

為替レート変動による柔軟性を考慮した多国籍企業の操業戦略決定法の研究

02103760 東京理科大学大学院
02302264 東京理科大学
01700910 東京理科大学*加治木雄一 KAJIKI Yuuichi
鶴見昌代 TSURUMI Masayo
山田善靖 YAMADA Yoshiyasu

1 はじめに

1973年に変動為替相場制が導入されて以来、多国籍企業の業績に大きな影響を与えるリスク要因となっているのが為替レート変動である。為替レート変動は、近年における経済のグローバル化の進展によりその変化がますます激しくなっており、多国籍企業は為替レート変動に対して操業を柔軟に行う必要性が高まっている。

為替レート変動に対する操業の柔軟性の価値を評価する既存研究に Kogut ら[1]、田口ら[2]がある。しかし彼らの方法では、操業戦略を切り替える際にかかるコストおよび原資産の経路依存の両方を考慮した評価法の構築には至っていない。

本研究ではこの2つの点を考慮することで、多国籍企業が将来の為替レート変動および過去の操業による業績をふまえて、工場の閉鎖・稼働および製品輸送量・部品供給量の増加・減少などの操業戦略を決定する方法を提案する。

2 記号の定義

本研究で用いる記号を以下のように定義する。

<添字>

t : 期 $t=1, \dots, T$
 s : 部品供給会社 $s=1, \dots, S$
 f : 工場 $f=1, \dots, F$
 m : 市場 $m=1, \dots, M$

<変数>

x_{fmi} : t 期の工場 f から市場 m への輸送量
 y_{fsi} : t 期の供給会社 s から工場 f への供給量
 OT_{ft} : t 期の工場 f の稼働時間
 ただし $OT_{ft} = PT_{ft} \sum_{m=1}^M x_{fmi}$ $f=1, \dots, F$

<定数>

I : 本社通貨建て初期運転資本
 SP_m : 市場 m における製品販売価格
 PP_s : 供給会社 s における部品価格
 VC_f : 工場 f における製品単位あたりの変動製造費
 FC_f : 工場 f における固定製造費
 $DCFS_{fs}$: 供給会社 s から工場 f への製品単位あたり輸送費
 $DCFM_{fm}$: 工場 f から市場 m への製品単位あたり輸送費

PT_{ft} : 工場 f における製品単位あたりの製造時間

CAP_{ft} : 工場 f の最大稼働時間

D_m : 市場 m の製品需要量

β_f : 工場 f の稼働時間の負荷率の下限

λ_f : 工場 f を閉鎖・稼働させるときに必要なコスト

tax_f : 工場 f 存在国の税率

<パラメータ>

θ_{ft} : t 期の工場 f の現地通貨対本社通貨の為替レート

θ_{fmi} : t 期の市場 m の通貨対工場 f の為替レート

θ_{fsi} : t 期の供給会社 s の現地通貨対工場 f の為替レート

\mathcal{J}_t : t 期の為替レートの集合

z_{ft} : t 期の工場 f の閉鎖・稼働を表す0-1変数

3 提案するモデル

本研究では各期各為替レート、直前および今期の操業戦略（每期利用可能な工場の組み合わせ）そして経路に依存する原資産のもとで、多国籍企業が操業するプロジェクトの本社通貨建て税引き後総利益を最大にする各工場から各市場への輸送量および各部品供給会社から各工場への供給量を決定するモデルを線形計画問題<輸送量・供給量決定モデル>として提案する。

さらにこのモデルを利用して、現時点における最適操業戦略を決定するモデルを提案する。

3-1 為替レート変動

為替レート変動を表す確率過程は以下のような二項確率過程に従うとする。

$$\theta_{ft} = \theta_{f,t-1} u^r d^{(T-r)} \quad (1)$$

$$\text{Prob}(\theta_{ft} = \theta_{f,t-1} u^r d^{(T-r)}) = \binom{T}{r} p^r (1-p)^{(T-r)} \quad (2)$$

3-2 輸送量・供給量決定モデル

Max

$$\pi(X_t, Y_t | z_t, z_{t-1}, \theta_t) = \sum_{f=1}^F \theta_{ft} (NET_f - TAX_f) \quad (3)$$

s.t.

$$NET_f = SALES_f - LOSS_f \quad f=1, \dots, F \quad (4)$$

$$TAX_f = tax_f \cdot SALES_f \quad f=1, \dots, F \quad (5)$$

$$SALES_f = \sum_{m=1}^M \theta_{fmi} \cdot SP_m \cdot x_{fmi} \quad f=1, \dots, F \quad (6)$$

$$LOSS_f = VC_f \sum_{m=1}^M x_{fmi} + FC_f + \sum_{m=1}^M DCFM_{fmi} \cdot x_{fmi} \quad (7)$$

$$+ \sum_{s=1}^S \theta_{fs} (DCFS_{fs} + PP_s) y_{fst} + \lambda_f |z_{f\beta} - z_{f\beta-1}^*| \quad f=1, \dots, F$$

$$I + \sum_f \pi(X_f, Y_f | z_f, z_{f-1}^*, \theta_f) \geq \sum_{f=1}^F \theta_f LOSS_f \quad (8)$$

$$OT_{f\beta} = PT_f \sum_{m=1}^M x_{fmi} \quad f=1, \dots, F \quad (9)$$

$$\beta_f CAP_f z_{f\beta} \leq OT_{f\beta} \leq CAP_f z_{f\beta} \quad f=1, \dots, F \quad \beta_f > 0 \quad (10)$$

$$\sum_{s=1}^S y_{fst} = \sum_{m=1}^M x_{fmi} \quad f=1, \dots, F \quad (11)$$

$$\sum_{f=1}^F x_{fmi} \leq D_{mi} \quad m=1, \dots, M \quad (12)$$

$$x_{fmi} \geq 0 \quad f=1, \dots, F \quad m=1, \dots, M \quad (13)$$

$$y_{fst} \geq 0 \quad f=1, \dots, F \quad s=1, \dots, S \quad (14)$$

$$X_f = (x_{fmi})_{f=1, \dots, F \quad m=1, \dots, M} \quad (15)$$

$$Y_f = (y_{fst})_{f=1, \dots, F \quad s=1, \dots, S} \quad (16)$$

$$z_f = (z_{f\beta})_{f=1, \dots, F} \quad z_{f\beta} \in \{0, 1\} \quad (17)$$

3-3 操業戦略決定法

本研究において、多国籍企業が為替レート変動に対して柔軟に操業するとは「各期各為替レートのもとで操業するプロジェクトの本社通貨建て税引き後総利益を最大とするように毎期操業戦略を切り替えながら操業すること」である。操業戦略を切り替えるとは工場の閉鎖・稼働を意味するため、メンテナンス費用やセットアップ費用等が必要となる。この費用を考慮すると、切り替えの意思決定は直前の操業戦略に影響を受ける。次に輸送量・供給量決定モデルを利用して現時点における最適操業戦略を決定するモデルを示す。

$$V_t(\theta_t, z_{t-1}^*) = \max_{z_t} [\alpha \pi(X_t, Y_t | z_t, z_{t-1}^*, \theta_t) + \alpha^2 E[V_{t+1}(\theta_{t+1}, z_t)]] \quad (18)$$

z_{t-1}^* : $t-1$ 期の操業戦略

z_t : t 期に選択可能な操業戦略

α : 本社存在国の無リスク利率による割引因数

$V_t(\theta_t, z_{t-1}^*)$: 為替レートの集合が θ_t 、 $t-1$ 期の操業戦略が z_{t-1}^* であるときの t 期の多国籍企業価値

$\pi(X_t, Y_t | z_t, z_{t-1}^*, \theta_t)$: 為替レートの集合が θ_t 、 t 期に選択した操業戦略が z_t 、 $t-1$ 期の操業戦略が z_{t-1}^* であるときの輸送量・供給量決定モデルによって計算されるプロジェクトの

本社通貨建て税引き後総利益

$E[\cdot]$: リスク中立確率による期待値

3-4 計算手順

現時点における最適操業戦略を決定する手順を示す。

Step1 : 各国の為替レートデータと利率データを用いて為替レートのツリーを構築する。

Step2 : 各期各為替レートのもとで選択可能な全ての操業戦略について輸送量・供給量決定モデルを解き、各期各為替レートのもとでのプロジェクトの本社通貨建て税引き後利益を表すツリーを構築する。

Step3 : 提案するモデルを用いて現時点での最適操業戦略が見つかるまで計算を行う。

(計算例は発表時に報告する)

4 おわりに

本研究では、操業戦略を切り替える際にかかるコストおよび原資産の経路依存の両方を考慮することで、多国籍企業が将来の為替レート変動および過去の操業による業績をふまえて、工場の閉鎖・稼働および製品輸送量・部品供給量の増加・減少などの操業戦略を決定する方法を提案した。多国籍企業のプロジェクト担当者は、提案した方法を用いることにより、将来の為替レート変動と過去の業績をふまえて、現時点でどのような操業戦略で操業すべきなのかを決定することが可能となり、柔軟な操業方針を提示することができる。さらに既存研究では捉えることができなかった資本不足から生じる、履歴現象を妨げる早期切り替えの可能性を捉えることができる。

今後は提案したモデルをより実用的するためにモンテカルロシミュレーションの導入を検討している。また本研究では、為替レート変動に着目したため各販売拠点における需要は確定値としたが、需要変動も大きなリスク要因の1つであるため、モデルに取り入れる必要がある。

<参考文献>

- [1] Kogut, B. and N. Kulatilaka: "Operating Flexibility, Global Manufacturing, and the Option Value of a Multinational Network", *Management Science*, Vol.40, No.1, pp.123-139 (1994)
- [2] 田口勲、生田目崇、山口俊和「多国籍企業の操業の柔軟性評価ーリアル・オプション・アプローチによるー」2000年度日本オペレーションズ・リサーチ学会、春季研究発表会予稿集