

レジリエンスに優れた内示生産システムの体系化についての考察 —システム特性・分類・レジリエンスとその展開—

上 野 信 行 ・ 奥 原 浩 之

Naiji Production System with Resilience and its Classification
— Characteristics, Classification, Resilience and Future Studies —

Nobuyuki UENO and Koji OKUHARA

要 約

内示生産システムは、製造開始に先立って取引先から入手できる内示情報を生産に活用する仕組みであり、製品仕様の多様性とリードタイムの短縮、コスト削減等を図るものである。すでに、内示生産システムについて特性の明確化、生産管理方式の分類および生産計画法の提案が行われてきている。近年では、種々の業種・業態のなかで内示生産システムの様々なバリエーションも見出されている。また、リスク意識の高まりとともに、レジリエンスの向上に向けた取組も重要である。そこで、本論文では、種々の業種・業態にみられる内示情報の提示パターン、内示注文と確定注文のブレパターンについてのいくつかのバリエーションを示し、かつ、レジリエンス向上のために従来では、考慮されることが少なかった注文の充足不可能性などのリスクを把握する指標について考察を行う。最後に、内示生産システムを規定する基本属性項目を更新し、体系化を図る。

ABSTRACT

In ‘NAIJI’ production planning system, advanced demand information which is called ‘NAIJI’ plays an important role for suppliers to produce customer’s products in advance to delivery due date. And they realize the cost down, the variety of the product specification and shortening of the lead time.

Recently, various variations of ‘NAIJI’ production planning system are found out and a production system with resilience against risks is indispensable.

In this paper, therefore, we show some variations about ‘NAIJI’ production planning system for sending ‘NAIJI’ information to suppliers and the difference of order quantity between ‘NAIJI’ and firm order. We will investigate their impacts to production management and purchasing. Finally we will update the key items in order to classify the ‘NAIJI’ production planning system.

キーワード: 内示 (Forecast order), 内示生産システム (Naiji production system), 受注生産 (Build-to-order production system), 見込み生産 (Make-to-stock production system), 未達率 (Unfulfilled-order-rate), 先行需要情報 (Advance demand information), リスク評価尺度 (Risk measure), VaR (Value-at-risk), AVaR (Average value-at-risk)

1 はじめに

持続可能社会における生産形態の基本的なひな形として、内示生産システムが注目されている。内示生産システムは、サプライヤーが自社の製造に先行して入手できる内示情報を生産活動に生かす仕組みである[1,2]。内示情報とは、取引先企業の購買部門・調達部門などから提示される不確実な注文予想情報であり、注文単位の仕様、納期、数量などを含んでいる。取引先企業は、多様化する顧客のニーズに柔軟に応え、また、短いリードタイムで納入する供給の仕組みを実現できる。サプライヤーは、情報を事前に入手することができ、製造余裕と購買の自由度が高まり、確定注文情報が伝達される以前から、原材料、部品の購買・生産準備に着手することができる。膨大な製品在庫を保有することなく、購買コストを削減し、網渡り的な納期管理を減らし、生産効率アップを図っている。

自動車産業のようにもともと内示生産システムを採用している業界のみならず、内示情報と称していないが、これに相当する事前の注文情報を利用している企業は多い。例えば、大手販売業者からサプライヤーに提供される「販売参考値」、「社内の営業部門から生産部門に示される販売目標値」等の予定情報である。このように、内示生産システムは多種の業界に広がっており、その為に基本形に対して様々なバリエーションが見られる。また、近年は、災害やリスクに対してレジリエンス（しなやかな回復力）の向上への取組も必要である[3]。

すでに、内示生産システムの特性の明確化[1]、生産計画タイプの分類[1,2]および生産計画法[4-6]が提案されてきているが、さらに一層の体系化への研究が不可欠である。

そこで、本論文では、まず、①内示生産システムの定義、内示変動のメカニズムを示す[1]。次に、内示生産システムについて見込み生産システムと対比し、受・発注面、生産管理面の特性を明らかにする[2]。このような従来の知見を踏まえつつ、③内示生産システムにみられる内示情報の提示パターン、内示注文と確定注文のブレパターンについてのいくつかのバリエーションを示す。また、レジリエンス向上のために従来では、考慮されることが少なかった隠れたリスクを把握する指標について考察を行う。これらの結果として、内示生産システムを規定する基本属性項目を更新し、体系化を図る。

2 内示生産システム

2.1 内示生産システムの定義

内示生産システムとは、サプライヤーの顧客企業（取引先）がその生産開始日の一定期間前に、「内示情報」を提示し、生産開始直前には、最終的に「確定注文情報」を伝達する仕組みである。サプライヤーは、確定注文に先だって入手できる内示情報を自社の生産に活用することができる。内示情報とは、「生産に一定期間先行して、取引先などから提示される事前の生産参考情報」と定義される。内示情報は、注文単位あるいは、注文単位に読みかえることができる単位（メッシュ）の

情報であり、仕様、数量、納期などを含んでいる。

2.2 内示変動メカニズム

図1のように製造業者（メーカ）あるいは、取引先企業は生産予定、販売予定が決まったタイミングで内示を出す。これにもとづき、サプライヤーは生産準備、あるいは生産開始を行う。製造業者はその後に起こる顧客からの要求仕様・生産予定の変更を反映し、社内へは生産指示を、サプライヤーへは確定注文（納入指示）を提示し、納期に合わせて正確に搬入させる。

内示は、それが作成された時点における製造業者の受注量を反映した生産予定である。内示から確定注文提示タイミングまでに顧客の要求仕様の変更や生産予定の変更がない限り、製造業者の生産数量は変わらず、確定注文（納入指示）は内示と同じはずである。

しかし、市場ニーズの多様化により、顧客が製品仕様を選択できる範囲が広がり、確定注文タイミングまでに要求仕様の変化を起こしやすく、製品毎にみると受注量の変動となる。また、内示が提示されたあとの製造業者における設備トラブル、材料・部品の遅れなどにより生産予定が変更されれば、確定注文に変更が反映される。したがって、一般的に、内示と確定注文は同じ場合もあるし、異なる場合もあるといえる。確定注文と内示注文の差異を「内示のブレ」という。

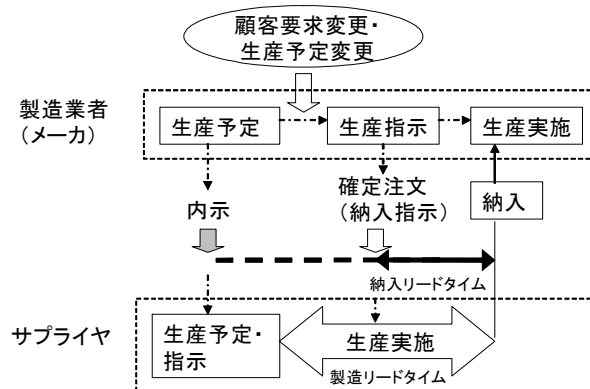


図1 内示変動メカニズム

3 内示生産システムの特徴

3.1 生産管理の特徴と分類

納入リードタイムは、「サプライヤーが確定注文を受けてから、製品を顧客に納入までの所要期間」であり、製造リードタイムは、「サプライヤーが、原材料を加工・組み立てして製品を製造するのに要する所要期間」とであると定義する。

すると、内示生産システムは、受注生産システム、見込み生産システムと異なり、内示と確定注文の関係により生産状況は変わる（図2）。すなわち、

- ・ 確定注文が内示と変化がない場合：内示情報で生産開始が可能であるので受注生産となる。
- ・ 確定注文が内示と異なり変化する場合：内示提示日と納期までの期間を「先行需要期間」と呼ぶ。この期間が製造リードタイムより長ければ内示生産システムと言える。

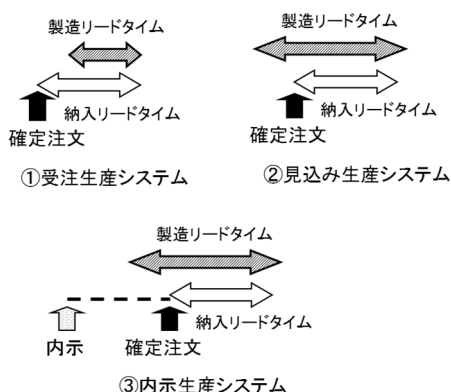


図2 生産システムの比較

内示生産システムの枠組みと内示と確定注文のブレの大きさ（ V と呼ぶ）に着目して、受注生産システム、見込み生産システムを解釈する（図3参照）。「受注生産システムは、内示と確定注文のブレ（ V ）がほぼゼロであるので、内示（実は確定注文）と確定注文に差違がなく、確定注文と同一の内示注文にて生産が可能システム」であり、「見込み生産システムは、内示と確定注文のブレ（ V ）が大きいので、内示から確定注文を事前にまったく予期できないために、需要予測などにより見積もった注文予想に基づいて納入リードタイムより以前に生産を開始するシステム」といえる。すなわち、受注生産システム、見込み生産システムは内示生産システムの枠組みから生じられる特別な形態であると解釈することができる。

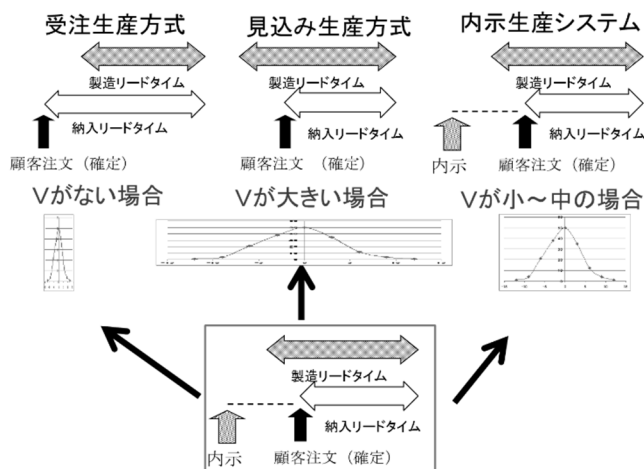


図3 内示生産システムから見た従来の生産方式

3.2 受・発注の特性

内示情報の情報元、内容、企業連携について見込み生産方式と対比することにより内示生産システムの特性を明らかにする（表1参照）。内示生産システムでは、協調的な企業間連携のもとに、発注や受注業務が定期定例的に行われる。そのために、注文数量の大変動があったとしても、内示提示以前に必要なに応じ、連絡し、課題解決を図るなどの関係が生じる。これらの結果として、連携

企業（サプライヤー）が受けとる注文の変動幅は、制限的であり、内示情報に何らかの関係特性を持つ場合が多い。

表 1 内示生産システムの受・発注の特性

		見込み生産	内示生産
生産準備に使用する情報	情報元	自社（製造会社の営業部門、生産部門等）	取引先の資材・部品調達に責任を持つ部門（購買部門、発注部門等）
	情報の内容	市場予測、実績に基づく予測などの統計情報、ヒアリング情報など。いわば、自社の見積もり情報。不特定な顧客を対象に不特定な納期をベースにしている	取引先の生産計画数量に連動した注文単位の情報（内示情報）。いわば、製造以前に不確実ではあるが、生産情報として活用できる事前情報
企業間連携の有無と業務		企業間連携がなく、顧客企業との定時定例的な受・発注業務を前提にしない。	連携企業間で購買・発注－受注業務手順が決められており、情報提示業務が定期的（月次、週次など）に行われる。

3.3 内示情報を活用する生産環境の分類

内示生産システムの生産環境は、製造リードタイムと納入リードタイムの大小および納入リードタイムゼロという特殊ケースも加えて3区分となる。また、注文量が生産能力を超える状況が予想される場合（生産能力不足ありという）かそうでないかにより、全体として内示情報を活用する生産環境を5つに分類できる（表2参照）[2]。

表 2 生産環境のタイプ

リードタイム		生産能力 不足なし (A)	生産能力 不足あり (B)
I	製造リードタイム> 納入リードタイム	見込み生産 (I-A型)	見込み生産 (I-B型)
II	製造リードタイム< 納入リードタイム	受注生産 (II-A型)	見込み生産 (II-B型)
III	納入リードタイム = 0	見込み生産(III-AB型)	

3.4 内示生産システムの基本属性（第1版）

これまでの考察から、内示生産システムを規定し、生産管理業務や生産計画業務設計に影響を与える基本属性は、図4のように示すことができる[1]。

<ul style="list-style-type: none"> ・内示情報項目—内示数量 <ul style="list-style-type: none"> 納期 仕様のメッシュ 期日のメッシュ ・提示方法——内示提示タイミング <ul style="list-style-type: none"> 確定注文タイミング 提示パターン (サイクリック型) ・内示プレパターン(引き取り量目標提示型)
--

図 4 内示生産システムの基本属性（第1版）

4 内示生産システムの分類・体系化への考察

種々の業種・業態にみられる内示情報の提示パターン、内示注文と確定注文のブレパターンについていくつかのバリエーションを示す。また、レジリエンス向上のために注文の充足不可能などのリスクを把握する指標について考察を行う。最後に、内示生産システムを規定する基本属性項目を更新し、体系化を図る。

4.1 内示提示パターンのバリエーション

内示提示方法として①一定の間隔ごとに、先一定期間分の内示情報が提示される「サイクリック型」、②毎日、一定期間先までの情報が提示される「ローリング型」がある（図5参照）。図5は、縦の曜日ごとに、先何日の内示データが提供されるかを模式的に表している。取引先企業における生産計画、販売計画作成業務スタイルと内示情報提示に対する購買上の見解により律則される。これを用いているサプライヤーは、この提示パターンに生産、購買業務スタイルが律則される。①の場合は、サイクリックな内示の提示にあわせて、例えば一定期間ごとにロット発注が可能であるし、②の場合は、毎日の発注が可能となり、サプライヤーは、小ロット発注・小ロット納入が可能となる。

ローリング型の需要プロセスは、さらに細分化できる。取引先企業は、毎日一定期間先までの内示を行い、サプライヤーは指定の納期ごとに内示注文を積算し、これに対応する在庫を準備し、顧客への製品供給を行う場合（「積算型需要プロセス」とよぶ）[7]と、取引先企業が内示提示を行う都度前日までの内示が新しい数値に置き換わる場合（「置き換え型需要プロセス」と呼ぶ）がある。それぞれにより、在庫の持ち方が異なる。

内示提示パターンのバリエーションによってサプライヤーの生産管理業務スタイルや計画の考え方が異なる。

		1W					2W				
		月	火	水	木	金	月	火	水	木	金
1W	月	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5					
	火		d_2	d_3	d_4	d_5					
	水			d_3	d_4	d_5					
	木				d_4	d_5					
	金					d_5					
	月						d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
		1W					2W				
		月	火	水	木	金	月	火	水	木	金
1W	月	λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4					
	火		λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4				
	水			λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4			
	木				λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4		
	金					λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	
	月						λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4

図5 内示提示パターンのバリエーション

（上：サイクリック型 下：ローリング型、

図中の d 、 λ は、提供される内示データがあることを示す）

4.2 内示のブレパターンのバリエーション

内示のブレパターンのバリエーションを示す。ブレパターンは、取引先企業が最終の引き取り量（確定注文）に対して、内示としてどのような数値（目標、上限、下限）を提示するかによる。

表3のⅠ型は、「引き取り量目標提示型」であり、内示として最終の引き取り量目標を提示し、確定注文は目標に対して増加減少の両方向にあるというタイプである。企業連携により内示と確定注文量とのかい離を極力最小にしようという相互の意思がはたれているといえる。一方、表3のⅢ型は、「引き取り量上限提示型」であり、内示として、引き取り量上限を提示し、確定注文は減少方向のみというタイプである。発注者は絶対安定的な納入を要望する場合である。Ⅰ型が基本形であると思われるが、業種・業態あるいは、企業間の取引タイプによって、Ⅱ、Ⅲ型のバリエーションが見られる。

一般的には、発注者が内示と確定注文のかい離を少なくしたいという取引の場合は、Ⅰ型を選び、発注者が確定注文数をかなり精度よく予想される場合あるいは、予想ができないので、極端に大きい数値にて内示せざるを得ない場合は、Ⅱ、Ⅲ型になると思われる。発注者の購買政策によって、内示提示パターンのバリエーションと同様に、サプライヤーの生産管理業務スタイルや計画の考え方の違いによって引き起こされる。

表3 内示のブレパターンのバリエーション

ブレパターン		ブレの傾向と狙い	ブレの原因
Ⅰ	引き取り量目標提示型	・内示（引き取り量目標）を提示しブレは、増減の混在。 ・企業連携により内示と確定注文量とのかい離最小化	顧客仕様、生産変動などの合成
Ⅱ	引き取り量下限提示型	・内示（引き取り量下限）を提示しブレは増加方向のみ ・納入量の絶対確保重視	取引先の最小生産量からの受注量の変動
Ⅲ	引き取り量上限提示型	・内示（引き取り量上限）を提示しブレは減少方向のみ ・納入上限設定	取引先の受注量の変動

4.3 レジリエンスのためのリスク評価尺度

近年では、自然災害、金融危機などの非日常的なリスクや劣化、環境変化、不確実性など日常的なリスクに対してレジリエンスを考慮した生産・在庫管理が不可欠である[3,8]。レジリエンスとは、「リスクを予想しながら、予見される条件（想定される状況）下あるいは、予見されない条件（想定外の状況）下でも、求められている動作を継続する力あるいは、回復する力」である[9]。レジリエンス向上の為には、リスクに対する感度の高い認識力が必要であり、リスクを計量するツールとしてリスク評価尺度が重要である。

内示生産システムにおいては、注文の不確実性による在庫切れがリスクとして存在する。従来は、注文の不確実性による在庫不足を品切れ率で表現し、安全在庫量を確保することがポイントであった[1]。平均的在庫不足量については関心が希薄であったし、計画期間全体の在庫不足の度合いを一元的に扱うことは少なかった（図6参照）。

そこで、従来から多用されている在庫管理における安全在庫量、未達率、品切れ率に加えて、品

切れ率を指標とした場合には現れない在庫量のバラツキの分布のすそ野の大きさから生じるリスク（隠れたリスクと呼ぶ）を明示的に表現する評価尺度の活用を進めていくことが重要となる[10-12]。

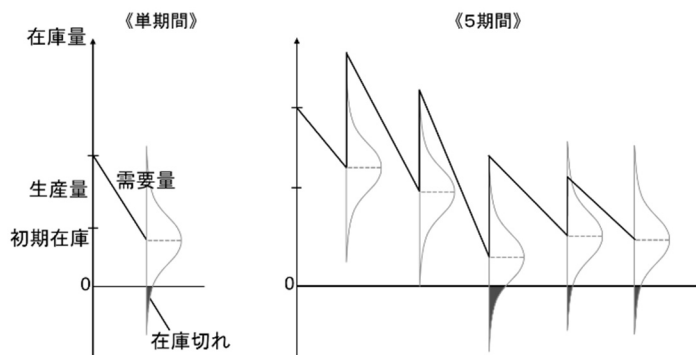


図6 在庫切れの様相（左：単期間の在庫切れ 右：多期間の在庫切れ）

4.3.1 代表的なリスク評価尺度

代表的なリスク評価尺度としては VaR（Value-at-risk）、AVaR（Average value-at-risk）があり、次のように定義されている[10]。

$$\text{VaR}(\varepsilon) = -\inf\{F(x) \geq \varepsilon\} = -F_X^{-1}(\varepsilon) \quad (1)$$

$$\text{AVaR}(\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} \int_0^\varepsilon \text{VaR}(p) \, dp \quad (2)$$

ここで、 $F_X^{-1}(\varepsilon)$ は、信頼水準を ε とした時の確率変数 X の分布関数の逆関数である。 $\text{VaR}(\varepsilon)$ はリスク指標としての柔軟性の高さから、よく用いられるが、テールリスクのように、発生する確率は低いが大きな損害を出すリスクを捉えることが困難であるということや、劣加法性を満たさないということなどが指摘されている。一方、 $\text{AVaR}(\varepsilon)$ は、単調性（monotonicity）、劣加法性（sub-additivity）、正の同次性（positive homogeneity）、平行移動不変性（translation invariance）を満たしている[12]。

4.3.2 リスク評価尺度の在庫管理における解釈

在庫管理の観点から、これらのリスク評価尺度を解釈する[13]。単一期間を考える。在庫管理における $\text{VaR}(\varepsilon)$ の意味を述べる。信頼水準 ε が与えられたときの $\text{VaR}(\varepsilon)$ は、在庫量の確率密度関数を $f(x)$ とすると、

$$\varepsilon = \int_{-\infty}^{\text{VaR}(\varepsilon)} f(x) \, dx \quad (3)$$

の関係にある。

一方、従来から用いられている未達率 SO_n は

$$\text{SO}_n = 1 - \int_0^\infty f(x) \, dx = \int_{-\infty}^0 f(x) \, dx \quad (4)$$

である。(3)(4)式から、 $\text{SO}_n = \varepsilon$ のときには $\text{VaR}(\varepsilon) = 0$ となる。すなわち、未達率が ε であるリスクは $\text{VaR}(\varepsilon)$ であり、 $\text{VaR}(\varepsilon) = 0$ になる在庫水準であるといえる。

次に、在庫管理におけるAVaRの意味は、定義より、信頼水準 ε 以下におけるVaR(ε)の平均値である。

平均在庫品切れ量をSVaR とすると、

$$SVaR = - \int_{-\infty}^0 xf(x) dx \quad (5)$$

である。SVaRとAVaR(ε)の間には次のような関係が成り立つことが示されている[13]。

$$SVaR = \varepsilon \cdot AVaR(\varepsilon) \quad (6)$$

以上のことをまとめると、

- ① 例えば、 $\varepsilon=0.05$ とする。品切れ率 5%であり、直感的に 100 回のうちに（ちょうど）5 回品切れが起こる確率である。これから、 $\varepsilon=0.05$ の VaR(ε)とは、品切れ率が 0.05 となる在庫水準である。品切れ率 5%の安全在庫を設定しておくとも VaR(ε)はゼロになる。
- ② また、AVaR(ε)は、直感的に 100 回のうちに 5 回以下の品切れが起こる確率となる在庫水準である。品切れ率 5%の安全在庫を設定しておくとも AVaR(ε)はゼロ以上になり、VaR(ε)で評価する場合よりもリスクは高く評価される。これは、品切れ率を指標とした場合には現れない在庫量のバラツキの分布のすそ野の大きさから生じる隠れたリスクを明示的に表現する評価尺度であるからである。
- ③ (6)式より、AVaR(ε)は、平均在庫品切れ量に換算できることから、AVaR(ε)は平均在庫品切れ量に対応すると解釈できる。

これらをまとめると、表 4 のようになる。在庫不足リスクの指標は、VaR(ε)の概念で評価するか、AVaR(ε)の概念で評価するか、また表現を確率で表現するかリスクの量で表現するかにより 4 つに分類できる。

表 4 在庫不足リスクの指標

	確率表現	リスク量表現
VaR 概念	<ul style="list-style-type: none"> ・【定義】未達率 ε (あるいは、在庫品切れ率) $SO = 1 - \text{Prob}\{S_1 \geq 0\}$ ・在庫量が0以下になる確率であり、 ・例えば、品切れ率5%とは、直感的に100回のうちに(ちょうど)5回品切れが起こる確率 	<ul style="list-style-type: none"> ・【定義】VaR $VaR_{\varepsilon}(X) = -F_X^{-1}(\varepsilon)$ ・安全在庫量と同じ意味のリスク量表現 ・ここで、$F_X^{-1}(\varepsilon)$は、需要量分布の逆関数
AVaR 概念	<ul style="list-style-type: none"> ・在庫量がAVaR以下である確率 $SO = 1 - \text{Prob}\{S_1 \geq -AVaR\}$ ・例えば、品切れ率5%の時には、直感的に100回のうちに5回以下(場合によれば1回)の品切れが起こる確率 	<ul style="list-style-type: none"> ・【定義】AVaR $AVaR_{\varepsilon}(X) = \frac{1}{\varepsilon} \int_0^{\varepsilon} VaR_p(X) dp$ ・AVaR = 平均在庫品切れ量 / ε (ε は、tail probability, conditional levelなどと呼ばれる)

これらのことから、日常的なレジリエンスのために在庫危険度合を評価するリスク評価尺度として、従来から多用されている在庫管理における安全在庫量、未達率の加えて、VaR (value-at-risk)、AVaR (average value-at-risk) を考慮した内示生産システムが不可欠である。特に、AVaR は、品切れ率を指標とした場合には現れない在庫量のバラツキの分布のすそ野の大きさから生じる隠れたリスクを明示的に表現する評価尺度であり、日常的なレジリエンスのためにこの活用を進めていく

ことが重要となる。

単一期間の在庫管理について述べたが、計画期間全体の在庫不足の度合いを一元的に扱うためには、多期間のリスク評価尺度が必要であり、この開発が望まれる[13,14]。

4.4 内示生産システムの基本属性（更新版）

以上の考察から、内示生産システムを規定する基本属性は、図7のように要約できる[15]。基本属性項目は、内示情報項目、内示提示パターン、内示ブレパターン、レジリエンスに対するリスク評価尺度である。図4と対比すれば、体系化が進んでいることがわかる。

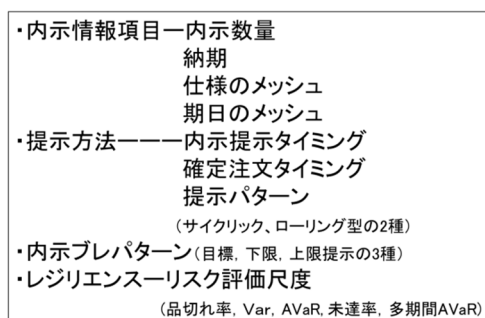


図7 内示生産システムを規定する基本属性（更新版）

5 将来へ向けての課題

5.1 当面の課題

現在の研究の視点は、「部品サプライヤー」が「不確実な内示情報」を「生産計画」に有効に活用する観点であり、いわば、「内示情報の提示を受ける企業」が「オペレーショナルな視点」で、「生産諸元」をどのように改善して、「企業収益」に貢献するかの視点であり、サプライヤー企業サイドの視点での内示生産システムへの改善・改良に関するものである。この観点からの今後の課題としては、(i)内示情報を活用する業界の事例の収集拡大(ii)多期間リスク指標の開発とレジリエンスを高める内示生産システムへの適用である。

5.2 中・長期的な課題

さらに中長期の課題を述べる。現在の企業視点をこえて社会的、経済的な視点から研究課題をとらえる必要がある。

内示システムとは、「発注者が提供する内示注文と確定注文が変わることを許容した広範囲な業界で行われる①生産レベルの関係であり、②商取引であり、③企業間連携による発注者への供給体制であり、④災害に対して回復力を必要とする(レジリエントである)仕組みであり、⑤広範囲な業界の経済活動である」あるいは、「先行需要情報を利用して社会に必要な生産物を供給する企業間連携における供給システム」ととらえ、社会科学の学問的な基盤に立脚し、広い視野で考察を深める必要がある[16-19]。

この観点から、今後の研究の視点を述べる。

- ① 生産レベルの関係：リードタイムと多様性を両立する生産手段
- ② 商取引：取引責任，下請け取引ルール等のもとでこのような仕組みが成立する要件
- ③ 企業間連携による発注者への供給体制：生産性向上手段，情報ドリブンな関連企業統治
- ④ 災害に対して回復力を必要とする（レジリエントである）仕組み：リスクの企業間分散配置
- ⑤ 経済活動：内示システムが広範囲に発展した形態に対して社会科学からみた意味づけや今後の姿。例えば，多くの企業間で内示システムが成立した時の経済システムの仕組み，人口減少社会におけるモノづくりのひな形など

6 おわりに

従来の内示生産システムの分類に加えて，内示情報の提示パターン，内示注文と確定注文のブレパターン，レジリエンスのためのリスク評価尺度などを取り込んだ新しい基本属性を明らかにした。将来の研究に向けて視野の拡大の必要性和課題を述べた。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり有益な助言，情報提供等を賜りましたマツダ株式会社渋谷宏明氏，NSウエスト株式会社の倉本敏明氏，寺迫耕治氏に深く感謝致します。

また，レジリエントものづくりのための技術とマネジメント小委員会 RMWG（主査岩田一明先生）のメンバー各位に深く感謝致します。

本研究の一部は，日本学術振興会科学研究費基盤研究(C)-25350452 による助成を受けています。

参考文献

- [1] 上野信行：内示情報と生産計画ー持続可能な社会における先行需要情報の活用ー，朝倉書店（2011）
- [2] 上野信行，高橋周平，奥原浩之：内示情報を用いた生産計画システムの分類と活用手順，日本経営システム学会誌，28-1，pp.27-36（2011）
- [3] 藤井聡編：経済レジリエンス宣言，日本評論社（2013）
- [4] N. Ueno, K. Okuhara, H. Ishii, H. Shibuki and T. Kuramoto: Multi-item Production Planning and Management System Based on Unfulfilled Order Rate in Supply Chain, Journal of the Operations Research Society of Japan, 50-3, pp.201-218 (2007)
- [5] 上野信行，川崎雅也，奥原浩之：内示情報を用いた未達率による生産計画システムの提案，システム制御情報学会誌，23-7，pp.147-156（2010）
- [6] 上野信行，角本清孝，奥原浩之：内示情報を用いた未達率による生産計画システムの提案(Ⅱ)ー未達率尺度の特性解析と基点在庫方策との比較ー，システム制御情報学会誌，24-3，pp.43-53（2011）
- [7] 上野信行，李偉，韓虎剛，奥原浩之：内示情報を用いた在庫補充方策の特性解析，日本経営システム学会誌，Vol.31，No.1，pp.37-44（2014）
- [8] 澤田康幸：巨大災害・リスクと経済，日本経済新聞社（2014）

- [9] E. Hollnagel, D. D. Woods, N. Leveson, 北村正晴（監訳）：レジリエンスエンジニアリング概念と指針，日科技連（2012）
- [10] S. T. Rachev, S. V. Stoyanov and F. J. Fabozzi: Advanced Stochastic Models, Risk Assessment, and Portfolio Optimization, John Wiley & Sons, Inc (2008)
- [11] R. T. Rockafellar and S. Uryasev: Conditional value-at-risk for general loss distributions, Journal of Banking & Finance, Vol.26, No.7, pp1443-1471 (2002)
- [12] 岩沢宏和：リスク・セオリーの基礎，培風館（2010）
- [13] 上野信行，栗栖優，韓虎剛，奥原浩之：在庫管理におけるレジリエンス向上のためのリスク評価尺度の考案，県立広島大学論集，Vol.6, No.1, pp.43-56（2014）
- [14] 田口雄基，上野信行，奥原浩之：AVaRに基づく多期間リスク評価尺度の提案ー内示生産システムにおけるレジリエンス向上のための指標づくりー，第53回日本経営システム学会全国発表大会予稿集，（2014.10）（愛知工業大学）
- [15] 上野信行：内示生産システムの体系化についての考察ーシステム特性・分類・レジリエンスと展開ー，第40回日本生産管理学会全国大会予稿集，pp.73-76（2014.9）（名古屋市中心企業振興会館）
- [16] ハル・R・ヴァリアン（訳）佐藤隆三，三野和雄：マイクロ経済分析，勁草書房（2010）
- [17] 長岡貞男ら：産業組織の経済学，日本評論社（2013）
- [18] 伊藤秀史：契約の経済理論，有斐閣（2013）
- [19] 米山高生ら監訳：保険とリスクマネジメント，東洋経済新報社（2010）