HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	空間均衡モデルの頑健性に関する一考察 ： 供給量変動のシミュレーションにおける事例分析
Author(s)	松田, 敏信
Citation	農業経営研究, 22, 61-80
Issue Date	1996-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36514
Type	departmental bulletin paper
File Information	22_61-80.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

空間均衡モデルの頑健性に関する一考察

── 供給量変動のシミュレーションにおける事例分析 ──

松田　敏信

1．課題
2．分析モデル
　1）完全競争空間均衡モデル
　2）不完全競争空間均衡モデル ── 数量形式
　3）不完全競争空間均衡モデル ── 価格形式
3．空間均衡モデルの頑健性に関する事例分析
　1）供給量変動のシミュレーション
　2）考察
4．結語

1．課題

本稿の課題は，北海道産玉葱の供給量変動が我が国の玉葱市場に及ぼす影響に関するシミュレーションを事例に，完全競争空間均衡モデルと不完全競争空間均衡モデルとを頑健性に関して比較することによって，推測的変動を組み込んだ不完全競争空間均衡モデルのシミュレーションモデルとしての有効性を示すことにある。

2．分析モデル

1）完全競争空間均衡モデル

完全競争空間均衡モデル (perfectly competitive spatial equilibrium model) は，Samuelson [1952] が極大化問題として理論化した空間均衡理論を，Takayama and Judge [1964a, 1964b] がオペレーショナルな数理計画問題として定式化したものであり，多数財に関する価格・数量の地域間均衡を求める一般的な解法を与

えている。消費者及び生産者は市場価格を所与として行動する price-taker であり，また平均輸送費は輸送量から独立である，すなわち単位輸送費は輸送量にかかわらず一定であるという仮定の下で，NSP(net social payoff，純社会利得)を最大化する2次計画問題として定式化される。なお，NSP とは Samuelson [1952] によって定義された概念で，各地域の社会利得 (social payoff) から全輸送費を差し引いたものである。

異なった市場間に価格差が存在する場合，その価格差が単位輸送費よりも大きければ輸送が行われる。輸送は市場間の価格差が単位輸送費に等しくなるまで続けられ，ちょうど等しくなったところで均衡が成立する。逆に，価格差が単位輸送費以下ならば輸送は行われない。

ここで，各地域の需要関数と供給関数（＝限界費用関数）が線形で与えられた場合，数量を原変数，価格を双対変数 (Lagrange 乗数) とする数量形式 (quantity formulation) による NSP の最大化問題は以下のような2次計画問題として表される。

$$\max. \quad NSP(X, Y, Q) \equiv \sum_i \int (a_i + b_i x_i)\, dx_i - \sum_j \int (c_j + e_j y_j)\, dy_j - \sum_i \sum_j t_{ij} q_{ij} \tag{2-1}$$

$$\text{s.t.} \quad x_i \leqq \sum_j q_{ij} \quad \forall i \in \{1, \ldots, m\} \tag{2-2}$$

$$\sum_i q_{ij} \leqq y_j \quad \forall j \in \{1, \ldots, n\} \tag{2-3}$$

$$x_i \geqq 0,\ y_j \geqq 0,\ q_{ij} \geqq 0 \quad \forall i, j. \tag{2-4}$$

これは，次のような価格を原変数，数量を双対変数とする価格形式 (price formulation) による最大化問題と等価である。

$$\max. \quad f(PD, PS) \equiv \sum_i \int (\nu_i + \xi_i pd_i)\, dpd_i - \sum_j \int (\kappa_j + \lambda_j ps_j)\, dps_j$$

$$= \sum_i \left(\nu_i pd_i + \frac{1}{2} \xi_i pd_i^2\right) - \sum_j \left(\kappa_j ps_j + \frac{1}{2} \lambda_j ps_j^2\right) \tag{2-5}$$

$$\text{s.t.} \quad pd_i - ps_j \leqq t_{ij} \quad \forall i, j \tag{2-6}$$

$$pd_i \geqq 0,\ ps_j \geqq 0,\ q_{ij} \geqq 0,\ t_{ij} \geqq 0 \quad \forall i, j \tag{2-7}$$

但し，$NSP(\cdot)$：純社会利得関数(net social payoff function)。

X：x_iを成分とするm次元列ベクトル。

Y：y_jを成分とするn次元列ベクトル。

Q：q_{ij}を成分とするmn次元列ベクトル。

x_i：消費地域$i \in \{1, \ldots, m\}$の需要量。

y_j：生産地域$j \in \{1, \ldots, n\}$の供給量。

q_{ij}：生産地域jから消費地域iへの移送量。

PD：pd_iを成分とするm次元列ベクトル。

PS：ps_jを成分とするn次元列ベクトル。

pd_i：消費地域iの市場価格（需要価格）。

ps_j：生産地域jの供給価格（＝産地限界費用）。

$x_i = \nu_i + \xi_i pd_i$：消費地域iの市場需要関数（$\xi_i < 0$）。

$y_j = \kappa_j + \lambda_j ps_j$：生産地域$j$の供給関数（＝限界費用関数）（$\lambda_j > 0$）.

$pd_i = a_i + b_i x_i$：消費地域iの逆市場需要関数（$a_i \equiv -\nu_i/\xi_i$, $b_i \equiv 1/\xi_i < 0$）。

$ps_j = c_j + e_j y_j$：生産地域jの逆供給関数（＝逆限界費用関数）

（$c_j \equiv -\kappa_j/\lambda_j$, $e_j \equiv 1/\lambda_j > 0$,）。

t_{ij}：生産地域jから消費地域iへの単位輸送費（＝constant）。

2）不完全競争空間均衡モデル ── 数量形式 ──

本稿の分析において主として用いられる不完全競争空間均衡モデル (imperfectly competitive spatial equilibrium model) は，完全競争空間均衡モデル **(2-1)** ～ **(2-4)** を競争性の観点から一般化したもので，全ての生産地域が price-taker として行動する完全競争 (perfect competition) と，全ての生産地域が協調して共同利潤を最大化する完全協調 (perfect collusion) とを両極端として，その中間領域の様々な寡占状態における地域間の数量・価格均衡を求めるための計画モデルである。Hashimoto [1985] は，Cournot 型寡占市場における空間均衡モデル (spatial Nash equilibrium model) を数量形式によって定式化したが，ここではこれを競争性に a priori な仮定を置かない一般の不完全競争市場における空間均衡モデルへ拡張する。

いま，生産地域jの逆限界費用関数（完全競争のとき逆供給関数に一致）及び固定費用をそれぞれ，

$$mc_j = g_j + h_j y_j \quad (h_j > 0), \tag{2-8}$$

fc_j（＝constant）

とすると，生産地域jの純利益 (net profit) π_jは，

$$\begin{aligned}\pi_j &= \Sigma_i pd_i q_{ij} - (\int mc_j dy_j + fc_j) - \Sigma_i t_{ij} q_{ij} \\ &= \Sigma_i (a_i + b_i \Sigma_l q_{il}) q_{ij} - \int (g_j + h_j y_j) dy_j - fc_j - \Sigma_i t_{ij} q_{ij}\end{aligned} \tag{2-9}$$

と表される（但し，$l \in \{1,\ldots,n\}$）。従って，生産地域jの生産と移出に関する静学的均衡は，次の最大化問題を解くことによって得られる。

$$\max. \quad \pi_j \tag{2-10}$$

$$\text{s.t.} \quad \Sigma_i q_{ij} \leqq y_j \tag{2-11}$$

$$y_j \geqq 0,\ q_{ij} \geqq 0 \quad \forall i, j. \tag{2-12}$$

ここで，この最大化問題に対する Lagrange 関数を L_j，制約条件 (2-11) に対する Lagrange 乗数を ϕ_j ($\geqq 0$) とおくと，不完全競争均衡解に対する Karush-Kuhn-Tucker の最適性条件は以下のようになる。

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial L_j}{\partial q_{ij}} &= a_i + b_i \Sigma_l q_{il} + b_i \left(1 + \frac{\partial}{\partial q_{ij}} \Sigma_{l \neq j} q_{il}\right) q_{ij} - t_{ij} - \phi_j \\ &= a_i + b_i \Sigma_l q_{il} + b_i (1 + \gamma_{ij}) q_{ij} - t_{ij} - \phi_j \leqq 0 \\ q_{ij} \frac{\partial L_j}{\partial q_{ij}} &= 0 \quad \forall i \end{aligned}\right\} \tag{2-13}$$

$$\frac{\partial L_j}{\partial y_j} = -g_j - h_j y_j + \phi_j \leqq 0,\quad y_j \frac{\partial L_j}{\partial y_j} = 0 \tag{2-14}$$

$$\frac{\partial L_j}{\partial \phi_j} = -\Sigma_i q_{ij} + y_j \geqq 0,\quad \phi_j \frac{\partial L_j}{\partial \phi_j} = 0 \tag{2-15}$$

但し，

$$\gamma_{ij} = \partial \Sigma_{l \neq j} q_{il} / \partial q_{ij} \in [-1,\ x_l / q_{ij} - 1]$$

は推測的変動 (conjectural variation) であり，消費地域 i において，生産地域 j の供給量が 1 単位増加するときの他の生産地域 l ($\neq j$) の合計供給量の変化に対する生産地域 j の推測 (conjecture) を表す。推測的変動は，消費地域における生産地域の競争性を表す指標として捉えることができ，価格受容行動 (price-taking behavior)($\gamma_{ij} = -1$) から完全協調 ($\gamma_{ij} = x_i / q_{ij} - 1$) までの生産地域の様々な行動を連続的に表すことができる。例えば，消費地域 i が Cournot 型寡占市場である場合，全ての生産地域は他の生産地域の供給量を与件として，すなわち自己の供給量の変化に対して他の生産地域の供給量が変化しないと仮定して自己の利潤を最大化するから，

$$\gamma_{ij} = 0 \quad \forall j$$

となる。

また Lagrange 乗数 ϕ_j は，静学的均衡における産地限界費用と解釈され，(2-13) より，生産地域 j から消費地域 i へ移送が行われる限り，均衡において生産地域 j の産地限界費用 ϕ_j と消費地域 i への単位輸送費及び $-b_i(1+\gamma_{ij})q_{ij}$ を加えたものは，消費地域 i の市場価格 pd_i ($= a_i + b_i \Sigma_l q_{il}$) に等しくならなければならない。更に (2-14) より，均衡において生産地域 j における生産量が正である限り，限界費用関数 (2-8) が満たされることが分かる。ところで，消費地域 i における生産地域 j の限界収入 (註 1) を mr_{ij} とすると，

$$\begin{aligned} mr_{ij} &= \frac{\partial}{\partial q_{ij}} pd_i q_{ij} = pd_i + \frac{\partial}{\partial q_{ij}} (a_i + b_i \Sigma_l q_{il}) q_{ij} \\ &= pd_i + b_i (1 + \gamma_{ij}) q_{ij} \end{aligned} \tag{2-16}$$

と表されるから，$-b_i(1+\gamma_{ij})q_{ij}(\geqq 0)$ は pd_i と mr_{ij} との格差を与えることになる。従って (2-13) は，

$$mr_{ij}-\phi_j \leqq t_{ij},\quad (mr_{ij}-\phi_j-t_{ij})q_{ij}=0 \quad \forall i \tag{2-17}$$

と書き換えることができるから，生産地域 j から消費地域 i へ移送が行われる限り，均衡において限界収入 mr_{ij} と産地限界費用 $\phi_j(=mc_j)$ との差は両地域間の単位輸送費 t_{ij} に等しく，一方その差が単位輸送費を下回る場合には移送は行われないことになる。

以上より，数量形式による不完全競争空間均衡モデルは，次のような修正された純社会利得 ASP(net social payoffs adjusted to the imperfectly competitive spatial equilibrium model)(註 2) の最大化問題として定義することができる。

$$\begin{aligned}\max.\quad ASP(X,Y,Q) \equiv{}& \Sigma_i \int (a_i+b_ix_i)\,dx_i \\ & -\Sigma_j\left[\int (g_j+h_jy_j)\,dy_j+fc_j\right] \\ & +\Sigma_i\Sigma_j b_i(1+\gamma_{ij})\int q_{ij}\,dq_{ij}-\Sigma_i\Sigma_j t_{ij}q_{ij}\end{aligned} \tag{2-18}$$

$$\text{s.t.}\quad x_i \leqq \Sigma_j q_{ij} \quad \forall i \tag{2-19}$$

$$\Sigma_i q_{ij} \leqq y_j \quad \forall j \tag{2-20}$$

$$x_i \geqq 0,\ y_j \geqq 0,\ q_{ij} \geqq 0 \quad \forall i, j. \tag{2-21}$$

ここで，この最大化問題に対する Lagrange 関数を L_Q，制約条件 (2-19)，(2-20) に対する Lagrange 乗数をそれぞれ ι_i（$\geqq 0$），ρ_j（$\geqq 0$）とおくと，Karush-Kuhn-Tucker の最適性条件は以下のように表される。

$$\frac{\partial L_Q}{\partial x_i}=a_i+b_ix_i-\iota_i \leqq 0,\quad x_i\frac{\partial L_Q}{\partial x_i}=0 \quad \forall i \tag{2-22}$$

$$\frac{\partial L_Q}{\partial y_j}=-g_j-h_jy_j+\rho_j \leqq 0,\quad y_j\frac{\partial L_Q}{\partial y_j}=0 \quad \forall j \tag{2-23}$$

$$\frac{\partial L_Q}{\partial q_{ij}}=b_i(1+\gamma_{ij})q_{ij}-t_{ij}+\iota_i-\rho_j \leqq 0,\quad q_{ij}\frac{\partial L_Q}{\partial q_{ij}}=0 \quad \forall i,j \tag{2-24}$$

$$\frac{\partial L_Q}{\partial \iota_i}=-x_i+\Sigma_j q_{ij} \geqq 0,\quad \iota_i\frac{\partial L_Q}{\partial \iota_i}=0 \quad \forall i \tag{2-25}$$

$$\frac{\partial L_Q}{\partial \rho_j}=-\Sigma_i q_{ij}+y_j \geqq 0,\quad \rho_j\frac{\partial L_Q}{\partial \rho_j}=0 \quad \forall j \tag{2-26}$$

これらの最適性条件のうち，条件 (2-22) と条件 (2-25) は消費地域についての均衡条件を与える。条件 (2-22) は，均衡において需要量が正である限り，各消費地域の市場需要関数が満たされることを示し（ι_i は均衡における市場価格と解釈される），条件 (2-25) は，各消費地域の需要バランスを表す。また，条件 (2-23) と条件 (2-26) は生産地域についての均衡条件を与える。条件 (2-23) は，均衡において供給量が正である限り，各生産地域の限界費用関数 (2-8) が満たされることを示し（ρ_j は均衡における限界費用と解釈される），生産地域の生産と

移出に関する不完全競争均衡における最適性条件 (2-11) に対応する。条件 (2-26) は各生産地域の供給バランスを表し，条件 (2-15) に対応する。以上は，数量形式の空間均衡モデル一般に当てはまる最適性条件である。

一方，地域間の価格についての関係を表す (2-24) は，不完全競争空間均衡モデル特有の最適性条件である。この条件 (2-24) が生産地域の不完全競争均衡における最適性条件 (2-13) に対応することは次のように証明される。

まず，regular case，すなわち，

$$x_i > 0, \quad \iota_i > 0 \quad \forall i$$

の場合，均衡における需要量と市場価格が共に正であるから，条件 (2-22) と条件 (2-25) においていずれも等号が成立する。従って，条件 (2-24) は条件 (2-13) に対応する。

次に，いわゆる irregular case，すなわち，

$$x_i = 0$$

である場合については，第 1 に，

$$x_i = 0, \quad q_{ij} = 0$$

のとき，条件 (2-22) より均衡における市場価格 ι_i は市場需要関数から乖離し，a_i よりも大でありうる。ここで $\iota_i = a_i'$ $(\geqq a_i)$ とおくと，条件 (2-13) は，

$$\begin{aligned} &a_i' + b_i(1+\gamma_{ij})q_{ij} - t_{ij} - \phi_j \leqq 0 \\ &q_{ij}[a_i' + b_i(1+\gamma_{ij})q_{ij} - t_{ij} - \phi_j] = 0 \end{aligned} \qquad (2\text{-}13')$$

と表すことができる。従って，$\iota_i = a_i'$ であるから，条件 (2-24) は条件 (2-13′)，すなわち条件 (2-13) に対応する。第 2 に，

$$x_i = 0, \quad q_{ij} > 0$$

のとき，消費地域 i は供給過剰の状態にあるから，条件 (2-25) において不等号が成立し $\iota_i = 0$ となる。$pd_i = \iota_i = 0$ であるから，条件 (2-13) は，

$$\begin{aligned} &b_i(1+\gamma_{ij})q_{ij} - t_{ij} - \phi_j \leqq 0 \\ &q_{ij}[b_i(1+\gamma_{ij})q_{ij} - t_{ij} - \phi_j] = 0 \end{aligned} \qquad (2\text{-}13'')$$

と表すことができる。故に，$\iota_i = 0$ より条件 (2-24) は条件 (2-13″)，すなわち条件 (2-13) に対応することとなる。

3）不完全競争空間均衡モデル ── 価格形式 ──

川口・鈴木[1993]は，まず Hashimoto [1985] の数量形式による Cournot 型寡占市場における空間均衡モデルを価格形式によって再定式化し，次に競争性の程度を表す推測的変動を導入することによって，以下のような価格形式による不完全競争空間均衡モデルへ拡張しうることを示した。ここでは前小節で定式化した数量形式との対応に視点を据えて，以下の価格形式による最大化問題を検討する。

$$\max. \quad f(PD, MC, PR) \equiv \Sigma_i \int (\nu_i + \xi_i pd_i)\, dpd_i - \Sigma_j \int (\chi_j + \phi_j mc_j)\, dmc_j + \Sigma_i \Sigma_j \frac{\xi_{ij}}{1+\gamma_{ij}} \int pr_{ij}\, dpr_{ij}$$

$$= \Sigma_i (\nu_i pd_i + \frac{1}{2} \xi_i pd_i^2) - \Sigma_j (\chi_j mc_j + \frac{1}{2} \phi_j mc_j^2) + \frac{1}{2} \Sigma_i \Sigma_j \frac{\xi_{ij}}{1+\gamma_{ij}} pr_{ij}^2 \qquad (2\text{-}27)$$

$$\text{s.t.} \quad pd_i - mc_j - pr_{ij} \leqq t_{ij} \quad \forall i, j \qquad (2\text{-}28)$$

$$pd_i \geqq 0,\ mc_j \geqq 0,\ pr_{ij} \geqq 0,\ t_{ij} \geqq 0 \quad \forall i, j \qquad (2\text{-}29)$$

但し，MC：mc_jを成分とするn次元列ベクトル。

mc_j：生産地域jの産地限界費用（完全競争のとき供給価格に一致）。

PR：pr_{ij}を成分とするmn次元列ベクトル。

pr_{ij}：消費地域iの需要価格pd_iと，消費地域iにおける生産地域jの限界収入mr_{ij}との格差を表す変数。

$y_j = \chi_j + \phi_j mc_j$：生産地域$j$の限界費用関数（完全競争のとき供給関数に一致）。（$\chi_j \equiv -g_j/h_j$，$\phi_j \equiv 1/h_j > 0$）．

このモデルは，需要価格と供給価格を原変数，地域間の移送量を双対変数とする価格形式による完全競争空間均衡モデル (2-5) ～ (2-7) に対して，供給価格の代わりに産地限界費用 mc_jを原変数として採用し，更に消費地域 iにおける需要価格 pd_iと消費地域 iにおける生産地域 jの限界収入 mr_{ij}との格差を表す変数 pr_{ij}を新たに原変数として加えたものである。最適性条件の点から，数量形式で定式化された (2-18) ～ (2-21) と互いに等価であり，このことは以下のように示される。

この最大化問題 (2-27) ～ (2-29) に対する Lagrange 関数を L_P，制約条件 (2-28) に対する Lagrange 乗数を τ_{ij} ($\geqq 0$) とすると，Karush-Kuhn-Tucker の最適性条件は次のように表される。

$$\frac{\partial L_Q}{\partial pd_i} = \nu_i + \xi_i pd_i - \Sigma_j \tau_{ij} \leqq 0, \quad pd_i \frac{\partial L_Q}{\partial pd_i} = 0 \quad \forall i \qquad (2\text{-}30)$$

$$\frac{\partial L_Q}{\partial mc_j} = -\chi_j - \phi_j mc_j + \Sigma_i \tau_{ij} \leqq 0, \quad mc_j \frac{\partial L_Q}{\partial mc_j} = 0 \quad \forall j \qquad (2\text{-}31)$$

$$\frac{\partial L_Q}{\partial pr_{ij}} = \frac{\xi_i}{1+\gamma_{ij}} pr_{ij} + \tau_{ij} \leqq 0, \quad pr_{ij} \frac{\partial L_Q}{\partial pr_{ij}} = 0 \quad \forall i, j \qquad (2\text{-}32)$$

$$\frac{\partial L_Q}{\partial \tau_{ij}} = -pd_i + mc_j + pr_{ij} + t_{ij} \geqq 0, \quad \tau_{ij} \frac{\partial L_Q}{\partial \tau_{ij}} = 0 \quad \forall i, j \qquad (2\text{-}33)$$

Lagrange 乗数 τ_{ij} は均衡における生産地域 j から消費地域 i への移送量と解釈され，条件 (2-30) は，均衡における市場価格が正である限り，与えられた市場需要関数が満たされることを示し，数量形式における最適性条件 (2-22) に対応する。また条件 (2-31) は，均衡における産地限界費用が正である限り，与えられた限界費用関数が満たされることを示し，数量形式における最適性条件 (2-23) に対応する。

一方条件 (2-32) は，

$$pr_{ij}+b_i(1+\gamma_{ij})\tau_{ij}\leqq 0,$$

$$pr_{ij}[pr_{ij}+b_i(1+\gamma_{ij})\tau_{ij}]=0 \quad \forall i,j$$

と書けるから，(2-16) より，均衡において pr_{ij} が正である限り，pr_{ij} は消費地域 i の市場価格 pd_i と消費地域 i における生産地域 j の限界収入 mr_{ij} との格差を与えることが確認される。

更に条件 (2-33) は，地域間の価格についての関係を表し，数量形式における最適性条件 (2-24) に対応する。条件 (2-33) は，

$$mr_{ij}-mc_j\leqq t_{ij},\quad \tau_{ij}(mr_{ij}-mc_j-t_{ij})=0 \quad \forall i,j$$

と書けるから，均衡において移送量 $\tau_{ij}(=q_{ij})$ が正である限り，限界収入 mr_{ij} と限界費用 mc_j との差は両地域間の単位輸送費 t_{ij} に等しく，その差が t_{ij} を下回る場合には移送量 τ_{ij} は 0 となる。

3．空間均衡モデルの頑健性に関する事例分析

1）供給量変動のシミュレーション (註 3)

近年，異常気象の多発が野菜供給の不安定性に拍車をかけている。特に，玉葱をはじめ，にんにくや生姜等のように生産が少数の産地に集中している品目では，シェアの大きな主産地の供給量変動が市場価格に及ぼす影響が顕著であり，そのことが輸入野菜増加の 1 つの要因として指摘されている (註 4)。

北海道産玉葱は，数量シェアにおいて，年間で全国の 50 %以上，10 月～3 月の約半年間については多くの市場で 90 %以上を占め，しかも気象変動の影響等により収量変動が大きいため，各地域の市場価格の形成に大きな影響を及ぼすことになる。そしてこのことが，価格伸縮的で供給量のわずかな増減によって価格が激しく変動する玉葱市場を一層不安定にしていることが，従来の研究で指摘されている（松原他 [1985]，大江 [1990]）。更に，北海道産玉葱の供給量の増減は，市場価格の変動を介して，外国産玉葱の輸入量の増減にも影響を及ぼしている。例えば，北海道産玉葱が水害の影響で不作だった 1981 年には，国産玉葱

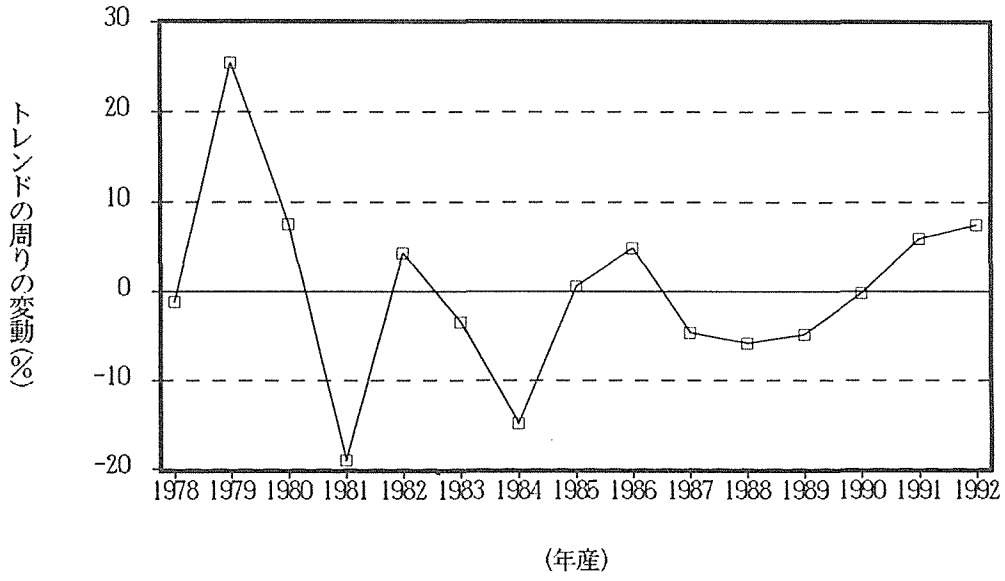

図１　北海道産玉葱の収量変動

（資料）農林水産省統計情報部『野菜生産出荷統計』。

註）t期の出荷量をq_t（1,000t），時間変数（1978年産を1とする自然数）をT，推定すべきパラメータをv_0，v_1，t期の誤差項をμ_tとして，計測式

$$q_t = v_0 + v_1 T + \mu_t$$

を普通最小自乗法によって推定し，q_tの推定値に対するμ_tの比をとって，トレンドの周りの変動を算出した。なお，計測結果は以下のように得られた。

推定パラメータ	v_1	20.861	(7.814)
	v_0	310.56	(12.79)
自由度修正済決定係数		0.8110	
Durbin-Watson比		1.7583	

但し，括弧内数値はt-値であり，推定パラメータは有意水準1%で0と有意差をもつ。

の市場価格が高騰し，アメリカ産を中心に輸入玉葱が 10 %を超える市場シェアを占めるに至り，また 1993 年には，北海道産玉葱の出回りが遅れ，府県産との端境期に一時的に品不足に陥ったため，国産玉葱の市場価格が高騰し，アメリカをはじめとする諸外国からの輸入が増加した。一方，豊作の 1979 年には，生産者価格が生産費を大きく下回り，北海道で約 2 万 t の産地廃棄が行われている。

本小節では，このような北海道産玉葱の供給量変動に対して幾つかのシナリオケースを想定し，それぞれのケースにおいて北海道産玉葱の供給量変動が他の生産地域の供給量，各消費地域の需要量，市場価格，及び地域間の移送量に及ぼす影響についてシミュレーション分析を行う。まず，地域別需要関数・供給関数・限界費用関数の計測期間である 1978 年産から 1992 年産までの 15 年間について，北海道産玉葱の生産量（収量）の推移をみると，そのトレンドの周りの変動は図 1 のように得られる。そこで，表 1 に示されるように，作柄変動によって北海道 A，北海道 B の生産量が基準年（ 1990 年産～ 1992 年産平均）よりもそれぞれ 10 %または 20 %増加または減少する 4 ケースを想定する。

まず，現状の推測的変動を組み込んだ不完全競争空間均衡モデルを適用したシミュレーション結果を表 2 ～表 5 に掲げる。

ケース A で，北海道 A，北海道 B の生産量がそれぞれ 10 %増加すると，均衡において北海道 A，北海道 B の供給量はそれぞれ 2.63 %， 10.00 %増加する。生産量が 10 %増加するにもかかわらず，北海道 A の供給量が 2.63 %しか増加しないのは，本稿においては北海道の供給量変動に対して他の生産地域の供給量が全く調整されないと仮定されているため，北海道 A，北海道 B の供給量がともに 10 %増加すると，玉葱の市場吸収能力を超過してしまうからである。ゆえに，北海道 A の生産量の増分のうち全国の市場に吸収されるのは 26.3 %で，市場吸収能力を超える残り 73.7 %（ 1 万 7,920t ）は廃耕（圃場還元）等により産地廃棄される (註 5) のが合理的ということになる。その結果，総供給量（＝総需要量）は 3.37 %（ 3 万 3,470t ）増加する。各指定消費地域の需要量は 1.57 %～ 4.61 %増加し，市場価格は 19.85 %～ 27.56 %低下する。

同様にケース B で，北海道 A，北海道 B の生産量がそれぞれ 20 %増加すると，均衡において北海道 A の供給量は 0.11 %減少し，北海道 B の供給量は 13.19 %増加する。他の生産地域の供給量が全く調整されない状況下で，北海道 A，北海道 B の供給量がともに 20 %増加すると，明らかに市場吸収能力を超過してしまうから，市場に吸収されない分を産地廃棄（北海道 A ： 4 万 8,890t，北海道 B ： 1 万 8,440t ）することにより，北海道 B の供給量は 13.19 %の増加にとどめ，北海道 A に至っては供給量を逆に 0.11 %減少させるのが合理的ということになる。その結果，総供給量は 3.57 %（ 3 万 5,460t ）増加する。各指定消費地域の

表１　作柄変動のシミュレーションシナリオ

シミュレーションケース	シミュレーションシナリオ
ケースＡ	北海道Ａ，北海道Ｂの生産量が基準年（1990年産～1992年産平均）よりもそれぞれ10%増加する場合。
ケースＢ	北海道Ａ，北海道Ｂの生産量が基準年よりもそれぞれ20%増加する場合。
ケースＣ	北海道Ａ，北海道Ｂの生産量が基準年よりもそれぞれ10%減少する場合。
ケースＤ	北海道Ａ，北海道Ｂの生産量が基準年よりもそれぞれ20%減少する場合。

表2　ケースAの均衡解（不完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	22.05 (1.67)	16.45 (2.50)	11.66 (0.94)	91.89 (3.04)	2.98 (1.38)	6.93 (0.52)	10.08 (2.38)	5.99 (1.66)	26.20 (1.51)	19.21 (3.12)	13.19 (2.15)	3.76 (5.18)	6.48 (4.99)	12.66 (5.50)	249.52 (2.63)
北海道B	26.25 (8.38)	19.55 (9.50)	14.08 (9.57)	109.69 (10.39)	3.53 (7.89)	8.17 (6.50)	12.02 (9.38)	7.22 (9.76)	31.85 (10.51)	22.45 (8.60)	15.77 (9.34)	4.54 (14.00)	7.74 (12.33)	14.94 (13.73)	297.81 (10.00)
東北		1.70 (-0.14)		1.27 (0.19)											2.97 (0.00)
北関東		6.62 (0.42)	8.53 (-1.00)	8.58 (0.69)	(-0.74)										23.72 (0.00)
南関東		0.74 (-0.25)	0.19 (-1.75)	6.00 (0.09)			0.05 (-0.33)								6.98 (0.00)
北陸・東山		0.16 (-0.03)	0.13 (-1.57)	5.94 (0.29)	0.54 (-0.86)	0.23 (-1.43)	6.22 (-0.10)		0.23 (-1.14)	0.20 (0.96)					13.66 (0.00)
東海	2.90 (-0.95)	2.97 (0.54)	1.19 (-1.67)	25.92 (0.86)	0.82 (-0.71)	2.59 (-1.39)	5.15 (0.37)	4.36 (-0.61)	23.01 (-0.92)	5.04 (1.52)	0.04 (0.05)	(3.05)	0.01 (3.07)		73.99 (0.00)
近畿	5.94 (-2.30)	8.88 (-0.60)	3.01 (-2.97)	43.12 (-0.07)	1.37 (-1.78)	4.22 (-2.20)	5.00 (-0.67)	2.11 (-1.58)	13.25 (-1.91)	97.38 (0.73)	1.66 (-0.86)	1.25 (1.41)	1.68 (1.84)	1.34 (2.09)	190.21 (0.00)
中国		0.01 (-1.89)		0.42 (-0.48)					0.02 (-4.30)	2.56 (0.95)	10.49 (-1.56)	0.01 (2.46)	5.94 (2.50)		19.45 (0.00)
四国	0.04 (-19.56)	0.21 (-2.85)	0.50 (-9.55)	16.66 (-1.16)	0.04 (-5.26)	0.73 (-4.69)	0.60 (-2.61)	1.44 (-3.99)	0.25 (-4.93)	4.70 (0.55)	1.86 (-2.21)	15.83 (1.46)	5.85 (2.22)	2.02 (2.70)	50.73 (0.00)
北九州	2.27 (-3.05)	0.78 (-1.24)	0.68 (-3.56)	36.96 (-0.64)	0.88 (-2.34)	0.24 (-2.65)	0.05 (-1.25)	1.04 (-2.09)	0.27 (-2.44)	4.48 (0.30)	2.38 (-1.19)	0.12 (0.73)	13.64 (0.98)	26.13 (1.09)	89.92 (0.00)
南九州	0.01 (-5.50)								0.02 (-3.88)	0.03 (-0.74)			0.26 (-0.05)	7.15 (0.02)	7.47 (0.00)
需要量計	59.44 (3.74)	58.07 (3.69)	39.97 (2.71)	346.44 (3.86)	10.16 (2.42)	23.12 (1.57)	39.18 (3.23)	22.16 (2.77)	95.10 (3.17)	156.04 (2.09)	45.41 (3.12)	25.52 (4.03)	41.61 (3.98)	64.24 (4.61)	1,026.45 (3.37)
市場価格	49.41 (-27.56)	58.72 (-23.93)	53.64 (-26.36)	62.45 (-22.66)	57.48 (-24.75)	63.31 (-23.34)	57.71 (-24.29)	60.28 (-23.88)	56.44 (-25.21)	72.11 (-19.85)	61.44 (-23.28)	56.61 (-23.84)	65.26 (-21.12)	63.15 (-21.63)	

註1）下段括弧内数値は現状値（1990年産～1992年産平均）からの増減率（%）を表す。
註2）地域間移送量の空欄は，0または単位に満たないことを表す。
註3）分析対象は「指定消費地域」への出荷量であり，「その他の地域」への出荷量は除外されている。
註4）それぞれの数値は四捨五入を施されているため，移送量の内訳と合計とは一致しない場合がある。

表3　ケースBの均衡解（不完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	21.49 (-0.90)	16.03 (-0.11)	11.27 (-2.42)	89.48 (0.34)	2.90 (-1.14)	6.76 (-1.85)	9.83 (-0.22)	5.80 (-1.44)	25.31 (-1.93)	18.84 (1.13)	12.84 (-0.56)	3.65 (2.14)	6.33 (2.46)	12.33 (2.77)	242.87 (-0.11)
北海道B	26.94 (11.26)	20.09 (12.54)	14.55 (13.22)	112.87 (13.59)	3.62 (10.69)	8.37 (9.04)	12.35 (12.40)	7.45 (13.21)	32.95 (14.32)	22.95 (11.04)	16.22 (12.44)	4.70 (17.87)	7.97 (15.60)	15.41 (17.35)	306.45 (13.19)
東北		1.70 (-0.15)		1.27 (0.20)											2.97 (0.00)
北関東		6.62 (0.45)	8.52 (-1.07)	8.58 (0.73)	(-0.74)										23.72 (0.00)
南関東		0.74 (-0.26)	0.19 (-1.86)	6.00 (0.09)			0.05 (-0.35)								6.98 (0.00)
北陸・東山		0.16 (-0.02)	0.13 (-1.66)	5.94 (0.31)	0.54 (-0.91)	0.23 (-1.50)	6.22 (-0.11)		0.23 (-1.22)	0.20 (1.03)					13.66 (0.00)
東海	2.89 (-1.00)	2.97 (0.58)	1.19 (-1.77)	25.93 (0.91)	0.82 (-0.75)	2.59 (-1.47)	5.15 (0.40)	4.36 (-0.66)	22.99 (-0.98)	5.04 (1.62)	0.04 (0.05)	(3.05)	0.01 (3.36)		73.99 (0.00)
近畿	5.93 (-2.44)	8.88 (-0.63)	3.00 (-3.15)	43.12 (-0.08)	1.37 (-1.88)	4.22 (-2.33)	4.99 (-0.71)	2.11 (-1.69)	13.23 (-2.04)	97.42 (0.77)	1.66 (-0.91)	1.26 (1.49)	1.68 (1.95)	1.34 (2.21)	190.21 (0.00)
中国		0.01 (-1.99)		0.42 (-0.51)					0.02 (-4.55)	2.56 (1.02)	10.48 (-1.65)	0.01 (2.56)	5.95 (2.64)		19.45 (0.00)
四国	0.04 (-20.70)	0.21 (-3.01)	0.50 (-10.13)	16.65 (-1.23)	0.04 (-5.54)	0.73 (-4.95)	0.60 (-2.76)	1.44 (-4.24)	0.25 (-5.25)	4.70 (0.59)	1.86 (-2.35)	15.84 (1.54)	5.86 (2.35)	2.02 (2.87)	50.73 (0.00)
北九州	2.27 (-3.23)	0.78 (-1.31)	0.68 (-3.77)	36.95 (-0.68)	0.87 (-2.48)	0.24 (-2.80)	0.05 (-1.32)	1.04 (-2.23)	0.27 (-2.60)	4.48 (0.32)	2.38 (-1.26)	0.12 (0.77)	13.65 (1.04)	26.15 (1.16)	89.92 (0.00)
南九州	0.01 (-5.84)								0.02 (-4.14)	0.03 (-0.77)			0.26 (-0.05)	7.15 (0.02)	7.47 (0.00)
需要量計	59.57 (3.96)	58.19 (3.91)	40.03 (2.88)	347.20 (4.09)	10.17 (2.56)	23.14 (1.66)	39.25 (3.43)	22.19 (2.93)	95.28 (3.36)	156.23 (2.22)	45.49 (3.31)	25.58 (4.28)	41.70 (4.22)	64.41 (4.88)	1,028.44 (3.57)
市場価格	48.29 (-29.19)	57.62 (-25.35)	52.49 (-27.93)	61.36 (-24.01)	56.36 (-26.22)	62.16 (-24.72)	56.61 (-25.73)	59.16 (-25.31)	55.30 (-26.72)	71.05 (-21.03)	60.33 (-24.66)	55.56 (-25.26)	64.22 (-22.38)	62.11 (-22.92)	

註）表2に同じ。

表4　ケースCの均衡解（不完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	19.94 (-8.06)	14.52 (-9.52)	10.57 (-8.51)	79.72 (-10.60)	2.72 (-7.47)	6.49 (-5.77)	8.93 (-9.33)	5.35 (-9.13)	23.33 (-9.62)	16.90 (-9.26)	11.73 (-9.16)	3.04 (-14.87)	5.34 (-13.49)	10.23 (-14.76)	218.81 (-10.00)
北海道B	22.29 (-7.94)	16.16 (-9.48)	11.78 (-8.34)	88.81 (-10.63)	3.03 (-7.32)	7.25 (-5.54)	9.96 (-9.31)	5.98 (-9.06)	26.07 (-9.57)	18.76 (-9.23)	13.11 (-9.10)	3.38 (-15.25)	5.95 (-13.72)	11.12 (-15.32)	243.67 (-10.00)
東北		1.71 (0.22)		1.26 (-0.30)											2.97 (0.00)
北関東		6.55 (-0.64)	8.74 (1.54)	8.43 (-1.06)	(1.35)										23.72 (0.00)
南関東		0.75 (0.38)	0.20 (2.67)	5.99 (-0.14)			0.05 (0.50)								6.98 (0.00)
北陸・東山		0.16 (0.05)	0.14 (2.39)	5.89 (-0.45)	0.56 (1.33)	0.24 (2.20)	6.24 (0.16)		0.24 (1.73)	0.20 (-1.48)					13.66 (0.00)
東海	2.97 (1.48)	2.93 (-0.81)	1.24 (2.56)	25.36 (-1.31)	0.83 (1.11)	2.69 (2.16)	5.10 (-0.56)	4.43 (0.93)	23.54 (1.39)	4.85 (-2.32)	0.04 (-0.06)	(-4.44)	0.01 (-4.65)		73.99 (0.00)
近畿	6.29 (3.52)	9.01 (0.92)	3.24 (4.54)	43.20 (0.11)	1.44 (2.73)	4.47 (3.39)	5.08 (1.02)	2.20 (2.41)	13.90 (2.91)	95.60 (-1.11)	1.70 (1.31)	1.21 (-2.19)	1.60 (-2.84)	1.27 (-3.21)	190.21 (0.00)
中国		0.01 (2.97)		0.43 (0.74)					0.02 (6.48)	2.50 (-1.45)	10.91 (2.39)	0.01 (-3.79)	5.58 (-3.83)		19.45 (0.00)
四国	0.06 (30.07)	0.22 (4.41)	0.64 (14.64)	17.15 (1.79)	0.05 (8.09)	0.82 (7.23)	0.64 (4.00)	1.59 (6.11)	0.29 (7.52)	4.63 (-0.82)	1.97 (3.39)	15.25 (-2.26)	5.53 (-3.41)	1.89 (-4.15)	50.73 (0.00)
北九州	2.45 (4.68)	0.80 (1.91)	0.75 (5.45)	37.56 (0.98)	0.93 (3.60)	0.26 (4.08)	0.06 (1.91)	1.09 (3.20)	0.29 (3.71)	4.45 (-0.45)	2.45 (1.82)	0.12 (-1.14)	13.30 (-1.51)	25.41 (-1.68)	89.92 (0.00)
南九州	0.01 (8.40)								0.02 (5.94)	0.03 (1.12)			0.26 (0.08)	7.15 (-0.03)	7.47 (0.00)
需要量計	54.01 (-5.74)	52.83 (-5.66)	37.29 (-4.17)	313.80 (-5.92)	9.55 (-3.71)	22.22 (-2.41)	36.07 (-4.96)	20.65 (-4.25)	87.69 (-4.87)	147.92 (-3.22)	41.92 (-4.79)	23.01 (-6.19)	37.57 (-6.11)	57.07 (-7.07)	941.60 (-5.17)
市場価格	97.07 (42.31)	105.56 (36.75)	102.32 (40.47)	108.84 (34.79)	105.42 (38.01)	112.17 (35.84)	104.65 (37.29)	108.24 (36.67)	104.65 (38.69)	117.40 (30.49)	108.70 (35.74)	101.54 (36.60)	109.55 (32.43)	107.35 (33.21)	

註）表2に同じ。

表5　ケースDの均衡解（不完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	18.19 (-16.11)	12.99 (-19.04)	9.59 (-17.02)	70.27 (-21.21)	2.50 (-14.94)	6.10 (-11.54)	8.01 (-18.66)	4.81 (-18.25)	20.85 (-19.23)	15.18 (-18.53)	10.54 (-18.32)	2.51 (-29.73)	4.51 (-26.98)	8.46 (-29.53)	194.50 (-20.00)
北海道B	20.37 (-15.89)	14.47 (-18.96)	10.71 (-16.67)	78.25 (-21.25)	2.79 (-14.64)	6.83 (-11.07)	8.94 (-18.63)	5.39 (-18.13)	23.31 (-19.14)	16.86 (-18.45)	11.80 (-18.21)	2.77 (-30.49)	5.00 (-27.43)	9.11 (-30.63)	216.59 (-20.00)
東北		1.71 (0.43)		1.26 (-0.59)											2.97 (0.00)
北関東		6.51 (-1.28)	8.88 (3.07)	8.34 (-2.12)	(1.35)										23.72 (0.00)
南関東		0.75 (0.77)	0.20 (5.36)	5.98 (-0.28)			0.05 (0.98)								6.98 (0.00)
北陸・東山		0.16 (0.10)	0.14 (4.78)	5.87 (-0.90)	0.56 (2.66)	0.24 (4.39)	6.25 (0.32)		0.24 (3.45)	0.20 (-2.94)					13.66 (0.00)
東海	3.01 (2.97)	2.91 (-1.61)	1.27 (5.12)	25.02 (-2.61)	0.84 (2.22)	2.74 (4.32)	5.07 (-1.13)	4.47 (1.87)	23.87 (2.78)	4.73 (-4.65)	0.04 (-0.11)	(-8.94)	0.01 (-9.51)		73.99 (0.00)
近畿	6.50 (7.04)	9.10 (1.85)	3.38 (9.08)	43.25 (0.22)	1.47 (5.47)	4.61 (6.79)	5.13 (2.04)	2.25 (4.82)	14.29 (5.82)	94.53 (-2.21)	1.72 (2.61)	1.18 (-4.37)	1.56 (-5.67)	1.23 (-6.42)	190.21 (0.00)
中国		0.01 (5.84)		0.43 (1.49)					0.02 (13.01)	2.46 (-2.89)	11.17 (4.78)	0.01 (-7.46)	5.36 (-7.67)		19.45 (0.00)
四国	0.08 (60.14)	0.23 (8.82)	0.72 (29.27)	17.46 (3.58)	0.05 (16.16)	0.88 (14.46)	0.67 (8.01)	1.68 (12.21)	0.31 (15.04)	4.59 (-1.64)	2.03 (6.79)	14.90 (-4.51)	5.33 (-6.81)	1.80 (-8.30)	50.73 (0.00)
北九州	2.56 (9.37)	0.82 (3.83)	0.78 (10.90)	37.93 (1.96)	0.96 (7.21)	0.27 (8.16)	0.06 (3.83)	1.13 (6.40)	0.30 (7.43)	4.43 (-0.89)	2.50 (3.63)	0.12 (-2.28)	13.10 (-3.01)	24.98 (-3.36)	89.92 (0.00)
南九州	0.01 (16.80)								0.02 (11.86)	0.03 (2.25)			0.26 (0.15)	7.15 (-0.06)	7.47 (0.00)
需要量計	50.72 (-11.48)	49.66 (-11.33)	35.67 (-8.34)	294.04 (-11.85)	9.18 (-7.43)	21.67 (-4.82)	34.18 (-9.93)	19.73 (-8.49)	83.21 (-9.74)	143.01 (-6.43)	39.81 (-9.59)	21.49 (-12.39)	35.12 (-12.23)	52.72 (-14.15)	890.21 (-10.35)
市場価格	125.93 (84.62)	133.93 (73.50)	131.79 (80.94)	136.93 (69.58)	134.46 (76.02)	141.77 (71.68)	133.08 (74.59)	137.28 (73.33)	133.85 (77.39)	144.82 (60.97)	137.32 (71.47)	128.75 (73.21)	136.38 (64.85)	134.12 (66.43)	

註）表2に同じ。

需要量は 1.66 %～ 4.88 %増加し，市場価格は 21.03 %～ 29.19 %低下する。

一方ケースＣで，北海道Ａ，北海道Ｂの生産量がそれぞれ 10 %減少すると，均衡において北海道Ａ，北海道Ｂの供給量はそれぞれ 10.00 %減少し，総供給量は 5.17 %（５万 1,380t）減少する。その結果，各指定消費地域の需要量は 2.41 %～ 7.07 %減少し，市場価格は 30.49 %～ 42.31 %上昇する。

またケースＤで，北海道Ａ，北海道Ｂの生産量がそれぞれ 20 %減少すると，均衡において北海道Ａ，北海道Ｂの供給量はそれぞれ 20.00 %減少し，総供給量は 10.35 %（10 万 2,770t）減少する。その結果，各指定消費地域の需要量は 6.43 %～ 14.15 %減少し，市場価格は 60.97 %～ 84.62 %上昇する。

２）考察

前小節のシミュレーション結果における各地域間の移送量についてみると，北海道Ａ，北海道Ｂの供給量が増加する場合には，北海道Ａ，北海道Ｂから各指定消費地域への移送量が増加するとともに，他の生産地域から各指定消費地域への移送量が減少している。逆に，北海道Ａ，北海道Ｂの供給量が減少する場合には，北海道Ａ，北海道Ｂから各指定消費地域への移送量が減少するとともに，他の生産地域から各指定消費地域への移送量が増加している。そして，地域間移送量の増減率は供給量の増減率とほぼ並行して単調に変化している。このように，４ケースを通じて，北海道産玉葱の供給量変動と地域間移送量の増減との間には連続的な関係が見いだされ，この意味で，現状の推測的変動を組み込んだ不完全競争空間均衡モデルは，頑健性 (robustness) を有するといえる。

一方，同様のシミュレーションシナリオを完全競争空間均衡モデルによって計測した結果を表６～表９に掲げる。現状の推測的変動を組み込んだ不完全競争空間均衡モデルによる上述のシミュレーション結果と異なり，北海道産玉葱の供給量変動に対する地域間移送量の増減は，その符号，程度ともに移送ルートによって大きな差があり，更に両変動の間に明確な連続的関係を見いだせない移送ルートが幾つか存在する。

例えば，北海道Ａからの移送量をみると，北海道の供給量が増加するケースＡ，ケースＢにおいて，他の指定消費地域への移送量は増加しているのに，京浜への移送量だけは大幅に減少し，一方京阪神への移送量は他の指定消費地域への移送量の数十倍の割合で急激に増加している。また，北海道の供給量が減少するケースＣ，ケースＤにおいて，北海道Ａから各指定消費地域への移送量は減少しているが，ケースＣにおける京浜への移送量だけが増加している。

このように，現状の推測的変動を組み込んだ不完全競争空間均衡モデルを用いたシミュレーション結果と比較して，北海道の供給量変動と地域間移送量の増減

表6　ケースAの均衡解（完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	60.26 (5.70)	58.74 (5.74)		35.97 (-13.17)	10.26 (3.65)	23.33 (2.32)	39.59 (5.01)			29.53 (70.14)	8.23 (－)				265.92 (10.00)
北海道B			39.83 (4.10)	258.06 (10.97)											297.89 (10.00)
東北				2.96 (0.00)											2.96 (0.00)
北関東				31.30 (0.00)											31.30 (0.00)
南関東				7.13 (0.00)											7.13 (0.00)
北陸・東山				14.19 (0.00)											14.19 (0.00)
東海								22.25 (4.21)	58.53 (-1.51)						80.78 (0.00)
近畿									36.58 (23.93)	129.73 (-5.16)					166.31 (0.00)
中国											10.17 (-39.46)		9.13 (265.24)		19.29 (0.00)
四国									(-100.00)		27.36 (1.19)	25.65 (6.04)			53.01 (0.00)
北九州													33.09 (-11.37)	57.19 (8.02)	90.28 (0.00)
南九州														7.77 (0.00)	7.77 (0.00)
需要量計	60.26 (5.70)	58.74 (5.74)	39.83 (4.10)	349.61 (6.09)	10.26 (3.65)	23.33 (2.32)	39.59 (5.01)	22.25 (4.21)	95.11 (4.83)	159.26 (3.32)	45.76 (4.40)	25.65 (6.04)	42.22 (5.98)	64.95 (6.99)	1,036.82 (5.20)
市場価格	42.17 (-40.34)	52.68 (-35.12)	56.24 (-33.64)	57.94 (-32.98)	49.30 (-36.64)	52.01 (-35.41)	51.51 (-35.63)	57.45 (-33.17)	56.42 (-33.57)	54.14 (-34.50)	56.65 (-31.58)	54.39 (-32.47)	58.50 (-30.89)	58.75 (-30.80)	

註1）下段括弧内数値は，基準年（1990年産～1992年産平均）における完全競争均衡解からの増減率（%）を表す。但し－は，基準年における完全競争均衡解が0であるため，定義されないことを表す。
註2）地域間移送量の空欄は，0または単位に満たないことを表す。
註3）分析対象は「指定消費地域」への出荷量であり，「その他の地域」への出荷量は除外されている。
註4）それぞれの数値は四捨五入を施されているため，地域間移送量の内訳と合計とは一致しない場合がある。

表7　ケースBの均衡解（完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	63.46 (11.30)	61.87 (11.38)		30.14 (-27.24)	10.62 (7.24)	23.85 (4.59)	41.45 (9.94)			39.75 (128.97)	18.97 (－)				290.10 (20.00)
北海道B			41.37 (8.13)	283.60 (21.95)											324.97 (20.00)
東北				2.96 (0.00)											2.96 (0.00)
北関東				31.30 (0.00)											31.30 (0.00)
南関東				7.13 (0.00)											7.13 (0.00)
北陸・東山				14.19 (0.00)											14.19 (0.00)
東海								23.13 (8.35)	57.64 (-3.00)						80.78 (0.00)
近畿									41.77 (41.52)	124.54 (-8.96)					166.31 (0.00)
中国											3.07 (-81.75)		16.23 (549.44)		19.29 (0.00)
四国									(-100.00)		25.79 (-4.60)	27.21 (12.51)			53.01 (0.00)
北九州													28.55 (-23.54)	61.73 (16.60)	90.28 (0.00)
南九州														7.77 (0.00)	7.77 (0.00)
需要量計	63.46 (11.30)	61.87 (11.38)	41.37 (8.13)	369.32 (12.07)	10.62 (7.24)	23.85 (4.59)	41.45 (9.94)	23.13 (8.35)	99.41 (9.58)	164.28 (6.57)	47.83 (9.11)	27.21 (12.51)	44.78 (12.40)	69.50 (14.48)	1,088.08 (10.40)
市場価格	14.15 (-79.98)	24.66 (-69.63)	28.22 (-66.70)	29.92 (-65.39)	21.28 (-72.65)	23.99 (-70.21)	23.49 (-70.65)	29.44 (-65.76)	28.40 (-66.56)	26.13 (-68.39)	28.63 (-65.42)	26.37 (-67.26)	30.48 (-63.99)	30.74 (-63.80)	

註）表6に同じ。

表8　ケースCの均衡解（完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	53.66 (-5.88)	52.26 (-5.92)		44.11 (6.50)	9.53 (-3.77)	22.26 (-2.39)	35.75 (-5.17)			(-100.00)					217.57 (-10.00)
北海道B			36.64 (-4.23)	207.09 (-10.95)											243.73 (-10.00)
東北				2.96 (0.00)											2.96 (0.00)
北関東				31.30 (0.00)											31.30 (0.00)
南関東				7.13 (0.00)											7.13 (0.00)
北陸・東山				14.19 (0.00)											14.19 (0.00)
東海				2.08 (－)				20.48 (-4.07)	58.21 (-2.05)						80.78 (0.00)
近畿									17.10 (-42.06)	149.21 (9.08)					166.31 (0.00)
中国											19.29 (14.88)		(-100.00)		19.29 (0.00)
四国									11.17 (526.82)		19.19 (-29.04)	22.65 (-6.37)			53.01 (0.00)
北九州											3.32 (－)		37.75 (1.09)	49.22 (-7.04)	90.28 (0.00)
南九州														7.77 (0.00)	7.77 (0.00)
需要量計	53.66 (-5.88)	52.26 (-5.92)	36.64 (-4.23)	308.86 (-6.28)	9.53 (-3.77)	22.26 (-2.39)	35.75 (-5.17)	20.48 (-4.07)	86.49 (-4.67)	149.21 (-3.21)	41.80 (-4.64)	22.65 (-6.37)	37.75 (-5.25)	56.99 (-6.13)	934.31 (-5.20)
市場価格	100.09 (41.60)	110.60 (36.22)	114.16 (34.70)	115.86 (34.01)	107.22 (37.79)	109.93 (36.52)	109.43 (36.75)	113.55 (32.08)	112.51 (32.47)	110.24 (33.37)	110.38 (33.31)	108.11 (34.25)	107.60 (27.11)	107.85 (27.03)	

註）表6に同じ。

表9　ケースDの均衡解（完全競争空間均衡モデル）

（単位：1,000t，円/kg，%）

生産地域	指定消費地域														供給量計
	北海道	東北	北関東	京浜	新潟	北陸	東山	静岡	中京	京阪神	中国	四国	北九州	九州	
北海道A	50.47 (-11.48)	49.13 (-11.56)		29.00 (-30.00)	9.17 (-7.36)	21.74 (-4.66)	33.89 (-10.10)			(-100.00)					193.40 (-20.00)
北海道B			35.10 (-8.26)	181.55 (-21.93)											216.65 (-20.00)
東北				2.96 (0.00)											2.96 (0.00)
北関東				31.30 (0.00)											31.30 (0.00)
南関東				7.13 (0.00)											7.13 (0.00)
北陸・東山				14.19 (0.00)											14.19 (0.00)
東海				23.03 (－)				19.60 (-8.21)	38.15 (-35.80)						80.78 (0.00)
近畿									22.12 (-25.05)	144.19 (5.40)					166.31 (0.00)
中国											19.29 (14.88)		(-100.00)		19.29 (0.00)
四国									21.91 (1,128.91)		10.02 (-62.95)	21.08 (-12.84)			53.01 (0.00)
北九州											10.42 (－)		35.19 (-5.75)	44.67 (-15.62)	90.28 (0.00)
南九州														7.77 (0.00)	7.77 (0.00)
需要量計	50.47 (-11.48)	49.13 (-11.56)	35.10 (-8.26)	289.15 (-12.26)	9.17 (-7.36)	21.74 (-4.66)	33.89 (-10.10)	19.60 (-8.21)	82.18 (-9.42)	144.19 (-6.46)	39.73 (-9.36)	21.08 (-12.84)	35.19 (-11.66)	52.44 (-13.62)	883.06 (-10.40)
市場価格	128.11 (81.25)	138.62 (70.73)	142.18 (67.75)	143.88 (66.42)	135.24 (73.80)	137.95 (71.32)	137.45 (71.76)	141.57 (64.67)	140.53 (65.46)	138.26 (67.26)	138.40 (67.15)	136.13 (69.04)	135.62 (60.21)	135.87 (60.03)	

註）表6に同じ。

との間にはっきりとした連続的な関係がみられないという意味において，完全競争空間均衡モデルは頑健性の点で問題があるといえる。

また，シミュレーション結果において，北海道における豊作年の産地廃棄という現実の産地行動を説明できていない点でも，完全競争空間均衡モデルは，シミュレーションモデルとしての有効性に問題があろう。

以上の考察から，現状の推測的変動を組み込んだ不完全競争空間均衡モデルは，モデルの頑健性，及び現状説明力の点から，従来の完全競争空間均衡モデルよりもシミュレーションモデルとして有効であることが示される。

4．結語

完全競争空間均衡モデルを用いた従来の実証分析においては，現状よりも大幅に単純化された移送関係が均衡解として得られるに過ぎず，シミュレーションを行う際にも，そのような現状から乖離したモデルを用いる他になかった。このことは，空間均衡分析を規範分析の領域にとどめ，シミュレーションの本来的な目標である将来の予測という見地からは，必ずしも説得力のあるものではなかった。完全競争という市場状態は，社会厚生的な観点からの理想であり，また分析を簡便化するものであるが，現状を説明する際に必ずしも妥当な仮定であるとはいえない。空間均衡分析においても，完全競争均衡解が現状の複雑な地域間の移送関係を十分に説明し得た実証例は皆無であり，このことは農産物市場，あるいはその他の産業の市場に対して完全競争の仮定を置くことの限界を例証するものであるといえる。更に，完全競争空間均衡モデルは，頑健性及び現状説明力の点で，シミュレーションモデルとしての有効性に問題があることが，本稿の事例分析において示唆された。

それに対して不完全競争空間均衡モデルは，現実の市場の完全競争市場からの乖離の度合い，すなわち現実の市場の競争性を集約的に表す指標 ── 推測的変動 ── を取り入れることによって，現状を的確に反映することが可能である。その結果，モデルとしての頑健性を有し，シミュレーション分析の結果もより現実妥当性をもつものとなる。つまり，不完全競争空間均衡モデルは空間均衡分析を従来の規範分析の範疇から脱却させ，実在分析あるいは将来の予測という領域へ拡張するものであるといえよう。

(註)

(註 1) 本稿において限界収入とは，市場需要関数を線形としたとき，市場価格の 2 倍の変化の割合をもついわゆる「市場全体の限界収入」ではなく，あくまで当該市場における個々の生産地域の限界収入である。これは，Helpman and Krugman [1989] における perceived marginal revenue，あるいは鈴木 [1994]，川口・鈴木 [1993] における「主観的」限界収入に相当し，個々の生産地域によって主観的に認識される（と考えられる）限界収入である。

(註 2) Hashimoto [1985] は，ASP を net social payoffs adjusted to the Nash equilibrium model と定義している。本稿では，ASP を Hashimoto [1985] の spatial Nash equilibrium model をも包含する不完全競争空間均衡モデルに対する修正された純社会利得を表すものとして，Hashimoto [1985] の定義を拡張して使用することとする。

(註 3) 地域別市場需要関数・供給関数・限界費用関数，単位輸送費，推測的変動の推定，及び空間均衡モデルの計測の詳細については，松田・黒河 [1996] を参照されたい。

(註 4) 永田 [1995], pp. 18-19.

(註 5) ここで「市場吸収能力を超える分が産地廃棄される」とは，以下のような状況を指している。

本シミュレーションケースの均衡において，北海道Aの産地限界費用は非負制約の下で 0 となり，Karush-Kuhn-Tucker の最適性条件 **(2-31)** で，この場合供給量一定で無限非弾力的な北海道Aの限界費用関数は満たされていない。従って，均衡における北海道Aの供給量は，その限界費用関数における一定供給量以下の値をとることとなる。そして，均衡における供給量と限界費用関数における一定供給量との格差が「産地廃棄」量と解釈されるのである。

換言すれば，均衡において各指定消費地域における北海道Aの限界収入は 0 となり，これ以上の供給は限界収入を負にしてしまう，という意味において「市場吸収能力を超過する」のである。

参考・引用文献

Cottle, R. W., J. S. Pang and R. E. Stone [1992], *The Linear Complementarity Problem*, Academic Press, San Diego, Calif.

Hashimoto, H. [1985], "A Spatial Nash Equilibrium Model," in P. T.

Harker (ed.), *Spatial Price Equilibrium: Advances in Theory, Computation and Application*, Springer-Verlag, New York, N.Y., pp. 20-40.

Helpman, E. and P. R. Krugman [1989], *Trade Policy and Market Structure*, MIT Press, Cambridge, Mass.

茨木俊秀・福島雅夫 [1991]『FORTRAN77 最適化プログラミング』岩波書店.

Iwata, G. [1974], "Measurement of Conjectural Variations in Oligopoly," *Econometrica*, Vol. 42, No. 5, pp. 947-966.

川口雅正・鈴木宣弘 [1993]「一生産物の二重構造不完全競争空間均衡モデルとその生乳市場分析への適用について」『九州大学農学部学芸雑誌』第 48 巻, 第 1·2 号, pp. 71-101.

川口雅正・鈴木宣弘・小林康平 [1994]『市場開放化の生乳流通 ── 競争と協調の選択 ──』農林統計協会.

Lemke, C. E. [1965], "Bimatrix Equilibrium Points and Mathematical Programming," *Management Science*, Vol. 11, pp. 681-689.

松原茂昌・白川俊信・福田重光 [1985]「貯蔵野菜需給の時間・空間均衡 ── 玉葱の需給調整を事例として ──」農業経営計量分析研究会 [編]『農業生産の計画モデル ── 意思決定問題へのアプローチ ──』農林統計協会, pp.251-281.

松田敏信・黒河功 [1995]「生食向け玉葱市場の競争性の計測 ── 主産県の推測的変動の推定によるアプローチ ──」『北海道大学農経論叢』第 51 集, pp. 171-187.

松田敏信・黒河功 [1996]「不完全競争下における玉葱市場の地域間均衡分析 ── 国内産地間の競争状態が輸入量に及ぼす影響 ──」『北海道大学農経論叢』第 52 集.

永田明 [1995]「増大する輸入野菜と国内産地の対応方向」農政ジャーナリストの会 [編]『急増する輸入野菜と国内産地』農林統計協会, pp. 14-40.

大江靖雄 [1990]「タマネギ作付・供給行動の計量分析 ── 複合的期待モデルを適用して ──」『北海道農業試験場研究報告』第 153 号, pp. 1-15.

Samuelson, P. A. [1952], "Spatial Price Equilibrium and Linear Programming," American Economic Review, Vol. 42, No. 3, pp. 283-303.

鈴木宣弘 [1994]『生乳市場の不完全競争に関する実証分析』農林統計協会.

Takayama, T. and G. G. Judge [1964a], "Equilibrium Among Spatially Separated Markets: A Reformulation," *Econometrica*, Vol. 32, No. 4, pp.510-524.

Takayama, T. and G. G. Judge [1964b], "Spatial Equilibrium and Quadratic

Programming," *Journal of Farm Economics*, Vol. 46, No. 1, pp. 67-92.
Takayama, T. and G. G. Judge [1971], *Spatial and Temporal Price and Allocation Models*, North-Holland, Amsterdam.