

相互補完生産システムにおける輸送方法について

01500665 広島大学 *平木秀作 HIRAKI Shusaku
 01001300 日本大学 市村隆哉 ICHIMURA Takaya
 01103860 早稲田大学 片山 博 KATAYAMA Hiroshi
 01007483 金沢工業大学 石井和克 ISII Kazuyoshi

1. 特設G7の研究内容

国際協力による相互補完生産システムは、多国間で構成品・部品を分担して生産し、相互に補完しあって製品を生産して市場に供給するシステムであり、複数企業が「調達・製造・流通・販売」のネットワーク型サプライチェーンプロセスを構成している。特設G7では、わが国自動車製造業がASEAN諸国で構築した相互補完生産システムをモデルに、(1) 国際部品補完体制の実情と課題を明らかにする、(2) 相互補完システムにおける管理技術の移転の実情と課題を明らかにする、(3) 相互補完システムを成功させるための経営科学的アプローチを進める、ことを目的としている。

2. 従来の研究

多国間で構成品・部品を相互補完するにあたっては、どの参加国でどの構成品・部品を生産し、それらをどのように他国に供給するか計画する必要がある。この問題に対して、笠松・太田・人見[1]は、複数の海外生産拠点をもつ多国籍企業を対象に生産・輸送計画を立案するモデルを多目標計画モデルに定式化している。また、Katayama et al.は、トヨタ自動車の「アジア・太平洋コンプリメンテーション」を念頭において、タイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン、日本の5カ国間で、エンジン及びエンジン部品、トランスミッション、ステアリング、プレス部品及びボディ部品、電装品を相互補完する場合の、工場配置及び物流計画を立案するモデルを整数計画モデルに定式化し、さらに中国を加え、各国の技術水準を考慮した改良モデルを提案している[2]、[3]。Hiraki et al.は、相互補完生産システムを多段階生産・在庫・輸送システムと把握して、輸送リードタイム、輸送間隔がシステムに及ぼす影響を解析し、引っ張り型生産指示方式に基づく2つの生産・輸送指示モデルを提案している[4]。また、

Su & Hirakiは、相互補完生産システムをネットワークシステムと把握して、複数の生産拠点を巡回する輸送方法を考察している[5]。本報告では、これらの研究を基礎に、ASEAN4カ国で構築された相互補完システムをモデルに、構成品・部品の輸送方法について考察する。

3. GCPSの輸送モデル

3.1 記号

輸送方法を検討するため、次の記号を用いる。

(k_i, k_j) : 生産拠点 k_i から生産拠点 k_j に向かう輸送

$(k_h, k_i, \dots, k_a, k_r, k_h)$: 輸送 (k_h, k_i) , \dots , (k_a, k_r) , (k_r, k_h) の系列。これを生産拠点 k_h から k_r への輸送経路と呼ぶ。

輸送経路ごとに輸送機器を用意して構成品・部品を輸送する

d_{ij} : 生産拠点 k_i から生産拠点 k_j へ輸送すべき構成品・部品の量

L_{ij} : 生産拠点 k_i から生産拠点 k_j への輸送リードタイム

3.2 輸送モデル

相互補完システムの代表的な輸送方法として、(1) 単純往復輸送法、(2) 巡回配送法、(3) 巡回集荷法、(4) 積み替え輸送法、の4つの方法を定義した[5]。また、生産拠点が4つのときの単純往復輸送と積み替え輸送からなる8つの輸送モデルを示した(表1)[6]。

4. 輸送モデルの評価基準

表1で示した輸送モデルの評価基準として所要輸送機器数を考える。

4.1 往復輸送の所要輸送機器数

n_{ij} : 計画期間Tの間に輸送経路 (k_i, k_j, k_i) を巡回できる回数

$$n_{ij} = \lceil [T / (L_{ij} + L_{ji})] \rceil \quad (1)$$

ただし、 $\lceil [X] \rceil$ は、X以下の最大整数を表す。

表1 輸送モデルの分類

輸送モデル	輸送経路の集合	[輸送経路の数]
1	{(k ₁ , k ₂ , k ₁), (k ₁ , k ₃ , k ₁), (k ₁ , k ₄ , k ₁), (k ₂ , k ₃ , k ₂), (k ₂ , k ₄ , k ₂), (k ₃ , k ₄ , k ₃)}	[6]
2	{(k ₁ , k ₄ , k ₁), (k ₂ , k ₄ , k ₂), (k ₃ , k ₄ , k ₃), (k ₁ , k ₂ , k ₃ , k ₂ , k ₁)}	[4]
3	{(k ₁ , k ₄ , k ₁), (k ₂ , k ₄ , k ₂), (k ₃ , k ₄ , k ₃), (k ₁ , k ₂ , k ₃ , k ₁)}	[4]
4	{(k ₁ , k ₄ , k ₁), (k ₁ , k ₂ , k ₃ , k ₂ , k ₁), (k ₄ , k ₂ , k ₃ , k ₂ , k ₄)}	[3]
5	{(k ₁ , k ₄ , k ₁), (k ₁ , k ₂ , k ₃ , k ₁), (k ₄ , k ₂ , k ₃ , k ₄)}	[3]
6	{(k ₁ , k ₄ , k ₁), (k ₁ , k ₂ , k ₃ , k ₂ , k ₁), (k ₄ , k ₂ , k ₃ , k ₄)}	[3]
7	{(k ₁ , k ₂ , k ₃ , k ₄ , k ₃ , k ₂ , k ₁)}	[1]
8	{(k ₁ , k ₂ , k ₃ , k ₄ , k ₁)}	[1]

s_{ij} : 輸送経路 (k_i, k_j, k_i) で、計画期間中の所要輸送量を輸送するために必要な輸送機器数

$$s_{ij} = \max \{ \ll d_{ij} / (w \times n_{ij}) \gg, \ll d_{ji} / (w \times n_{ij}) \gg \} \quad (2)$$

ただし、 $\ll X \gg$ は、 X 以上の最小整数を表す。

4.2 積み替え輸送の所要輸送機器数

輸送モデル2の輸送経路 $(k_1, k_2, k_3, k_2, k_1)$ を例に、所要輸送機器数の計算方法を示す[6]。

n_{1232} : 計画期間 T の間に輸送経路 $(k_1, k_2, k_3, k_2, k_1)$ を巡回できる回数

$$n_{1232} = \lceil [T / (L_{12} + L_{23} + L_{32} + L_{21})] \rceil \quad (3)$$

s_{1232} : 輸送経路 $(k_1, k_2, k_3, k_2, k_1)$ で計画期間中の所要輸送量を輸送するために必要な輸送機器数

$$\text{minimize } s_{1232} = \max_{\substack{i \neq j \\ i, j \in N}} \left(\ll d_{ij} / \sum_{h=1}^{n_{1232}} x^h_{ij} \gg \right) \quad (4)$$

$$\text{s. t. } x^h_{12} + x^h_{13} \leq w \quad (h=1, 2, \dots, n_{1232}) \quad (5)$$

$$x^h_{13} + x^h_{23} \leq w \quad (h=1, 2, \dots, n_{1232}) \quad (6)$$

$$x^h_{31} + x^h_{32} \leq w \quad (h=1, 2, \dots, n_{1232}) \quad (7)$$

$$x^h_{31} + x^h_{21} \leq w \quad (h=1, 2, \dots, n_{1232}) \quad (8)$$

ただし、 x^h_{ij} は、生産拠点 k_i から k_j への h 回目目の輸送の輸送量であり、非負整数である。

表1で示した8つの輸送モデルは往復輸送と積み替え輸送で構成されているので、4.1, 4.2で示した計算方法を用いて所要輸送機器数を求めることができる。

5. まとめ

本報告では、ASEAN4カ国で構築された相

互補完生産システムをモデルに、構成品・部品の輸送モデルを示し、所要輸送機器数を評価尺度として輸送モデルの評価方法を考察した。

参考文献

- [1] 笠松宏行, 太田雅晴, 人見勝人, “多国籍企業の生産・輸送計画に関する研究”, 日本経営工学会誌, pp.225-235, Vol.40, No.4, (1989).
- [2] Katayama, H. and Hiraki, S., "On Design of International Parts Complementation System of Car Industries", Proceedings of International Symposium on Logistics, pp.377-384 (1995).
- [3] Katayama, H., Hiramatsu, H. and Hiraki, S. : "Dynamic characteristics of an ASEAN-China global logistics system: a case investigation of car industry", Proc. of the 5th International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Vol.1, pp.147-159 (2000).
- [4] Hiraki, S., "Comparative analysis of ordering models for an international co-operative global complementary production system", Int. J. of Production Economics, Vol.44, Nos.1-2, pp.105-117 (1996).
- [5] Su, Y. and Hiraki, S., "A Study on Transportation Methods of Automobile Components in the ICGCPS", Proc. of the 5th International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Vol.1, pp.123-134 (2000).
- [6] Hiraki, S., Ichimura, T., Katayama, H. and Ishii, K., "Modeling a Transportation Planning System in the ICGCPS", Proc. of the 5th International Symposium on Logistics, pp.101-108 (2000).