

〔論文〕

サプライチェーンにおける管理会計が与える デジタル技術支援新製品開発への影響

皆川 芳輝

名古屋学院大学商学部

要 旨

企業組織の利益増加政策の1つとして、新しい製品・サービスの創造・販売があげられる。新製品・サービスの創造・販売による利益増加を実現するためには、特定の顧客ニーズを満足させる製品・サービスの開発を効果的かつ効率的に行うとともに、その製品・サービスに対する顧客認知価値に基づく価格で販売することが重要である。この課題の解決に関し、社会技術システムとしての企業は、従業員の潜在的能力を顕在化する技術戦略を策定・実行することが重要である。様々な分野において技術革新が進行している今日、企業の持続的発展に資するヒューマン-マシンの構築の重要性は高まることはあっても、減じることは決してない。サプライチェーンは、企業間あるいは企業内ネットワークであり、そこでは各参加者が製品・サービスの創造、販売および顧客サービスの提供に関する個々の役割達成に従事する。本研究では、サプライチェーンにおけるデジタル技術に基づく新製品開発プロジェクトを効果的かつ効率的に行うための管理会計手法を考察する。

キーワード：デジタル・ツイン、顧客価値基準価格決定、目標の一致

The Impacts of management accounting on digital technology based new product development in a supply chain

Yoshiteru MINAGAWA

Faculty of Commerce
Nagoya Gakuin University

1. はじめに

サプライチェーンでは、一般的にメンバー全員の獲得可能な利益額が共通して最終製品・サービスの収益性の度合いによって決定的に重要な影響を受ける。サプライチェーン全体としての利益は、最終製品の売上高から全体費用を差し引いた残りである。本論文は、サプライチェーン全体の利益つまり全体のパイと各パートナーの取り分の関係について、パイの拡大によってパートナーの取り分が増加するケースを考察する。これと異なり、たとえパイが増加しても、その多くを特定のパートナーが独り占めするケースもあり得る。

現在、我々はデジタル時代にいる。企業にとって、いかにしてデジタル技術を利用して新しい顧客価値や顧客経験を創造するかが重要である。進展が著しいデジタル技術の1つがデジタルツイン(DT)である (Jones *et al.*, 2020)。DTは、現実空間上の製品・生産プロセスをライフサイクルにわたり仮想空間にコピーし再現する。これを達成するために、DTは仮想空間において現実世界に在る物理的製品の機能や作動に関するシミュレーションを行い、その将来を予測する (Tao *et al.*, 2019)。ここで仮想空間におけるシミュレーション結果はVR(Virtual Reality)技術に基づいて可視化された上で、現実世界にフィードバックされて、当該プロジェクトの全参加者によって共有される (Tao *et al.*, 2019)。さらに、DTに基づくシミュレーション結果は、当該の物理的対象物にフィードバックされ、その物体の最適化に利用される (Lin *et al.*, 2021, p. 2)。DT技術の下、現実空間と仮想空間の間では絶え間なくリアルタイムのデータ送受信が行われる (Wang *et al.*, 2021, p. 272, Jones *et al.*, 2020)。したがって、DTは、リアルタイムの現実世界の正確な投影を行い、さらには現実世界に連動したシミュレーションを実行し、その結果を物理的空間にフィードバックする。このダイナミックなリアルタイム・シミュレーション機能から物理的製品のライフサイクル分析が可能となる。

サプライチェーンは、競争優位を獲得するために、市場に提供する財用役の顧客価値を高める必要がある。この実現には、顧客の財用役開発への参加促進など顧客との連携強化が重要である。この課題に関して、DTサプライチェーンは、デジタル技術に基づいて顧客参加を高める効果を有する。

本論文は、サプライチェーンが新製品開発 (New Product Development, NPD) を成功裏に実施するために有用な管理手法を考察する。その分析視点は次の通りである。サプライチェーンは、NPDを効果的かつ効率的に実施する必要がある。これを促進する管理指標の1つとしては、損益分岐時間 (Break Even Time: BET) があげられる。BETは、新製品の調査 (企画) を開始した時点から、その製品開発プロジェクトの損益分岐点に到達する時点までに要した時間を指す (House *et al.*, 1991)。BET短縮がもたらす企業発展へのプラスの貢献としては、次の2点があげられる。第1は、当該の新製品開発プロジェクトについて、投資の早期回収を達成できる。第2は、新製品開発投資の損益分岐を早期に達成できることにより、利益獲得期間の延長が期待できる。それでは、BET短縮に有用な方策はいかに。本論文は、BET改善に対するDTの能力を実現するのに有用な経営手法を考察する。

DTは、サプライチェーンにおける協働的NPDの達成に貢献し、その結果、BET短縮が達成できる。サプライチェーンにおけるDT支援NPDは、現実世界に在る試作品を仮想空間上にコピーしデジタ

ルツインを構築し、現実世界と仮想世界との間で途切れない、リアルタイムな情報交換を実施し、仮想空間においてデジタルツインに関するリアルタイムでダイナミックなシミュレーションを行う (Tao *et al.*, 2019)。シミュレーション結果は可視化されて、現実世界の当該プロジェクト参加者にフィードバックされる。このようなパートナー間でのビジュアルな情報共有は、サプライチェーンにおけるNPDに関し、その迅速性および統合度を大きく向上させる。これはBET改善に反映され、確認できる。さらに、本論文は、BET改善に向けて全パートナーを動機づけるために手法を考察する。この問題解決は、サプライチェーン全体利益をいかにして各パートナーに分与するかという視点に焦点をあてる。

2. DTが与える企業の競争力へのプラスの影響

2.1 DTの構築

DT概念モデルは、3つの要素からなる。現実世界に実在する物理的製品、仮想空間における仮想的製品、および実際の製品と仮想的製品を接合するデータである (Grievess, 2014, p. 1)。

DT技術は、現実世界と仮想空間の間における継続的かつ即時的な双方向のコミュニケーションを確立する。これにより、DTは現実世界において収集したデータを即時的かつ継続的に仮想空間に送り続け、そのリアルタイムのデータに基づいて仮想空間における現実世界の環境のダイナミックかつ忠実な再現を行う (Tao *et al.*, 2018, p. 3566; Tao *et al.*, 2019, pp. 3939-3941)。したがって、DTは、現実世界に実在する物理的製品および生産プロセスをライフサイクルにわたり仮想空間に再現する (デジタルツインの構築) (Tao *et al.*, 2018, pp. 3564-3566; Tao *et al.*, 2019, pp. 3939-3941)。これを達成するために、DTは途切れることなく現実世界から物理的製品に関するリアルタイムのデータを受け取り、それに基づいて仮想空間における当該の製品に関するダイナミックなシミュレーションを行う (Tao *et al.*, 2019, p. 7)。このように、DTは、リアルタイムな現実世界の投影を行い、さらには現実世界に連動したシミュレーションを実行し、その結果を物理的空間にフィードバックする (Tao *et al.*, 2019, p. 3941; Lin *et al.*, 2021, p. 2)。

DTに基づく物理的製品に関するシミュレーション目的は、解析、予測、診断、訓練などであり、その結果は当該の物理的製品にフィードバックされ、その製品の最適化に利用される (Lin *et al.*, 2021, p. 2)。

DTにおけるデータは、物理的世界および仮想空間の両方で収集および生成したものである (Wang *et al.*, 2021, p. 272)。物理的空間において収集したデータは、知識、センサーで収集したデータ、測定したデータである (Tao *et al.*, 2019, p. 3939)。これらは即時に仮想空間 (デジタル空間) に投入される。仮想空間において収集および新たに獲得されるデータは、シミュレーション・データ、コンピュータ解析による知識などである (Wang *et al.*, 2021, p. 272)。仮想空間において創造される情報は、VR技術により可視化され、即時に物理的空間に送られる (Tao *et al.*, 2019, p. 3941; Lin *et al.*, 2021, p. 2)。すなわち、DTを導入するサプライチェーンは、全メンバーがVR利用によってDTに関するシミュレーション結果の可視化情報を共有できる (Harvard *et al.*, 2019)。これにより、サプライチェーンは全

体として新製品開発における予測能力向上を達成できる。

Tao *et al.* (2019, pp. 3940–3941) によれば、DT構築の手順は以下の通りである。

ステップ1：現実世界にある物理的製品をコンピュータ上に映し出して、デジタルツインを作る。
物理的世界に存在する実際の物理的製品に関するデータを収集して、それを仮想的な世界に送り、CAD、3Dを用いて、仮想空間上に物理的製品に対する仮想的表現を構築する。

ステップ2：意思決定の円滑化のために、物理的製品およびIoTから得られたデータを分析するとともに、複数のデータを統合し、それによって獲得されたデータ・情報を視覚化する。データの分析の目的は、意思決定に役に立つより具体的な情報の獲得にある。データの統合は、一つのデータ源泉からでは獲得できない情報の創出をもたらさう。視覚化により、意思決定者はデータあるいは情報をより明確に理解できるようになる。

ステップ3：物理的空間において収集した物理的製品関連データをデジタル化し、それを仮想空間においてシミュレートする。複数の意思決定者は自分のVRを使ってシミュレーションに直接的に参加する。

ステップ4：シミュレーション結果を現実世界にフィードバックして、物理的製品の機能、動き、構造を変更する。

ステップ5：物理的製品とデジタルツインの間にリアルタイムで安全な双方向のデータ送受信を確保する。

Tao *et al.* (2019, pp. 3943–3945) によれば、DTは顧客の新製品開発への参加促進に資する。その理由として、DTは顧客に物理的世界に在る試作品およびそのデジタルツインに関する視覚的情報を提供できることがあげられる。

2.2 サプライチェーンにおけるDT導入の効果

Wang *et al.* (2022, pp. 58–59) は、サプライチェーンにおけるDT導入の効果として次の3つをあげている。第1に、DTは、顧客、すべてのパートナー、各パートナーの経営機能・業務、製品など重要な項目との接続を作り上げる。第2に、DTは、生産、在庫保管、物流、販売に関するリアルタイムのデータを入手し、それを可視化したうえでサプライチェーンメンバー間で共有することを可能にする。第3に、DTにより、変化の生起にあたり、それを素早く察知し、関連データの収集・分析から機会と脅威を明らかにすることにより、迅速に最適な意思決定を行うことが可能になる。これらは、DT支援の情報システムにおけるインプット、データ処理加工、アウトプットに関する特徴から生まれる効果である。

本論文では、DTの特徴がサプライチェーン・マネジメントに与えるプラスの影響を明らかにする。

3. 損益分岐時間の改善方法

BET短縮を達成するためには、次の2つの戦略的能力の獲得が重要である。第1に、新製品の市場

供給において、その当初から当該新製品に対するターゲット顧客の認知価値に見合った価格を決定しそれを販売価格とすることが重要である。これによって、顧客認知価値額と販売価格の差額に相当する金額獲得の失敗を回避できる。第2に、time to market短縮の能力を身につけることが必要である。この戦略的効果は、当該のターゲット・セグメントにおいて、他社が進出するまでの期間に利益を独占的に獲得できるとともに、その製品供給・販売期間を延ばすことができる。これら2つの経営上の能力は、ターゲット顧客ニーズを満足させるとともに、顧客認知価値に相当する価格で販売できる新製品の早期開発販売を可能にする。ターゲット顧客ニーズを満たす機能を備える製品を顧客認知価値基準販売価格で市場に提供するために有用な新製品開発方法に関し、本研究はターゲット・プライシングと顧客価値基準価格決定法（Value Based Pricing, VBP）に基づく手法を提案する。かかる新製品開発方法の手順および特徴は、次の通りである。

(1) 全社的利益計画から開発すべき新製品の目標利益を決定する。利益計画の策定のうえで新製品の目標利益をいかなる利益指標に基づいて分析するかについては、その1つに売上高利益率があげられる（牧戸，1985年，130頁）。

(2) 達成すべき顧客価値の種類を決める。既存の研究（Woodside *et al.*, 2008; Macdivitt and Wilkinson, 2012）によれば、顧客が製品およびサービスに対して認知する価値は、顧客ニーズの満足から生じる。この視点から、顧客価値は、次の3つに大別できる。①顧客は、直面する問題の解決に役に立つ製品機能・サービス効果を求める（Woodside *et al.*, 2008, p. 11）。この顧客満足に関する価値ドライバー（顧客ニーズの満足に影響を与える因子）は、製品の機能およびサービスの効果それ自体である。たとえば、電気自動車の購買決定に影響を与える主要な機能は、100%充電最大走行可能距離、100%充電所要時間、一定走行距離に対して必要な電力消費額、加速性能（エンジンスタートから時速100kmに達するまでの時間）、二酸化炭素排出量などである（Hidrué *et al.*, 2011）。②顧客は、せっかく購入したからには、当該の製品およびサービスの効果的かつ効率的な使用・利用を望む（Woodside *et al.*, 2008, p. 11）。さらに、顧客は、購入した製品およびサービスがもたらす便益を格段に増加させたいと願う。この価値ドライバーは、製品の機能・サービスの効果の便益を増加させるサービスである。その例は、使用上での危険性がない、使用にかかる費用が安い（経済性）、使い易い（時間とコストの節約）、優れた接続性、当該製品・サービスに関する情報が容易に入手できる、充実したアフターサービスの享受、発注から納品までの時間が短いなどである。③最後は心理的満足の追求である（Woodside *et al.*, 2008, p. 11）。たとえば、安心感、心地よさ、心の平静、保証、品質、およびデザインなどである。

(3) 開発すべき新製品のターゲット・セグメンテーション内の参照製品について、次の3つの要素を分析する。すなわち、消費者に提供する機能の内容・グレード、それに対する顧客認知価値の金銭換算額としての販売価格、および当該製品の売上総利益に関する分析から、新製品の目標利益を生み出す販売価格を算出する（図1参照）。

図1の顧客価値に基づく顧客価値・製品機能・売上総利益の関係分析では、新製品の目標利益に必要な目標価格がいくらか、さらに、その価格を顧客に受け入れてもらうためには、いかなるグレードの機能を製品に付加すべきかを導く。すなわち、図1は、顧客の視点から目標価格に見合った製品・サー

ビスの企画を目的にする。図1は、高価格が高マージンをもたらすと仮定する。すなわち、顧客価値が高ければ高いほど、価格をより高く引き上げることができるとともに、価値・価格の増加分が費用の増分を上回る程度が高まる。図1は、製品機能・サービスの効果の等級水準それぞれに対して、顧客はいくらの価値を認識し、それによって、いくら支払っても良いと思うか、さらに、これらの影響から売上総利益率はいくらになるかについて明らかにすることが重要であることを示す（皆川，2021年，2頁）。

顧客認知価値の金銭換算には、VBPが有用である。VBPの特徴としては、参照価格および差別化価値の金銭評価があげられる。次には、これらについて考察する。

①Smith and Nagle (1995) は、プロスペクト理論 (Kahneman and Tversky, 1979) にしたがって、消費者がある製品を購入するかは、当該製品について、参照製品に対する相対的な利得あるいは損失を計算し、それに基づくとする。さらに、Wouters and Kirchberger (2015) は、製品・サービスに対する顧客価値の計算について、当該の顧客価値の絶対額に着目するのではなく、比較対象製品に対する相対的価値を分析することが重要であるとする。このような消費者の購買心理に関する分析フレームワークから顧客価値基準価格設定を分析するならば、その価格は次のように計算される (Macdivitt and Wilkinson, 2012, p. 114; Nagale and Müller, 2018, p. 29)。

ある製品の顧客価値基準価格=参照価格+当該製品の差別化価値 (ただし、当該製品に対する顧客価値が参照製品のそれを上回る場合)

②顧客が製品・サービスから獲得できる便益の金額的計算では、参照製品との比較分析の下で、当該の製品・サービスの使用によって、新たに獲得できる収益はいくらか、および節約できる費用はいくらかを捉える (Macdivitt and Wilkinson, 2012, pp. 117-129; Nagale and Müller, 2018, pp. 27-43)。しかしながら、心理的価値は数値化さえ困難である。さらに、特にB2Cにおける顧客価値基準価格

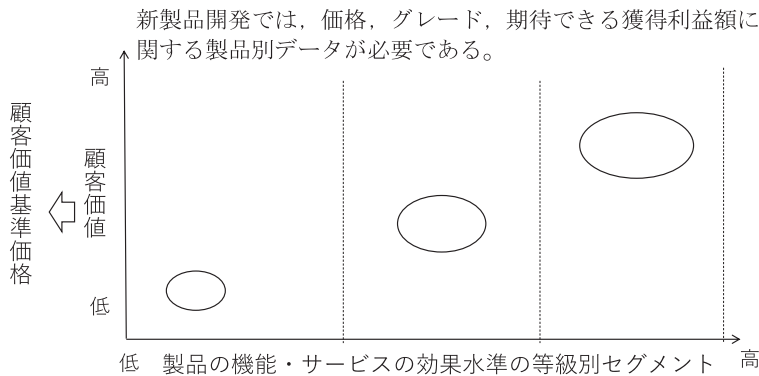


図1 顧客価値基準製品ポジショニング分析

- (1) 楕円の大きさは当該製品の売上総利益を示す。
- (2) 点線はセグメントを示す。
- (3) 次の文献を参考にした。Löffler and Decker (2012), p. 719.
- (4) 高価格は高売上総利益をもたらすと仮定する。その理由は、顧客価値が高ければ価格を引き上げることができる。

(出所) 皆川 (2021, 5頁)

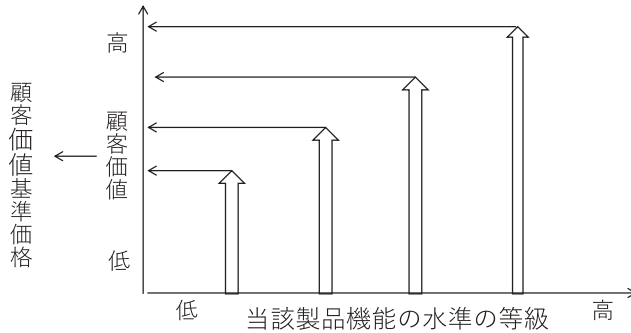


図2 製品機能に関する水準等級別顧客認知価値

(出所) Chilukuri, M., Musso, C., and Ramaswamy, S.(2022). *Design to value in medical devices industry*, McKinsey & Company, を参考にして作成。

設定では、製品の機能的価値の中にも顧客便益の金額的計算が難しいものがある。この場合は、製品がもたらす費用減少項目や収益増加項目を参考にして、消費者がいくら支払ってもよいかを計算する (Lau et al., 2013)。

(4)顧客価値基準の目標価格に見合う製品を設計すべく Design to Value/Priceを実施する。これは、製品およびサービスの市場への供給において、消費者がすすんで支払っても良いと認める価格に見合った機能・効果を低コストで作りに出すための一連の工学的かつ経営的な手法である。Design to Valueは、Design to Function (市場において顧客価値基準の目標価格を市場において実現するのに必要な機能を製品に作り込むことを目的とする設計) と Design to Cost (目標原価達成のための設計) の2つの段階を含む (Fuchs and Golenhofen, 2019, p. 107)。Design to Value/Priceには、顧客が、ある製品機能から得られる便益の見返りとして、いくら支払うかに関するデータが必要である (図2)。これに基づいて、Design to Functionが行われる。新製品の企画においては、製品の機能と原価の関係、つまり特定の製品機能についてそれを製品に作り込むのにかかる原価との関係に関する情報が不可欠である。その分析方法は、Chilukuri et al. (2022) によって提示されている。製品の機能が与える原価への影響度に関する情報は、design-to-costにおいて使用される。

新製品の目標利益を市場において達成するためには、参照製品の価格および売上総利益率に関する分析に基づいて、いかなる水準の顧客価値を備える製品の開発・販売が必要であるかを決定しなければならない。顧客が製品から獲得できる顧客ニーズ達成に対していくらまでなら支払って良いとする金額計算は、VBPに基づいて可能になる。

ここで本研究におけるターゲット・プライシングおよびVBPに基づくNPDの進め方をまとめると次の通りである (図3)。①ターゲット・セグメンテーション内部において、目標の利益率が期待できる製品機能を決定し、その顧客価値基準価格を計算する。②参照製品を決定する。③目標の新製品が参照製品より優れている差別化価値を計算する。④それを実現できる製品を企画・設計する。

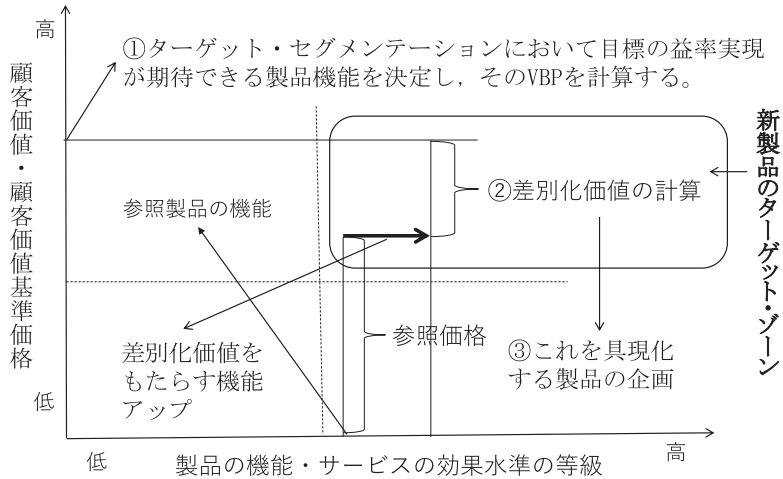


図3 参照製品・参照価格との比較

(注) 点線の区切りはセグメンテーションを示す。

4. 3D-CADシステムの有用性

DTの起点となる技術の1つは、3D-CADである。青島（1998年）は、ボーイング社がB777を開発するにあたって新たに導入した3D-CAD支援新製品開発システムの戦略的有用性を実証的かつ理論的に考察した。さらに、青島は、日本型製品開発プロセスと3D-CADに基づく製品開発プロセスを比較し、両者の統合の有用性を明らかにした。すなわち、青島の研究は、望ましいマンーマシンシステムの構築に大きく貢献するものであるといえる。

青島（1998年）によれば、B777の開発プロセスの中核的特徴の1つは、部品すべての設計情報をデジタル化し、3次元CADシステムに統合する。その結果として、すべての部門が同じデータを一元化管理することである。これにより、開発チームの全メンバーがコンピュータ上で同じデータを用いながら仮想組立および解析できる（青島、1998年、721頁）。かくして、3次元CADに基づく製品開発では、初期段階から各部門が一体となって開発を進めることができる（青島、1998年、721頁）。

デジタル技術が与える製品開発へのプラスの影響の1つは、設計所要時間の短縮により設計の変更を柔軟に行うことができる点である。しかしながら、これは、設計の固定化のタイミングつまり、いつ設計を確定するべきかという問題を生み出す（青島、1998年、117頁）。この問題に関し、本研究は、デジタル技術のgenerativityに基づく新機能の追加を追求せずに、あくまでも当初の製品計画を変更しないという経営方針の下、目標利益を達成できる新製品はどのような機能を備えるべきかに関する視点から、開発すべき目標新製品の決定する方法を考察する。この方法では、新製品開発プロジェクトの最初に新製品の目標利益を達成するのに必要な顧客価値を決定することが不可欠となる。本論文が提示する新製品開発方法は、ターゲット・プライシング（Target Pricing）による。同経営手法は、長期利益計画に基づいて、開発すべき新製品の目標利益を算定し、その目標利益を市場において実現するには、どのような内容かつ水準の機能および効果を顧客に与える製品・サービスが必要であるか

について決定する。ターゲット・プライシングは、まず全社的目標利益の達成に必要な目標価格を決定した後に、それを市場で実現する製品を企画する(牧戸, 2000年)。本研究は、製品の機能に対して顧客がいくらの価値を認めるかに関する決定問題に対して、顧客価値基準 価格決定方法 (VBP) の考え方を適用する。

5. 役割の達成状況に基づく業績評価

サプライチェーン全体としての利益業績向上にプラスの影響を与える要因の1つは、サプライチェーン・メンバーに刺激を与えてサプライチェーン全体としての競争優位の構築と持続に向けた行動を動機づけることである。これに対する成功要因には目標の一致が含まれる。サプライチェーンにおける目標の一致は、各パートナーにおける目標の達成が、サプライチェーン全体としての目標達成によって影響を受ける程度を示す (Cao *et al.*, 2010)。サプライチェーン構築企業が目標の一致を競争力強化に結び付けるためには、高利益創出製品・サービスの市場供給実現に向けて、各パートナーがいかなる役割を担うべきかについて決定し、その達成を実現することが不可欠である。

サプライチェーンにおける目標の一致を効果的に機能させる方法はいかに。これに関し、本研究は次の3つの要素を取り上げて、具体的にそれぞれの手法を提案する。①まずサプライチェーンの収益性を高めるためには、サプライチェーンの全メンバーがそれぞれどのような役割を果たすべきかを分析する。②続いて、パートナーにおける役割達成に不可欠な情報共有システムを構築する。③さらにパートナーの役割達成を動機づけるサプライチェーンにおける業績評価方法を考察する。

① パートナーの役割

本論文における顧客価値基準価格に基づく新製品開発に関する目標一致は以下の通りである。サプライチェーンにおける新製品開発戦略の業績指標の1つは損益分岐時間の改善であり、その成功要因の1つは、製品別目標利益を市場で実現する機能を備える新製品を素早く開発し、それに対して顧客が支払っても良いとする価格で販売することである。すなわち、図4に示すように、当該のサプライチェーンが市場に供給する製品・サービスに関する顧客価値目標の達成を目的として、それに必要な差別化された顧客価値(製品の機能、サービスの効果、デザインなど)水準およびその顧客認知価値金額を機能別およびサービス別に分解し、決定する。各機能およびサービスの開発を担当する参加者は、迅速に目標の顧客価値額を実現する機能・サービスを創造しなければならない。これがパートナーの役割である(図4)。

② DTによる情報共有

顧客ニーズとWTPを満たし、その結果として新製品の目標利益をもたらす製品設計を正確かつ迅速に実施するためには、DTに基づくサプライチェーンが重要である。

DTサプライチェーンは、VRを用いてシミュレーション結果などデジタルツインに関する情報を可視化したうえで共有できる。DTサプライチェーンにおける情報共有は、各メンバー開発作業の結

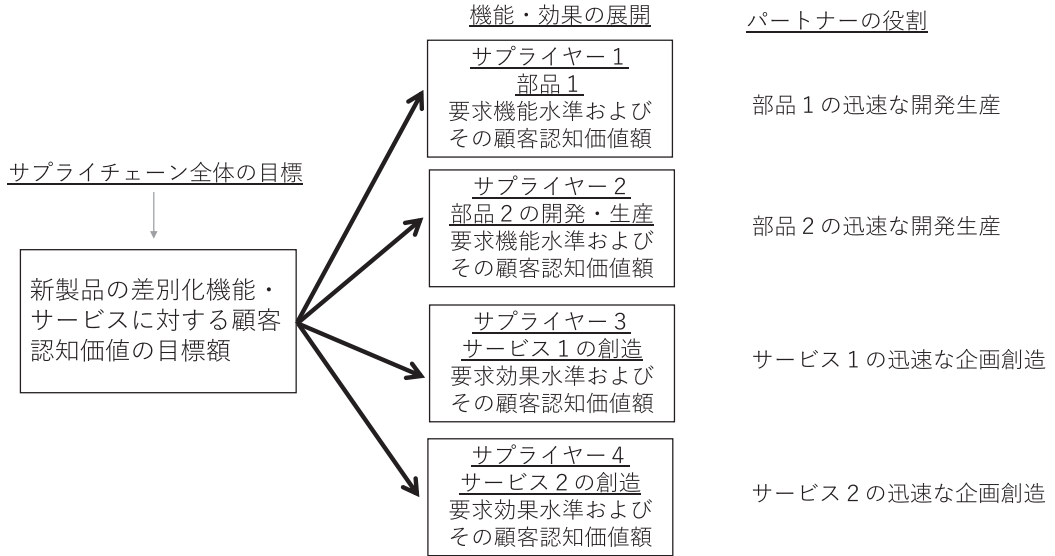


図4 サプライチェーン・パートナーの役割

果を含む。各メンバーの作業は、DTに反映され、全員が他のメンバーの作業内容を把握できる。かくして、DTサプライチェーンメンバーは、VRを用いて、デジタルツイン（試作品）に関する可視化情報を共有して研究開発をすすめることができる。かくして、DTを利用することによって、各サプライチェーン・メンバーはすべてのメンバーの設計作業が試作品に及ぼす影響を共有できる。これは、共同開発の効果的かつ効率的な実施にプラスに貢献する。

③ VBPに基づくサプライチェーン・振替価格

サプライチェーンにおいて各メンバーが自社の役割達成に失敗する原因の1つは、他のメンバー経営活動に関する情報の共有不足である（Lee *et al.*, 1997）。コミュニケーション不足の場合、推測に頼らざるを得ない。推測には失敗がつきまとう。

サプライチェーンにおけるDTは、メンバー間の情報共有不足を解消する。すなわち、DTは、現在の試作品の状況をレンズとして、①各メンバーがどのような開発活動を行ったかを示す情報および②各メンバーの活動が及ぼす試作品への影響に関するシミュレーション結果に基づく将来の試作品情報を可視化した上でその共有を可能にする。これにより、各メンバーが自分の役割を達成するのに必要な「他メンバーの経営活動に関する情報共有」要件を満たすことができる。その結果として、DTサプライチェーンが顧客満足を達成できる製品の開発販売の成功に関し、残された課題は、各メンバーが顧客ニーズに合致した製品構成物を開発できるかどうかである。

本論文において取り上げる新製品開発方法の特徴は次のように要約できる。①サプライチェーン全体としての長期目標利益に基づく新製品の目標利益を市場において達成するのに必要な目標価格を設定する。②新製品の目標価格について顧客が進んでそれを支払っても良いと認める製品機能やサービスを企画する。このような新製品開発を効果的かつ効率的に実行するために重要なマネジメント手法

の1つは、VBPに基づく振替価格である。この手法の下では、メンバー間の取引について、財および用役のVBPによる振替価格を付ける。したがって、各メンバーの利益は各自の財用役の顧客価値基準価格と費用発生額の差額となる。すなわち、このサプライチェーン振替価格では、各メンバーの利益が財・用役の創造において計画通りに顧客価値を実現できたかどうか大きく依存する。当該の振替価格をいつ決定するか。これについては、完成した試作品をVRおよびAR技術によって顧客のコンピュータ上に再現し機能やサービスの効果を推定してもらい、顧客価値基準価格を設定することが期待できる。

6. おわりに

本研究は、サプライチェーンにおけるDTに基づく協働的新製品開発の効果的かつ効率的な実施に有用な経営手法を明らかにした。戦略的な管理指標について、BETに焦点を当て、その改善のための新製品開発方法として、VBPとターゲット・プライシングを用いる方法を提示した。さらに、目標の一致を促進するため、VBPによる振替価格の有用性を考察した。

参考文献

- 青島矢一 (1998) 「『日本型』製品開発プロセスとコンカレント・エンジニアリング—ボーイング777開発プロセスとの比較」一橋論叢, 120 (5), 111-134頁。
- 牧戸孝郎 (1985) 「原価管理」小川英次編著『生産管理』中央経済社, 125-147頁。
- 牧戸孝郎 (2000) 「日本の管理会計の特質と海外移転」『会計』第157巻第3号, 161-174頁。
- 皆川芳輝 (2021) 「デジタル技術の特徴と管理会計問題」名古屋学院大学論集・社会科学篇第57巻第4号, 1-12頁。
- Cao, M., Vonderembse, M. A., Zhang, Q., and Ragu-Nathan, T. S. (2010). Supply Chain Collaboration: Conceptualization and Instrument Development, *International Journal of Production Research*, 48(22), pp. 6613-6635.
- Chilukuri, S., Gordon, M., Musso, C., and Ramaswamy, S. *Design to Value in Medical Devices* (https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/Pharma%20and%20Medical%20Products/PMP%20NEW/PDFs/774172_Design_to_value_in_medical_devices1.ashx), Accessed on July 1, 2022.
- Fuchs, C., and Golenhofen, F. (2019). *Mastering Disruption and Innovation in Product Management: Connecting the Dots*, Springer.
- Grieves, M. (2014). *Digital Twin: Manufacturing Excellence for Virtual Factory Replication*. White Paper.
- Havard, V., Jeanne, B., Lacomblez, M., and Baudry, D. (2019). Digital Twin and Virtual Reality: A Co-Simulation Environment for Design and Assessment of Industrial Workstations. *Production & Manufacturing Research*, 7(10), pp. 472-489.
- Hidrué, M., Parsons, G. R., Kempton, W., and Gardner, M. P. (2011). Willingness to Pay for Electric Vehicles and Their Attributes, *Resource and Energy Economics*, 33, pp. 686-705.
- Hinterhuber, A. (2004). Towards Value-Based Pricing-An Integrative Framework for Decision Making, *Industrial Marketing Management*, 33(1), pp. 765-778.

- Hinterhuber, A., and Liozu, S. M. (eds.) (2017). *Innovation in Pricing: Contemporary Theories and Best Practices*, Routledge.
- Hinterhuber, A., and Snelgrove, T. C. (2017). *Value First Then Price*, Routledge.
- House, C. H., and Price, R. L. (1991). The Return Map: Tracking Product Teams, *Harvard Business Review*, 69(19), pp. 92–100.
- Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J. and Hicks, B. (2020). Characterizing the Digital Twin: A Systematic Literature Review, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, pp. 36–52.
- Kahneman, D., and Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, 47, pp. 263–291
- Lau, H. B. P., White, M. P., and Schnall, S. (2013). Quantifying the Value Using a Willingness to Pay Approach, *Journal of Happiness Studies*, 14, pp. 1543–1561.
- Lee, H. L., Padmanabhan, and Whang, S. (1997). The Bullwhip Effect in Supply Chains, *Sloan Management Review*, 38(3), pp. 93–102.
- Lin, T. Y., Shi, G., Yang, C., Zhang, Y., Wang, J., Jia, Z., Guo, L., Xiao, Y., Wei, Z., and Lan, S. (2021). Efficient Container Virtualization-Based Digital Twin Simulation of Smart Industrial Systems, *Journal of Cleaner Production*, 281, pp. 1–19.
- Löffler, M., and Decker, R. (2012). Realising Opportunities in the Premium Automotive Market via Context-Oriented New Product Positioning, *Journal of Marketing Management*, 28(5), pp. 716–732.
- Macdivitt, H., and Wilkinson, M., (2012). *Value-Based Pricing: Drive Sales and Boost Your Bottom Line by Creating, Communicating, and Capturing Customer Value*, the McGraw-Hill Companies.
- Nagale, T. T., and Müller, G. (2018). *The Strategy and Tactics of Pricing*, Routledge.
- Smith, G. E., and Nagle, T. T. (1995). Frame of Reference and Buyers' Perception of Price and Value, *California Management Review*, 38(1), pp. 98–116.
- Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H., and Sui, F. (2018). Digital Twin-Driven Product Design, Manufacturing and Service with Big Data, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(4), pp. 3563–3576.
- Tao, F., Sui, A.L., Qi, Q., Zhang, M., Song, B., Guo, Z., Lu, S. C. Y., and Nee., A. Y. C. (2019). Digital Twin-Driven Product Design Framework, *International Journal of Production Research*, 57(1), pp. 3935–3953.
- Wang, X., Wang, Y., Tao, F., and Liu, A. (2021). New Paradigm of Data-Driven Smart Customisation through Digital Twin, *Journal of Manufacturing Systems*, pp. 270–280.
- Wang, L., Deng, T., Shen, Z. M., Hu, H., and Qi, Y. (2022). Digital Twin-Driven Smart Supply Chain, *Frontiers of Engineering Management*, 9(1), pp. 56–70
- Woodside, A. G., Golfetto, F., and Gibbert, M. (2008). Customer Value: Theory, Research, and Practice, in *Creating and Managing Superior Customer Value*, eds. Woodside, A. G., Golfetto, F., and Gibbert, M. pp. 3–25, JAI Press.
- Wouters, M. and Kirchberger, M. A. (2015). Customer Value Propositions as Interorganizational Management Accounting to Support Customer Collaboration, *Industry Marketing Management*, 46, pp. 54–67.
- Yildiz, E., Moller, C., Bilberg, A., and Rask, J. K. (2022). Virtual Prototyping: Evaluating the Digital Twin Based Virtual Factory for New Product Introduction, *Complex Systems Information and Modeling Quarterly*, 163(29), pp. 1–26.