

内示情報と生産計画

——持続可能社会における先行需要情報の活用——

上 野 信 行*

1. はじめに

本テーマは、(株)マツダ、1次サプライヤーとの共同研究がきっかけとしてスタートした。その後共同研究体制はなくなったが、今日まで約十数年にわたり個別に研究を進めてきたものである。この間の研究蓄積を単著『内示情報と生産計画—持続可能な社会における先行需要情報の活用—』(朝倉書店)にまとめ、2011年に世に出した。その後、2014年に日本生産管理学会賞を受賞することができた。

本研究集会においては、前述の著書の内容、最近の研究及び今後の予定を報告したものである。

自動車産業における完成車メーカー(以下メーカーという)と1次サプライヤーの取引では、内示情報(事前の注文予定情報)が重要な役割を果たしている。メーカーは生産予定が決まった時点で、内示情報を提示し、サプライヤーは、これに基づき生産準備あるいは生産開始を行う。メーカーは、その後起こる顧客からの仕様の変更や設備トラブル等に応じて生産予定を変更し、納入の一定期間前に確定注文を提示し、正確に納品させる。一般的に、内示情報と確定注文情報は異なる。内示は伝統的な情報共有のやり方であり、問題解決志向の協調的な企業間連携であるといえる。メーカーは短い

納入期間で顧客ニーズに応じた仕様の部品を受け取ることができ、サプライヤーは、早くから生産準備を開始できる効果があるが、課題も多い。

研究集会においては、(1)メーカーと1次サプライヤー間の内示システム、内示情報の役割と特性、内示変動のメカニズムを概説した。(2)内示情報を生産計画に活用する考え方を述べた。すなわち、内示情報を「不確実性を含む情報であるが、生産に先行して確定注文情報を予期可能な需要情報(先行需要情報, Advance Demand Information, ADI)である」と捉え、その上で、内示情報を活用した生産計画・購買計画のたて方等について述べた。

報告の構成は、以下のとおりである。

1. 内示情報と内示変動メカニズム—自動車製造 M 社と部品サプライヤーの例—
2. 内示生産システムの特性—生産管理面・受発注面から—
3. 未達率をベースにしたサプライヤーの基準(週間)生産計画問題—簡単な例題による説明—
4. 内示情報を用いたサプライヤー生産計画問題の数理的記述—モデル化と未達率指標—
5. 最近の研究項目
6. 今後の課題

以下、内示情報の不確実性とこの特性を持つ内示情報を用いることによる生産計画の困難性

* 広島経済大学大学院経済学研究科教授

に焦点を当てて報告する。

2. 内示情報とその変動

2.1 内示情報とは

内示情報は、上流の企業が生産や材料・部品調達を開始するタイミング以前に受け取る注文単位の事前情報である。最終的には、仕様と数量が確定した確定注文情報が伝達されるので、内示情報は予定情報である（図1参照）。

自動車産業のようにもともと内示方式を採用して内示情報を活用している業界のみならず、内示方式を採用していないが、これに相当する情報を利用している企業は多い。例えば、大手販売業者から製造業者に提示される「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」等の情報である。

2.2 内示情報の不確実性

メーカーは自社の生産予定が決まったタイミングで内示を出し、部品サプライヤーに生産準備あるいは生産開始を行わせる。メーカーはその後に起こる顧客からの要求仕様の変更や設備

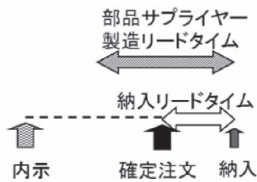


図1 内示と確定注文

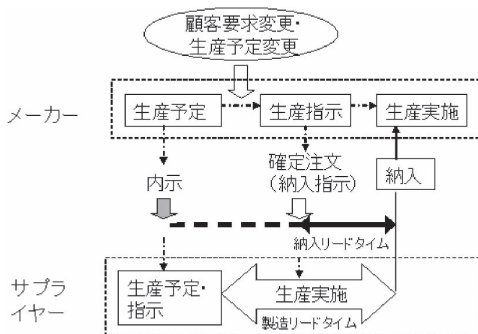


図2 内示が変動する仕組み

トラブルなどによる生産予定の変更を反映し、社内へは生産指示を、部品サプライヤーへは確定注文（納入指示）を提示し、一定の所要期間後に自社の生産に同期して正確に納入させる（図2参照）。

内示情報は、それが作成された時点における受注量を反映した生産計画数量である。内示から確定注文提示までに、顧客の要求仕様の変更や生産予定の変更がない限り、生産計画数量は変わらず、確定注文（納入指示）は内示と同じはずである。しかし、内示から確定注文提示までに、顧客の要求仕様の選択の揺らぎ、生産トラブル・生産変動の揺らぎなどの細かい揺らぎが反映されて、内示と確定注文の間に変化が起こる。このことから内示情報には不確実性を含んでいるといえる。そのために、不確実性を含む内示情報を用いざるを得ない部品サプライヤーの工程管理は複雑で困難が伴うことになる。

2.3 不確実な内示情報をベースとする生産計画の困難性

内示情報が不確実性を有してことから、日別の内示数量どおりに生産数量を決めることはできない。表1に示す5期間の例により、生産計画の困難性を述べる。生産数量を平準化して毎日14としておく。内示数量が確定注文数量と同じ場合には、在庫推移は1期19、2期13、以下3、11、13となる（図3(a)）。3期が最低位であるが、それでも3であり、0にはならない。しかし、内示数量が確定注文数量と異なり、内

表1 5期間の生産計画の例

	初期	1期	2期	3期	4期	5期
初期在庫量	15					
内示 (= 確定注文)		10	20	24	6	12
生産量		14	14	14	14	14
在庫量		19	13	3	11	13

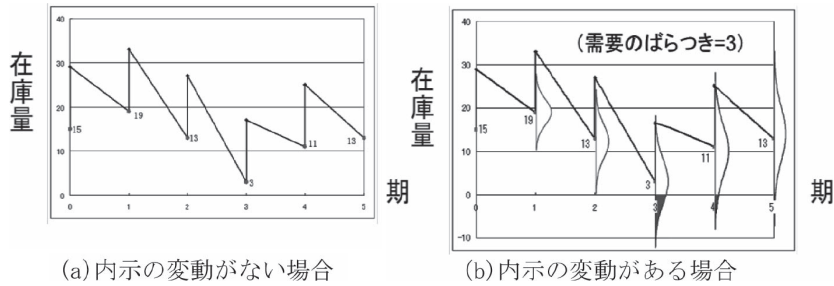


図3 内示に変動がある場合の在庫推移と在庫切れ

示数量のバラツキ（標準偏差）が3の場合には、例えば、1期目は平均19、標準偏差3であるから、図中のほぼ10-28の範囲に変動（分布）することになる。厳密には、内示の変動を正規分布と仮定したときに、99.7%の確率で、10-28の範囲にばらつくことを示している。5期間について描くと図3(b)のようになる。特に、3期目では在庫の分布が0未満になる可能性が高く、その比率（確率）は約28%であり、3-4回に1回は在庫切れが起こることを表している。すなわち、当初考えた平準化した毎日14の生産数量では3期には在庫切れが起こるリスクが非常に高いことを表している。

生産計画に際しては、まずこのようなリスク状況にあることを定量的に認識することが大切であり、次に、これらのリスクを回避する方法を施すことになる。

このようなあいまいな内示情報については、不確実性を考慮した生産計画の立て方 [1-6, 8-11], リスクの評価指標 VaR (Value-at-Risk), AVaR (Average Value-at-Risk) の多期間化 [12, 14], 新しいリスク指標に基づく生産計画の立て方 [15-17, 19], 内示生産システムの分類・体系化 [7, 13], 地元部品サプライヤーの取引システムの実態調査 [18] 等の研究が進められている。巻末の参考文献を参照ください。発表年代順に並べている。

最後に、内示情報を用いた取引システムをもつ自動車産業における2, 3次サプライヤーの

実態調査の進捗・途中の結果を説明した。

3. おわりに

この分野の研究はまだまだ始まったばかりである。今後の IOT (Internet of Things) 時代においては、すべてのモノのリアルタイムの情報が単につながるだけでなく、リアルタイムの少し先にある情報を先行取得して、これらを互いに活用することが効果的であると思われる。「先行情報」の概念は経済的活性化の重要な役割を果たすのではないかとと思われる。この分野にご興味をもたれる先生方がいらっしゃった場合は、共同で研究を進めたいと思っています。

謝辞：ご出席の先生方には、貴重なご意見やコメントをいただきました。これからの研究につながる点が多く、大いに参考にさせていただきたいと思っています。感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 上野信行, 古田恭三, 奥原浩之, 渋谷宏明, 倉本敏明: マスカスタマイゼーション対応の生産管理システムの提案, システム制御情報学会論文誌, Vol. 17, No. 6, pp. 221-229 (2004)
- [2] 上野信行, 古田恭三, 奥原浩之, 渋谷宏明, 倉本敏明: マスカスタマイゼーション対応生産計画システムの多品種モデルへの拡張, システム制御情報学会論文誌, Vol. 18, No. 3, pp. 89-99 (2005)
- [3] 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, Vol. 50, No. 3, pp. 201-218 (2007)
- [4] N. Ueno, E. Domoto and K. Okuhara: Demand

- Distribution-Based Mass Customization Production Management by Unfulfilled Order Rate, *International Journal of the Japan Association for Management Systems*, Vol. 1, No. 1, pp. 77-82 (2009)
- [5] 上野信行, 川崎雅也, 奥原浩之: 内示情報を用いた未達率指標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*, Vol. 23, No. 7, pp. 9-18 (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指標による生産計画システムの提案(II)—未達率指標の性能解析と基点在庫との比較, *システム制御情報学会誌*, Vol. 24, No. 3, pp. 43-53 (2011)
- [7] 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*, Vol. 28, No. 1, pp. 27-36 (2011)
- [8] 上野信行: 大規模生産における内示情報を活用した生産計画—不確実な需要環境に対する先行需要情報の活用—, *計測と制御*, Vol. 50, No. 7, pp. 436-443 (2011)
- [9] 上野信行: 「内示情報と生産計画—持続可能な社会における先行需要情報の活用—」, 朝倉書店 (2011)
- [10] N. Ueno, K. Kadomoto, T. Hasuike and K. Okuhara: A Two Stage Solution Procedure for Production Planning System with Advance Demand Information, *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, Vol. 6, No. 5, pp. 633-646 (2012)
- [11] 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)
- [12] 上野信行, 栗栖 優, 奥原浩之, 韓 虎剛: 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, *県立広島大学経営情報学部論集*, Vol. 6, No. 1, pp. 43-56 (2014.2)
- [13] 上野信行, 奥原浩之: 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—, *県立広島大学論集*, Vol. 7, No. 1, pp. 191-202 (2015.2)
- [14] 上野信行: 第5章内示生産システムにおけるリスク評価尺度, *精密工学会総合生産システム専門委員会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(主査岩田一明) 検討成果報告書*, pp. 37-43 (2015.3)
- [15] 上野信行, 李 偉, 韓 虎剛, 奥原浩之: レジリエンスを考慮した在庫補充モデルの提案, *日本経営システム学会誌*, Vol. 32, No. 1, pp. 67-75 (2015.7)
- [16] 上野信行, 田口雄基, 奥原浩之: AVaR に基づいた週間生産計画法の提案—ゲーム理論的アプローチ—, *日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌 TORSJ*, Vol. 58 (2015)
- [17] 上野信行: シャープレイ値に基づく生産計画モデルにおける生産平準化について—シャープレイ値配分と生産平準化配分の関係—, *広島経済大学経済研究論集*, 第39巻1, 2号合併号, pp. 17-26 (2016)
- [18] 上野信行: 内示生産システムにおける需要の不確実性への対応, *広島経済大学経済研究論集*, 第39巻3, 4号合併号, pp. 1-12 (2016)
- [19] A. O. N. Rene, N. Ueno, Y. Taguchi and K. Okuhara: An Available Solution for Multi-Period Production Planning with Constraints Based on Shapley Value, *International Journal of the Japan Association for Management Systems*, Vol. 8, No. 1, pp. 47-56, December (2016)