドルラバーがたまり始める時、機械2のオペレーターが、困惑するのは容易なことである。機械2のオペレーターは、ラバーハンドルカバーを機械で作るという価値ある時間を費やしている。これらのカバーは、その時、組立作業センターの前にたくさんの仕掛品在庫を単に作り出すだけであろう。
3. たくさんのプラスチックのホッケースティックブレードやラバーの野球のバットのハンドルは、しばらくの間見つけられないままの製造上の欠陥を隠すであろう。ひとたび、その欠陥が見つけられると、機械2は、受け入れ可能なラバーハンドルが作られるまで、遊ばせておくことが余儀なくされるであろう。さらに、ウェストン社が、受け入れ可能なブレードを作るためにもともとたくさんの時間をもっている機械で、ホッケースティックを作るために奪い合っている間は、ホッケースティックへの市場の需要が、満たされない。 [Swain and Bell, 1999, p.24]

そこで、彼らは、「これらの問題を避けるために、ウェストン社が Goldrat のドラムバッファロープシステムを使って機械2を非ボトルネック工程に従属させる必要がある」 [Swain and Bell, 1999, p.24] と指摘している。そのために以下の2つを示している。「第1に、ウェストン社は、機械2の前に、

アルミニウム（直接材料）とバットのハンドルカバーの仕掛品のバッファを置かなければならない。…第2に、ウエストン社は、機械2がサポートできる以上のブレードの仕掛品を作ることを妨げるために、機械1にロープをたくさん使う必要がある。本質的に、機械2は全工程への製造キャパシティを有する。最終的には、機械2のアウトプットレート（drum beat）は、これらの工程が、それらのポテンシャルよりもゆっくりとした速度で独自の生産ペースを立てることができるように、組立作業センターや機械3に伝達される。」[Swain and Bell, 1999, p.24]

④当該制約を向上させる

第4のステップである当該制約を向上させるについての彼らの見解をみておく。彼らはまず「TOC やスループット会計報告書について、ウエストン社の経営管理者は、より多くの野球のバットを製造する（ホッケースティックへの市場の需要が完全に満たされている）ためにボトルネックである機械2を向上させることに当然焦点をあてるであろう」[Swain and Bell, 1999, p.24] と述べている。その例として、図表3のC群で示されているように、スループット価値計算は、機械2での加工時間における25分の増加が、1週間の利益を4,700ドルにしている。それゆえに、もし超過作業時間のプレミアムが、時間当たり112.80（ $[47.00 \text{ドル} \div 25 \text{分}] \times 60 \text{分}$ ）より少ないなら、ウエストン社はその超過作業時間を必ず再考慮すべきである [Swain and Bell, 1999, p.24] と彼らは指摘している。

さらに、ウエストン社はホッケースティックへの市場の需要を増やすための方法を考慮したい。図表3でのスループット価値計算は、ホッケースティックの1週間の市場の需要が100から105に増えることが、1週間のホッケースティックの利益を175.00ドル（製造に75分かかるスティックの数5×35ドル）押し上げていることを示している。5つのスティックの追加が1週

間の野球のバットの利益のために141ドル（製造に75分かかかるバットの数 3×47.00 ドル）のコストがかかることに注意しなさい。しかしながら、そのトレードオフ（もし可能なら）は、財務上の意味がある [Swain and Bell, 1999, p.25]。

このような説明から、彼らは以下のように結論づけている。「最終的には、ウエストン社は、現在の重要な制約（機械2のキャパシティとホッケースティックの市場の需要）を向上させる時、そのボトルネックはなくなり、そして新しい制約にシフトしていく。例えば、ウエストン社は、向上したプロセスのキャパシティや市場の需要を満たすために、十分なプラスチックをもっていないことがわかる。そして全体の TOC プロセスは、ボトルネック資源となる直接材料に基づいて新しいスループット計算をスタートし始める」 [Swain and Bell, 1999, p.24] [Swain and Bell, 1999, p.24]

おわりに

上述のように、本稿においては、Swain and Bell の研究の中の5つのステップとスループット計算の箇所だけを見てきた。また、そこから何らかの結論を導き出しているわけではない。したがって、今後はこの彼らの見解を利用しながら、制約理論における時間の問題についてさらに検討をしていきたいと考える。

注

- 1) ステップ5であるもしその制約が壊れたなら、ステップ1に戻りなさいについては、彼らの説明をみた時に、ステップ4である当該制約を向上させるにおいて言及していると考えられることができる。

参考文献

- 今岡善次郎 [2002] 「図説「利益速度」でモノをつくれ-TOC と JIT の融合で実現する超高速経営-」 JIPM ソリューション.
- 水島多美也 [2015] 「時間管理会計論-体系的整理への試み-」 同文館出版.
- Barter, D. and B.V. Balachandran [2002] “Velocity Costing for Manufacturing Environment,” *Journal of Cost Management*, January/February, pp.39-42.
- Goldman, S.L., R.N. Nagel and K. Preiss (ed.) [1995] *Agile Competitors and Virtual Organizations-Strategies for Enriching the Customer*, Van Nostrand Reinhold. (野中郁次郎監訳、紺野登訳『アジルクンペティション-「速い経営」が企業を変える-』日本経済新聞社, 1996.)
- Goldrat, E.M. and J. Cox (ed.) [1992] *The Goal: A Process Ongoing Improvement Second Revised Edition*, North River Press. (三本木亮訳・稲垣公夫解説『ザ・ゴール-企業の究極の目的とは何か』ダイヤモンド社, 2001.)
- Preiss, K. [2000] “Time-Based Costing,” in Barry J. Brinker (ed.), *Guide to Cost Management*, (Chapter5), pp.68-96.
- Preiss, K. and M. Ray [2000a] “Time-Based Costing : Part1-Costing for a Dynamic Business Environment,” *Journal of Corporate Accounting & Finance*, July/August, pp.65-74.
- Preiss, K. and M. Ray [2000b] “Time Based Costing : Part2-Scope and Application,” *Journal of Corporate Accounting & Finance*, September/October, pp.47-56.
- Swain, M and J. Bell (ed.), 1999, *The Theory of Constraints and Throughput Accounting*, The McGraw-Hill Companies, inc. 三本木亮訳『実践 TOC ワークブック-「制約条件の理論」と「スループット会計」が身につく!』2003 ダイヤモンド社.