

# 様々な評価指標に基づくサプライヤー発注方式の性能評価

——需要のばらつきが大きい場合——

上 野 信 行\*

## 概 要

筆者は、既に、サプライヤーの発注方式の評価法を提案している [1]。すなわち、不確実な環境において、在庫切れ、フレキシビリティ（柔軟性）、ロバストネス（強靱性）などのリスク面の視点をも加味した評価法を示し、「発注・在庫シミュレーションモデル」を作成し、評価法の妥当性の検証と様々な発注方式の性能確認を行った。また、提案した評価法の枠組みを利用して、補充タイミングの在庫目標量設定ルールと補充タイミング決定ルールの見直しによる発注方式の改善と性能評価を行い、毎日発注方式を提案した [2]。

論文 [2] では、代表的な電子部品を対象に比較検討を行ったが、さらに在庫切れが激しく発生する環境を想定した評価も不可欠である。すなわち、需要のばらつきが極端に大きい部品や極端に小さい部品に対して、様々な評価指標を基に性能評価を広げる必要がある。

本論文では、すでに提案してきた発注方式や在庫補充ルールの見直しを「需要のばらつきが極端に大きい部品」や「極端に小さい部品」に適用するに際して、コスト面、在庫品切れリスク面、変動対応面などを評価する様々な評価指標を基に性能確認を行った。

その結果、ばらつきが極端に大きい部品については、在庫切れリスクが発生する。特に、補充タイミングの在庫目標量の設定を内示の3日分から1.5日分に半減化した場合には、すべての発注方式で在庫切れが発生した。その中で、毎日発注方式は週2回発注方式に比べて、発生回数は大幅に小さく、在庫切れの抑制・防止効果は極めて高い。また、ロバストネス、フレキシビリティは高く、変動安定化効果が顕著であることを示した。

キーワード：内示システム、部品補充、リスク、フレキシビリティ、ロバストネス、毎日発注方式、部品サプライヤー、強化、シミュレーションモデル、需要のバラツキ

## 1. はじめに

筆者は、既に、サプライヤーの発注方式の評価法を提案している [1]。すなわち、不確実な環境において、在庫切れ、フレキシビリティ（柔軟性）、ロバストネス（強靱性）などのリスク面の視点をも加味した評価法を示し、「発注・在庫シミュレーションモデル」を作成し、評価法の妥当性の検証と様々な発注方式の性能確認を行った。また、提案した評価法の枠組みを利用して、補充タイミングの在庫目標量設定ル

ルと補充タイミング決定ルールの見直しによる発注方式の改善と性能評価を行い、毎日発注方式を提案した [2]。

論文 [2] では、代表的な電子部品を対象に比較検討を行ったが、さらに在庫切れが激しく発生する環境を想定した評価も不可欠である。すなわち、需要のばらつきが極端に大きい部品や極端に小さい部品に対しても性能評価を広げる必要がある。

本論文では、すでに提案してきた様々な発注方式や在庫補充ルールの見直しを「需要のばらつきが極端に大きい部品」や「極端に小さい部品」に適用するに際して、平均在庫量、在庫切

\* 広島経済大学大学院経済学研究科教授

れの発生頻度、ロバストネス、フレキシビリティなどのコスト面、在庫品切れリスク面、変動対応面などを評価する様々な評価指標を基に性能比較を行い、留意点を指摘するとともに、毎日発注方式の優位性を明らかにするものである。

## 2. 性能評価の方法

### 2.1 発注方式と在庫補充ルールの見直し案の整理 [1, 2]

#### (1) 発注方式

- ①週1回発注で確定期間が翌週の1週間の場合の発注方式（週1回発注方式と呼ぶ）
- ②週2回発注で確定期間がそれぞれ1週間先の3日間と2日間の場合の発注方式（週2回発注方式と呼ぶ）
- ③毎日発注で確定期間が翌日の1日の場合の発注方式（毎日発注方式と呼ぶ）

#### (2) 在庫補充ルール

##### ①基準ケース

在庫目標量は内示の3日分で、補充タイミング決定をおこなう指定日の在庫量は在庫目標量の1/2である。

##### ②補充タイミングの在庫目標量の変更

在庫目標量は内示の1.5日分（基準ケースの半減化）で、補充タイミング決定をおこなう指定日の在庫量は在庫目標値の1/2である。

##### ③補充タイミング決定ルールの見直し

在庫目標量は内示の3日分で、補充タイミング決定をおこなう指定日の在庫量は在庫目標値の1/3（低位化）である。

### 2.2 様々な評価指標と評価内容

発注方式の評価に関しては、コスト面、在庫品切れリスク面、変動対応面等の様々な指標を用いて多面的に評価することとしている。

#### (1) コスト面からの指標評価

在庫されている部品は、倉庫や在庫保管室におかれる。在庫量が多いとそれに相当するス

ペースを確保しなければならないし、精密部品であれば品質維持のためのエアコン設備とそのメンテナンスが必要であるし、高額品であれば防災上の安全を確保しなければならず、コストアップにつながる。

物流業者からの部品搬入には、受け入れ・立会い業務や検収業務が必要であることから、回数が増えると業務管理上のコストが必要である。

これらに関する評価指標としては、「平均在庫量」、「平均搬入量」、「平均搬入回数」を用いる。

#### (2) 在庫品切れリスク面からの評価指標

在庫管理上の最大の目的は、部品使用時に必要な数量が確保されていることである。確保されていなくて部品要求に対して不足する状況は「欠品」と言われ、これが発生することは製造ができず、生産設備がストップし、製品納期が遅れるなどの影響が大きい。工場管理が乱れ、対応があいまいになり、結果としてコストアップにつながる。

これらに関する評価指標としては、「在庫切れ回数」「充足率」を用いる。「在庫切れ回数」は欠品の起こる回数であり、「充足率」は欠品とはならない数量の比率である。

欠品を絶無にすることは、不確実性が存在する限り不可能であり、そのためにバッファとして安全在庫を設定する。欠品の予防として、安全在庫に対して刻々の在庫がどのような状況にあるかを管理することは極めて重要である。このための指標として在庫レベルが「安全在庫以上ある回数」「安全在庫の1/2以上である回数」「安全在庫の1/2未満である回数」を用いる。例えば、「安全在庫の1/2未満である回数」が多い方式であれば突発的な不確実性により欠品が発生する可能性が高く、生産継続性へのリスク対応力が弱いといえる。

#### (3) 変動対応面

需要は絶えず変動する。小刻みな変動であれ

ばバッファとしての安全在庫により吸収することができるが、突然に突発的に大きくなる変動については安全在庫にて吸収が不可能になる。

対策として、例えば緊急に部品供給業者に発注し、緊急に搬入を要請する。部品供給業者に部品があれば対応可能だがコストアップにつながるし、部品がない場合は生産ストップとなる。

このように変動に対する対応力を評価する指標として「ロバストネス指標」、「フレキシビリティ指標」を用いる。変動の中でトレンドを伴わないものは、「ロバストネス指標」で評価し、変動の中でトレンドを伴うものは、「フレキシビリティ指標」を用いる。

### 2.3 発注・在庫シミュレーションモデルと方法

#### (1) Excel シミュレーションシート

シミュレーションを行うにあたって作成したExcelシミュレーションシートを図1に示し、その計算方法を説明する。

図1の安全在庫目標の決め方は、先1か月の1日当たりの平均工場使用量の3日分を用いる。想定する需要の不確実性への対応の為である。シミュレーションの動きを説明する。

初期の繰越在庫は、4,800（内示の3日分、1,600×3）である。1日目には、基準搬入量1,360、内示に対して工場使用量1,510であり、1日目末の繰越在庫は、

$$1 \text{ 日目末の繰越在庫} = 4,800 + 1,360 - 1,510 = 4,650$$

である。そして、充足量は工場使用量1,510に対してすべて充足できたことを表している。

判定は、日ごとに繰越在庫レベルが安全在庫目標に対してどのレベルにあるかを記号で表記している。繰越在庫が安全在庫目標以上ならば「○」、繰越在庫が安全在庫目標 1/2 以上ならば「□」、繰越在庫が安全在庫目標 1/2 未満ならば「×」、繰越在庫が0未満ならば「××」を表示することになっている。

内示変動の様相については、トヨタの月別生産台数を用いて比率化して、月ごとに内示数量が変化していると想定する [1]。

#### (2) シミュレーションの方法

1回につき1,000日間のシミュレーションを行い、それを100回繰り返す。これにより10万日分のシミュレーションを行う [3]。

### 2.4 対象購入部品

需要のばらつきが極端に大きい部品としてスイッチ、極端に小さい部品としてプリント板を取り上げる。どちらも初期在庫量は内示の3日分、安全在庫目標は内示の3日分とする。

#### ①ステアリングウォーマースイッチの場合

需要平均350 標準偏差60とする。需要平均に比べて標準偏差がきわめて大きくなった場合である。標準偏差は、需要平均の17.1%である。

#### ②プリント板の場合

需要平均120 標準偏差3とする。需要平均、標準偏差ともきわめて小さい場合である。標準偏差は、需要平均の2.5%である。

	初期	1月	2火	3水	4木	5金	6月	7火	8水	9木	10金	11月	12火	13水	14木	15金	16月
① 内示	-	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
② 基準搬入量	-	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360
追加搬入量	-				0		0			0		2449				0	0
搬入量合計	-	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	1360	3809	1360	1360	1360	1360	1360
③ 工場使用量	-	1510	1715	1666	1658	1684	1489	1681	1638	1574	1445	1534	1422	1713	1695	1641	1617
④ 安全在庫目標	-	4821	4830	4807	4794	4788	4774	4776	4767	4775	4789	4811	4819	4838	4818	4809	4800
⑤ 繰越在庫	4800	4650	4295	3989	3691	3367	3238	2917	2639	2425	2340	4615	4553	4200	3865	3584	3327
⑥ 緊急発注量	-			0		0				0		2449			0		0
⑦ 判定	-	□	□	□	□	□	□	□	□	□	×	□	□	□	□	□	□
⑧ 充足量	-	1510	1715	1666	1658	1684	1489	1681	1638	1574	1445	1534	1422	1713	1695	1641	1617

図1 週2回発注方式のシミュレーションシート ([1] 図6の再掲)

なお、論文 [2] で用いた電子部品の場合では、需要平均1,600、標準偏差80で、需要平均と標準偏差の比が①②の中間の大きさの場合である。標準偏差は、需要平均の5.0%である。

### 3. シミュレーション結果

シミュレーション結果を表1から表6に示す。表中では、週1回発注方式、週2回発注方式、

毎日発注方式をそれぞれ週1、週2、毎日と略している。

### 4. シミュレーション結果の考察 (1) —在庫補充方法の見直しの場合—

在庫補充方法の見直しによる改善効果を確認する [4, 5]。

表1 スイッチのシミュレーション結果 (基準)

		内示変動なし			内示変動あり		
		週1	週2	毎日	週1	週2	毎日
繰越在庫	安全在庫以上 (○)	0	0	0	0	0	1
	安全在庫 1/2 以上 (□)	492	505	712	475	496	704
	安全在庫 1/2 未満 (×)	484	475	287	482	471	295
	0 未満 (在庫切れ) (××)	24	20	0	42	33	0
平均在庫量		510	518	654	479	495	632
平均搬入量		179,910	179,209	179,760	180,035	179,778	179,937
平均搬入回数		200	204	287	200	208	295
充足率		99.570%	99.677%	100%	99.039%	99.342%	100%
ロバストネス指標		271	267	184	273	268	182
フレキシビリティ指標 $2\sigma$		98	105	71	204	191	161
フレキシビリティ指標 $3\sigma$		123	130	89	256	238	191

表2 スイッチのシミュレーション結果 (在庫目標量の半減化の場合)

		内示変動なし			内示変動あり		
		週1	週2	毎日	週1	週2	毎日
繰越在庫	安全在庫以上 (○)	0	1	1	0	1	1
	安全在庫 1/2 以上 (□)	208	391	511	197	378	500
	安全在庫 1/2 未満 (×)	287	463	483	279	457	488
	0 未満 (在庫切れ) (××)	506	146	6	524	165	10
平均在庫量		-14	186	255	-31	172	244
平均搬入量		179,681	179,886	179,926	180,159	179,741	179,876
平均搬入回数		200	377	489	200	378	499
充足率		68.182%	95.503%	99.961%	60.845%	94.666%	99.924%
ロバストネス指標		270	166	112	271	167	111
フレキシビリティ指標 $2\sigma$		100	73	39	139	107	83
フレキシビリティ指標 $3\sigma$		130	92	49	150	115	102

表3 スイッチのシミュレーション結果（補充判断の在庫量レベルが在庫目標量 1/2→1/3 になった場合）

		内示変動なし			内示変動あり		
		週1	週2	毎日	週1	週2	毎日
繰越在庫	安全在庫以上 (○)	0	0	0	0	0	0
	安全在庫 1/3 以上 (□)	653	676	775	633	655	769
	安全在庫 1/3 未満 (×)	294	298	224	299	301	231
	0 未満 (在庫切れ) (××)	54	27	0	68	44	0
平均在庫量		477	504	568	450	475	547
平均搬入量		179,703	179,810	179,974	180,223	180,194	179,758
平均搬入回数		190	196	224	191	197	231
充足率		96.738%	99.454%	100%	96.526%	99.001%	99.999%
ロバストネス指標		299	274	233	298	277	230
フレキシビリティ指標 2σ		176	104	74	242	195	142
フレキシビリティ指標 3σ		202	130	92	240	214	174

表4 プリント板のシミュレーション結果（基準）

		内示変動なし			内示変動あり		
		週1	週2	毎日	週1	週2	毎日
繰越在庫	安全在庫以上 (○)	0	0	0	0	0	0
	安全在庫 1/2 以上 (□)	871	919	952	866	913	950
	安全在庫 1/2 未満 (×)	129	81	48	133	87	50
	0 未満 (在庫切れ) (××)	0	0	0	0	0	0
平均在庫量		255	260	264	247	253	256
平均搬入量		8,945	8,924	8,917	8,958	8,974	8,962
平均搬入回数		44	46	48	45	48	50
充足率		100%	100%	100%	100%	100%	100%
ロバストネス指標		57	54	52	57	54	52
フレキシビリティ指標 2σ		48	38	34	61	58	60
フレキシビリティ指標 3σ		55	42	38	72	67	68

4.1 補充タイミングの在庫目標量を半減化した場合

4.1.1 スイッチの場合

表1, 2を比較する。

(1) 内示変動なしのケース

①週1回, 週2回発注方式について, 表2では, 在庫切れが発生している。それぞれ, 506回/

1,000日, 146回/1,000日であり, 非常に大きい。基準ケースでも在庫切れが発生している。在庫目標量を1/2化すると, このように極端にバラツキの大きな部品に対して高い頻度で在庫切れが発生する。

②週2回発注方式について, 表2では,

- a. 平均在庫量は, 518→186 (-64.1%) に

表5 プリント板のシミュレーション結果（在庫目標量の半減化の場合）

		内変動なし			内変動あり		
		週1	週2	毎日	週1	週2	毎日
繰越在庫	安全在庫以上 (○)	0	0	0	0	0	0
	安全在庫 1/2 以上 (□)	763	847	906	776	843	903
	安全在庫 1/2 未満 (×)	237	153	94	224	157	97
	0 未満 (在庫切れ) (××)	0	0	0	0	0	0
平均在庫量		118	125	128	116	121	125
平均搬入量		8,971	8,969	8,937	8,987	8,966	8,972
平均搬入回数		79	88	94	84	91	97
充足率		100%	100%	100%	100%	100%	100%
ロバストネス指標		34	30	27	32	29	27
フレキシビリティ指標 2σ		22	13	8	29	26	25
フレキシビリティ指標 3σ		24	15	10	33	32	32

表6 プリント板のシミュレーション結果（補充判断の在庫レベルが在庫目標量 1/2→1/3 になった場合）

		内変動なし			内変動あり		
		週1	週2	毎日	週1	週2	毎日
繰越在庫	安全在庫以上 (○)	0	0	0	0	0	0
	安全在庫 1/3 以上 (□)	891	936	964	894	935	962
	安全在庫 1/3 未満 (×)	109	64	36	106	65	37
	0 未満 (在庫切れ) (××)	0	0	0	0	0	0
平均在庫量		224	230	234	218	224	227
平均搬入量		8,900	8,876	8,884	8,939	8,918	8,918
平均搬入回数		34	35	36	35	26	37
充足率		100%	100%	100%	100%	100%	100%
ロバストネス指標		75	72	69	73	70	68
フレキシビリティ指標 2σ		34	30	30	63	52	51
フレキシビリティ指標 3σ		40	33	33	64	60	60

大幅に減少している。

- b. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。  
 c. 平均搬入回数は、204→377 (84.8%) と増加している。  
 d. ロバストネス指標については、267→166 (-37.8%)、フレキシビリティ指標 2σでは、105→73 (-30.5%)、とともに減

少している。変動を抑える効果は高い。

以上より、この部品に対しては、週2回発注方式を前提に、在庫目標レベルを半減化すれば、平均在庫量が大幅に減少するので、コストメリットはあるが、在庫切れが多発することから強化策としてとるべきでない。

## (2) 内示変動ありのケース [6]

週1回、週2回発注方式について、表2では、在庫切れが発生している。それぞれ、524回/1,000日、165回/1,000日であり、非常に大きい。内示変動なしのケースに比べて、更に悪化している。基準ケースでも在庫切れが発生しているが、在庫目標量を1/2化すると在庫切れが多発する。このように極端にバラツキの大きな部品に対して週1回、週2回発注方式の場合には、在庫目標量を下げることが危険である。

## 4.1.2 プリント板の場合

表4、5を比較する。

## (1) 内示変動なしのケースの考察

週1回、週2回発注方式とも在庫切れが皆無になった。電子部品 [2] の場合と同様である。

## (2) 内示変動ありのケースの考察

プリント板は、需要平均に比べて、標準偏差がきわめて小さいため、電子部品 [2] の場合において発生していた在庫切れが皆無になった。

## (3) 内示変動なしとありのケースの考察

電子部品 [2] の場合と同様である。

## 4.2 補充を行う判断となる在庫量が在庫目標量の1/2→1/3になった場合

## 4.2.1 スイッチの場合

表1、表3を比較する。

## (1) 内示変動なしのケース

①週1回、週2回発注方式について、表3では、在庫切れが発生している。それぞれ、54回/1,000日、27回/1,000日である。基準ケースでも在庫切れが発生しているし、補充を行う判断となる在庫量が1/2→1/3になった場合には更に多くなっている。このように極端にバラツキの大きな部品に対して補充を行う判断となる在庫量を下げることが危険である。

②週2回発注方式について、表3では、

- a. 平均在庫量は、518→504 (-2.7%) と同程度である。

- b. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。

- c. 平均搬入回数は、204→196 (-3.9%) と減少している。

- d. ロバストネス指標については、267→274 (2.6%)、フレキシビリティ指標  $2\sigma$  では、105→104 (1.0%) とほぼ同程度か若干増加している。ロバストネス、フレキシビリティ効果は見られない。

以上より、この部品に対しては、週2回発注方式を前提にすれば、平均在庫量が低くなり、在庫コストメリットはあるが、在庫切れが多発することから強化策としてとるべきでない。

## (2) 内示変動ありのケース

週1回、週2回発注方式について、表3では、在庫切れが発生している。それぞれ、68回/1,000日、44回/1,000日であり、在庫目標量を1/2化した時（それぞれ524回/1,000日、165回/1,000日）に比べて、大幅に少ないが、在庫切れが発生していることから危険である。内示変動なしのケースに比べて、少し悪化している。基準ケースでも在庫切れが発生しているが、補充を行う判断となる在庫量が1/2→1/3になった場合は、在庫の変動は大きいし、在庫切れも発生する。このように極端にバラツキの大きな部品に対して補充を行う判断となる在庫量を1/2→1/3とすることは、危険である。

## 4.2.2 プリント板の場合

表4、表6を比較する。

## (1) 内示変動なしのケースの考察

週1回、週2回発注方式とも在庫切れが皆無になった。電子部品 [2] の場合と同様である。

## (2) 内示変動ありのケースの考察

電子部品 [2] の場合において発生していた在庫切れが皆無になった。需要平均に比べて、標準偏差がきわめて小さくなったからである。

## (3) 内示変動なしとありのケースの考察

電子部品 [2] の場合と同様である。

## 5. シミュレーション結果の考察 (2)―毎日発注方式の場合―

毎日発注方式の性能を確認する。

### 5.1 スイッチの場合

表1, 2, 3による。週2回発注方式と提案する毎日発注方式を比較する。

#### (1) 内示変動なしのケース

①基準ケースについて、毎日発注方式は、

- a. 週2回発注方式にて発生している在庫切れが発生していない。
- b. 平均在庫量は、518→654 (26.3%) に増加している。
- c. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。
- d. 平均搬入回数は、204→287 (40.7%) と増加している。
- e. ロバストネス指標については、267→184 (-31.1%) に減少している。
- f. フレキシビリティ指標  $2\sigma$  では、105→71 (-32.4%) に減少している。

以上より、毎日発注方式の典型的な在庫推移プロフィールは、平均搬入回数が増加し、平均在庫量は、増加傾向である。しかし、極端にバラツキの大きな部品に対しても、在庫切れはなく、リスク面は良好である。また、ロバストネス、フレキシビリティの効果は顕著であり、変動を抑える能力は高い。

②補充タイミングの在庫目標量を  $1/2$  にした場合においては、表2より、

- a. 若干の在庫切れが発生している。6回/1,000日 (充足率99.961%) である。
- b. 平均在庫量は、186→255 (37.1%) に増加している。
- c. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。
- d. 平均搬入回数は、377→489 (29.7%) と増加している。
- e. ロバストネス指標については、166→112

(-32.5%) に減少している。

- f. フレキシビリティ指標  $2\sigma$  では、73→39 (-46.6%) と大きく減少している。

この場合は、すべての発注方式で在庫切れが発生した。それでも、週1回発注方式が506回/1,000日 (充足率68.182%)、週2回発注方式が146回/1,000日 (充足率95.503%) であることに比べて、毎日発注方式の在庫切れは6回/1,000日 (充足率99.961%) と大幅に少ない。充足率の管理値を99.9%以上と定めている企業では十分な性能である。平均在庫量が増加しているのが注目である。

極端にバラツキの大きな部品に対しても、ロバストネス、フレキシビリティ効果が顕著である。

③補充を行う判断となる在庫量が  $1/2$ → $1/3$  になった場合

- a. 週1回、週2回発注方式にて、在庫切れが発生しているが、毎日発注方式では在庫切れが発生していない。
- b. 平均在庫量は、504→568 (12.7%) に増加している。
- c. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。
- d. 平均搬入回数は、196→224 (14.3%) と増加している。
- e. ロバストネス指標については、274→233 (-15.0%) に減少している。
- f. フレキシビリティ指標  $2\sigma$  では、104→74 (-28.8%) と減少している。

このケースでは、在庫変動は大きくなりがちであり、平均在庫量は増加しているが、ロバストネス、フレキシビリティ効果があり、変動を安定化させる性能がある。

#### (2) 内示変動ありのケース

①基準ケースについて、毎日発注方式は、

- a. 在庫切れが発生していない。
- b. 平均在庫量は、495→632 (27.7%) に増加している。
- c. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。

- d. 平均搬入回数は、208→295 (41.8%) と若干増加している。
- e. ロバストネス指標については、268→182 (-32.1%) と減少している。
- f. フレキシビリティ指標  $2\sigma$  では、191→161 (-15.7%) と減少している。

以上より、典型的な在庫推移プロフィールは、平均搬入回数が増加し、平均在庫量は、増加している。在庫切れはなく、リスク面は良好である。また、ロバストネス、フレキシビリティ効果がある。

②補充タイミングの在庫目標量を 1/2 にした場合においては、

- a. 在庫切れが発生している。10回/1,000日 (充足率99.924%) である。
- b. 平均在庫量は、172→244 (41.9%) に増加している。
- c. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。
- d. 平均搬入回数は、378→499 (32.0%) と増加している。
- e. ロバストネス指標については、167→111 (-33.5%) と減少している。
- f. フレキシビリティ指標  $2\sigma$  では、107→83 (-22.4%) と減少している。

この場合は、すべての発注方式で在庫切れが発生した。それでも、週1回発注方式が524回/1,000日 (充足率60.845%)、週2回発注方式が165回/1,000日 (充足率94.666%) であることに比べて、毎日発注方式は10回/1,000日 (充足率99.924%) と大幅に少ない。充足率の管理値を充足率99.9%以上と定めている企業では十分な性能である。平均在庫量が増加しているのが注目である。

極端にバラツキの大きな部品に対しても、ロバストネス、フレキシビリティ効果が顕著である。

③補充を行う判断となる在庫量が 1/2→1/3 になった場合

- a. 週1回、週2回発注方式にて、在庫切れ

が発生しているが、毎日発注方式では在庫切れが発生していない。

- b. 平均在庫量は、475→547 (15.2%) に増加している。
- c. 平均搬入量は、変化がなく、ほぼ等しい。
- d. 平均搬入回数は、197→231 (17.2%) と増加している。
- e. ロバストネス指標については、277→230 (-17.0%) に減少している。
- f. フレキシビリティ指標  $2\sigma$  では、195→142 (-27.2%) と減少している。

このケースではバラツキの極端に大きな部品に対しても、唯一在庫切れを起こしていない。平均在庫量の増加は少なく、ロバストネス、フレキシビリティ効果があり、変動を安定化する性能がある。リスク面、ロバストネス、フレキシビリティ面など多面的に性能が高いことがわかる。

(3) 内示変動なしとありのケースの考察

- a. 内示変動がある場合は、ない場合に比べて、平均搬入量、平均搬入回数ともにほぼ同じである。
- b. 内示変動がある場合でも、ロバストネス、フレキシビリティ効果が確実にある。

## 5.2 プリント板の場合

表4, 5, 6を比較する。

(1) 内示変動なしのケースの考察

基準、補充タイミングの在庫目標量を 1/2 にした場合、補充を行う判断となる在庫量 1/2→1/3 になった場合においても、電子部品 [2] の場合と同様である。

(2) 内示変動ありのケースの考察

基準、補充タイミングの在庫目標量を 1/2 にした場合、補充を行う判断となる在庫量 1/2→1/3 になった場合においても、電子部品 [2] の場合と同様である。

### 5.3 考察

#### (1) ロバストネス指標・フレキシビリティ指標

毎日発注方式は、内示変動なし／ありの場合にも、すべてのケースにおいて、ロバストネス指標、フレキシビリティ指標が減少している。変動を抑える能力が高いといえる。

#### (2) 在庫切れ発生状況

毎日発注方式におけるケース別の在庫切れ発生状況を表7に示す。在庫切れに一番厳しい状況と思われるスイッチ部品で内示変動ありの場合をとりあげた。毎日発注方式は、基準ケース、補充を行う判断となる在庫量が1/2→1/3になったケースでも在庫切れは起こらなかった。

唯一の在庫切れが発生したケース（補充タイミングの在庫目標量を1/2化の場合）は、内示変動がある場合であり、せいぜい発生回数は10回／1,000日（充足率は99.924%）であり、極めて小さい。在庫切れ発生の際からも、毎日発注方式の優位性は高い。

## 6. おわりに

すでに提案した様々な発注方式や在庫補充ルールの見直しを「需要のばらつきが極端に大きい部品」や「極端に小さい部品」に適用する際に、コスト面、在庫品切れリスク面、変動対応面等を評価する指標を用いて性能を明らかにした。

表7 毎日発注方式におけるケース別の在庫切れ発生状況（スイッチ部品で内示変動ありの場合）

ケース	週2回発注方式	毎日発注方式
基準	× (33/1,000)	○
在庫目標量1/2化	× (165/1,000)	× (10/1,000)
補充判断の在庫量レベルの低位化	× (44/1,000)	○

凡例 ○：在庫切れなし ×：在庫切れあり  
( )：在庫切れ発生回数

(1) 補充タイミングの在庫目標量の設定を内示の3日分から1.5日分に半減化した場合には、電子部品、プリント板のようなばらつきが極端に大きくない部品については、週2回発注方式を前提に、在庫目標レベルを半減化すれば、在庫切れの発生はなく、かつ平均在庫量が減少することから、コストメリットを享受できる可能性があった。しかし、スイッチのようなばらつきが極端に大きい部品については、在庫切れリスクが大きい。

(2) 補充タイミング決定ルールを指定日の在庫量が在庫目標値（内示の3日分）の1/2から1/3になったときに補充すると変更した場合には、電子部品、プリント板のようなばらつきが極端に大きくない部品については、週2回発注方式を前提にすれば、平均在庫量が低くなり、在庫コストメリットはあるが、スイッチのようなばらつきが極端に大きい部品については、在庫切れリスクが大きい。

(3) 毎日発注方式をスイッチのようなばらつきが極端に大きい部品に適用した場合には、

①基準ケース、補充タイミング決定ルールを在庫目標値（内示の3日分）の1/2から1/3に低位化するケースには在庫切れは発生しない。

②補充タイミングの在庫目標量の設定を内示の3日分から1.5日分に半減化した場合には、すべての発注方式で在庫切れが発生した。その中でも、毎日発注方式は、週2回発注方式に比べても、発生回数は10回／1,000日であり、大幅に小さく、充足率は99.9%以上である。在庫切れの抑制・防止効果は極めて高い。

③ロバストネス、フレキシビリティ能力は高く、変動安定化効果が顕著である。

(4) プリント板のような極端にバラツキが小さい部品に適用する場合は、電子部品と同じ挙動をすることが分かった。

(5) 以上により、スイッチのようなばらつきが極端に大きい部品についても、毎日発注方式

は他の方式に比べて優位性が高い。リスク面、コスト面、変動対応面から見て、部品サプライヤーの今後の発注方式の基本形になっていくと思われる。

今後は、現在の評価法の枠組みを利用して、さらにきめの細かい改善策、強化策の提案を行っていく [7]。

謝辞：本研究に際して、ヒアリング調査を受け入れていただき、事例の提供や深い議論をしていただきました NS ウェスト（株）倉本様に深く感謝いたします。また、データ整理、シミュレーションモデルの作成とケーススタディは本学大学院経済学研究科泉田和希君の協力を得た。本研究は、石田学園広島経済大学研究費助成制度による助成を受けています。

## 参 考 文 献

- [1] 上野信行：部品サプライヤーの発注方式の評価，広島経済大学創立五十周年記念論文集，pp. 1-24 (2017)
- [2] 上野信行：サプライヤーの発注方式の強化—在庫補充方法の改善と毎日発注方式の提案—，広島経済大学経済研究論集，第40巻，第2・3号，pp. 5-14 (2017)
- [3] 大野勝久：Excelによる経営科学，評論社 (2011)
- [4] 大野勝久：Excelによる生産管理，朝倉書店 (2011)
- [5] P. H. Zipkin: Foundation of Inventory Management, McGraw-Hill (2000)
- [6] 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)
- [7] 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，pp. 1-12 (2016)