日本福祉大学経済学会・日本福祉大学福祉社会開発研究所『日本福祉大学経済論集』
The Journal of Economic Studies, Nihon Fukushi University
第 32 号　2006 年 2 月

防災対策と都市間の連携

Disaster Prevention and Cooperation Between Cities

舘　　健 太 郎*
Kentaro TACHI†

目　次

1　はじめに

本稿では，都市の防災対策や都市間の連携とそれにともなう都市間の政策的な相互作用について分析する．世界の都市や地域は，潜在的に自然災害や大規模なテロによって被害を受けるリスクを抱えている．我が国もその例外ではなく，1995 年 1 月 17 日には阪神・淡路大震災が，同じ年の 3 月 20 日には東京都内で地下鉄サリン事件が発生し，人々は大きな被害を受けた．それ以降も，全国各地で地震や火山の噴火，台風といった自然災害が頻発している．

＊　日本福祉大学経済学部専任講師
†　Lecturer, Faculty of Economics, Nihon Fukushi University

こうしたことから，近年，都市の安全の重要性が強調されるようになっている．その中でもしばしば指摘されるのが，都市間の連携による広域的な危機管理体制の確立である．これは近隣の都市が互いに協力することによって，個別の都市の防災，防犯対策だけではカバーできないような問題にも対処できると期待されているからである．

そこで，本稿では，こうした都市間の連携が都市や地域にどのような影響を与えるかを調べるために，ゲーム理論を使ったモデル分析を行う．その結果，都市間の連携が各都市の防災対策を補完する役割を果たす一方で，被災時に他の都市から支援を受けられることを期待して，各都市が被害を予防するための努力を怠ってしまうという新たな問題が生じる可能性があることが示される．

以下，次のように議論を進めていく．第2節では，災害に対する都市の状況および政策をモデルとして記述する．第3節では，地域全体から見た効率的な防災対策と連携のあり方について議論する．第4節では，各都市が戦略的に政策を決定する状況をゲームとして定式化し，このゲームの均衡を分析する．第5節では，このゲームの均衡がかならずしも効率性を実現しないことを示し，これを克服する方法について考察する．最後に第6節では今後の研究課題について述べる．

2　モデル

いまAとBという2つの都市がある．これらの都市には自然災害や大規模なテロなどに見舞われるリスクがあり，もしそのような事態に陥ったときは，都市は大きな人的被害や経済的損失を被る．そこで，都市 $i \in \{A, B\}$ は ϵ_i（ただし $0 \leqq \epsilon_i \leqq 1$）の確率で D_i だけの被害を受けるものとし，はじめ $\epsilon_i = \bar{\epsilon}$ および $D_i = D$ であるとしよう．

これに対して，都市はさまざまな予防的措置をとることによって，被害が発生する確率を $\bar{\epsilon}$ から $\underline{\epsilon}$（但し $\underline{\epsilon} < \bar{\epsilon}$）に抑えることができる．こうした対策の例としては，消防救急体制の整備，公共施設の耐震補強，ライフラインの強化などが挙げられる．これらの対策を行うために必要な費用を I，都市 i が実際に支出する金額を I_i とするとき，もし都市 i が防災対策を行ったときは $I_i = I$，行わなかったときは $I_i = 0$ となる．

都市の利得は被災時の損害と防災対策への支出によって決まるものとし，都市が被害に遭わなかったときの損害は0なので，都市 i の期待利得 $W_i(I_i)$ は

$$W_i(I_i) = (1-\epsilon_i)\times 0+\epsilon_i(-D_i)-I_i = -\epsilon_i D_i - I_i,\ i = A, B$$

で与えられる．したがって，都市 i が防災対策に支出したときとそうでなかったときの期待利得はそれぞれ

$$W_i(I) = -\underline{\epsilon}D - I,\ W_i(0) = -\overline{\epsilon}D,\ i = A, B$$

となる．

一方，各都市は他の都市と連携して，もし被災したときに救援活動などの支援を受けることによって，被災による損害を抑制することができる．もし都市 A と B が被災時の救援活動についてあらかじめ連携しているとき，被災した都市の損害が R だけ減少するとしよう．例えば，地震によって建物が倒壊したときに連携先の都市から救出活動の増援を受けたり，避難している住民が備蓄の供給を受けたりすることが考えられる．ただし，こうした取り組みによっても被害を完全になくすことは困難であると考えられるため，$D-R > 0$ であるとする．

これとは逆に，もし連携先の都市が被災して協力を要請してきたときには，速やかに救援に向かわなければならない．このとき都市には救援のために費用 r がかかり，連携先の都市が損害を被るのと同じ確率でこの費用が発生する．

よって，都市 A が都市 B と連携したときの都市 A の期待利得 $W_A^C(I_A, I_B)$ は

$$W_A^C(I_A, I_B) = -\epsilon_A(D-R) - I_A - \epsilon_B r$$

で与えられ，都市 A が防災対策を行ったときと行わなかったときの期待利得はそれぞれ

$$W_A^C(I, I_B) = -\underline{\epsilon}(D-R) - I - \epsilon_B r,\ W_A^C(0, I_B) = -\overline{\epsilon}(D-R) - \epsilon_B r$$

となる．また，都市 B の期待利得についても同様に

$$W_A^C(I_A, I) = -\underline{\epsilon}(D-R) - I - \epsilon_A r,\ W_B^C(I_A, 0) = -\overline{\epsilon}(D-R) - \epsilon_A r$$

と決まる．なお，ここでは分析の簡単化のために都市 A と B が同時に損害を被ることはないと仮定する．

3　効率的な防災対策と連携

3. 1　効率的な防災対策

はじめに，都市 A と B の両方の利得を考慮して，いわば地域全体の視点から見て両都市がどのような政策をとるのが効率的となるかを見ておこう．

地域全体の期待利得は都市 A と B の期待利得の合計で求められるものとする．したがって，両都市が互いに連携しなかったときの地域全体の期待利得 $W(I_A, I_B)$ は

$$W(I_A, I_B) = W_A(I_A) + W_B(I_B) = -(\epsilon_A + \epsilon_B)D - (I_A + I_B)$$

で与えられる．そして，両都市がこの期待利得を最大にするように I_A と I_B を決定するとき，両都市の防災対策が効率的であると呼ぶことにしよう．

そこで，効率的な防災対策を調べるために，両都市の防災対策への支出の組合せに応じて地域全体の期待利得を求めておこう．もし両都市がともに防災対策に支出をした場合には，地域全体の期待利得は $W(I, I) = -2\underline{\epsilon}D - 2I$ となる．また，どちらか一方の都市だけが対策を行った場合には $W(I, 0) = W(0, I) = -(\overline{\epsilon} + \underline{\epsilon})D - I$ となり，両都市とも対策を行わなかった場合には $W(0, 0) = -2\overline{\epsilon}D$ となる．

これら 3 つの場合について期待利得を比較すると $W(I, I) - W(I, 0) = W(I, 0) - W(0, 0) = \Delta\epsilon D - I$ となることから，

$$I \leqq \Delta\epsilon D$$

であるとき，$W(I, I) \geqq W(I, 0) = W(0, I) \geqq W(0, 0)$ となって，両都市がともに防災対策を行うことが効率的となることが分かる．ここで $\Delta\epsilon = \overline{\epsilon} - \underline{\epsilon}$ とし，これは防災対策によってどの程度被害に遭う確率が減少するかどうかを表す．また，$I > \Delta\epsilon D$ であるときには，$W(I, I) < W(I, 0) = W(0, I) < W(0, 0)$ となって両都市がともに対策を行わないのが効率的となる．

この条件は，防災対策の費用が低いほど，また対策による被害の発生確率の低下や被災時の被害額が大きくなるほど，両都市の予防策が効果的であることを意味している．また，もしこの条件を満たさない場合には防災対策の費用がその効果と比べて大きいため，どちらの都市とも防災対策を行うことが効率的ではなくなる．

一方，都市 A と B が連携したときの地域全体の期待利得 $W^C(I_A, I_B)$ は

$$W^C(I_A, I_B) = W_A^C(I_A, I_B) + W_B^C(I_A, I_B) = -(\epsilon_A + \epsilon_B)(D - R + r) - (I_A + I_B)$$

で与えられる．この場合も同様に各都市の支出状況に応じて期待利得が求められ，$W^C(I, I) = -2\underline{\epsilon}(D - R + r) - 2I$, $W^C(I, 0) = W^C(0, I) = -(\overline{\epsilon} + \underline{\epsilon})(D - R + r) - I$，および $W^C(0, 0) = -2\overline{\epsilon}(D - R + r)$ となる．

これらを比べると $W^C(I, I) - W^C(I, 0) = W^C(I, 0) - W^C(0, 0) = \Delta\epsilon(D - R + r) - I$ となることから，

$$I \leqq \bar{I} \equiv \Delta\epsilon(D - R + r)$$

のときに，両都市が防災対策を行うのが効率的となることが確かめられる．この条件から，両都

市が連携している場合には，連携していないときの条件に加えて，被災時の救援による被害の減少額が小さく，救援する都市の負担が大きいほど，両都市が支出するのが効率的になることが分かる．

最後に，両都市が防災対策を行うのが効率的となる条件を都市間で連携しているかどうかで比較しよう．2つの条件の右辺の差をとると

$$\Delta\epsilon D - \bar{I} = \Delta\epsilon(R-r)$$

となることから，これらの条件のどちらが厳しいかどうかは，R と r の大小関係に依存することが分かる．もし $R \geqq r$ ならば，両都市が連携しているときに $I_A = I_B = I$ が効率的ならば，連携しないときでもそれが効率的になる．

3. 2　効率的な連携

それでは，都市 A と B が効率的な防災対策を行っているものとして，都市 A と B が連携することによって地域全体の期待利得が高まるかどうかを調べよう．

最初に $R \geqq r$ であると想定する．もし $I \leqq \bar{I}$ のときには先ほどの議論から，連携するかしないかに関わらずにどちらの都市も対策を行うのが効率的となる．よって，連携による地域全体の期待利得の変化を調べると

$$W^C(I, I) - W(I, I) = 2\underline{\epsilon}(R-r) \geqq 0$$

となることから，両都市が連携するのが効率的となる．

もし $\bar{I} < I \leqq \Delta\epsilon D$ のときには，都市 A と B が連携しないときは $I_A = I_B = I$，連携するときは $I_A = I_B = 0$ が効率的となる．この場合についても期待利得を比べると $W^C(0, 0) - W(I, I) = 2\{I - \Delta\epsilon D + \bar{\epsilon}(R-r)\}$ となり，ここで $I > \bar{I}$ に注意すると

$$W^C(0, 0) - W(I, I) > 2\{\Delta\epsilon(D-R+r) - \Delta\epsilon D + \bar{\epsilon}(R-r)\} = 2\underline{\epsilon}(R-r) \geqq 0$$

となるため，やはり都市間の連携が効率的となる．また $I > \Delta\epsilon D$ のときは連携しているかどうかに関わらず $I_A = I_B = 0$ が効率的となり，

$$W^C(0, 0) - W(0, 0) = 2\bar{\epsilon}(R-r) \geqq 0$$

より同様の結果が得られる．

次に $R < r$ の場合を考える．このときは $\Delta\epsilon D < \bar{I}$ となることから，都市 A と B が連携する

かどうかに関わらず$I \leqq \Delta\epsilon D$のときは$I_A = I_B = I$が，$I > \bar{I}$のときは$I_A = I_B = 0$が効率的となる．先ほどと同様に地域全体の期待利得を比較すると$W^C(I, I) < W(I, I)$および$W^C(0, 0) < W(0, 0)$となるため，これらの場合には両都市が連携しないのが効率的となる．

これに対して，もし$\Delta\epsilon D < I \leqq \bar{I}$ならば，両都市が連携するときは$I_A = I_B = I$，連携しない場合には$I_A = I_B = 0$が効率的となる．よって，$I > \Delta\epsilon D$より，$W^C(I, I) - W(0, 0) = 2\{\Delta\epsilon D + \underline{\epsilon}(R - r) - I\} < 2\underline{\epsilon}(R - r) < 0$となるため，このときも両都市の連携が効率的でないことが分かる．

以上から，効率的な防災対策と連携について次の命題としてまとめることができる．

命題 1. 地域全体から見たときの効率的な防災対策と連携は以下のように決まる．

(1)　もし$R \geqq r$のとき，両都市は救援活動について連携する．また$I \leqq \bar{I}$のときに両都市が防災対策を行い，それ以外のときには両都市とも防災対策を行わない．

(2)　もし$R < r$のとき，両都市は救援活動について連携しない．また$I \leqq \Delta\epsilon D$のときに両都市が防災対策を行い，それ以外のときには両都市とも防災対策を行わない．

この命題から，もし被災した都市が他の都市から協力を得ることによる利益が，協力する都市が支援を行うための費用を上回っているときには，両都市が救援活動について連携するのが効率的となることが示される．以降は，都市間が連携するのが効率的となる場合，すなわち$R \geqq r$を想定することにする．

4　都市による政策決定

前節では，地域全体の厚生という観点から効率的な防災対策と連携のあり方について議論してきた．しかし，実際には都市はそれぞれ独立して政策を決定するため，都市ごとの利益を無視してはそのような政策を実現することはできない．そこで，本節では都市 A と B による政策決定に関するゲームを定式化し，このゲームの均衡における各都市の政策を分析したい．

各都市による政策決定のゲームは次のように進行する．第 1 ステージでは，都市 A と B が互いに連携するかどうかについて協議を行う．第 2 ステージでは，この連携状況を所与として，各都市が同時かつ独立に防災対策のために費用を支出するかどうかを決定する．なお，都市間の連携に関する協議そのものは効率的に行われるものとし，両都市の期待利得がともに高くなるにも関わらずに都市間の連携が行われないという協調の失敗は起きないものとする．

4. 1　都市の防災対策

このゲームの部分ゲーム完全ナッシュ均衡を導出するために，第 2 ステージにおける部分ゲームのナッシュ均衡を調べよう．

もし両都市が連携しなかったとき，都市Aは

$$W_A(I)-W_A(0)=\Delta\epsilon D-I\geqq 0$$

のときに支出を行い，それ以外のときには支出を行わないのが支配戦略となる．また都市Bも同様に，$I\leqq\Delta\epsilon D$ のときに支出を行い，それ以外のときには支出を行わないのが支配戦略となる．

よって，もし $I\leqq\Delta\epsilon D$ ならば両都市とも防災対策に支出するのが，それ以外のときには両都市とも支出しないのが均衡となる．このことから，各都市にとっても防災対策の費用が低いほど，また対策による被害確率の低下や災害時の被害額が大きいほど，防災対策に支出する誘因が大きくなることが分かる．

一方，都市AとBが連携しているときには，都市Aは

$$W_A^C(I,I_B)-W_A^C(0,I_B)=\Delta\epsilon(D-R)-I\geqq 0$$

すなわち，

$$I\leqq\underline{I}\equiv\Delta\epsilon(D-R)$$

のときに支出を行い，それ以外のときには支出を行わないのが支配戦略となる．また，都市Bの戦略についても同様に決まるため，都市間の連携がある場合には，もし $I\leqq\underline{I}$ ならば $I_A=I_B=I$ が，それ以外のときには $I_A=I_B=0$ が均衡となる．

これら2つの均衡を比較すると，もし $\underline{I}<I\leqq\Delta\epsilon D$ であるとき，都市AとBが連携しないときはともに防災対策を行うが，両都市が連携するときにはともに対策を行わないことが分かる．都市間の連携は災害による損害を抑制させる一方で，各都市が防災対策を行う誘因を減少させるという一面も持ち合わせているのである．

4.2　都市間の連携

それでは，第1ステージにおける都市間の連携を分析しよう．各都市は次のステージの結果を予想しながら連携について協議すると考えられるため，防災対策のための費用の大きさに応じて場合分けを行う．

もし $I\leqq\underline{I}$ のときには，両都市が連携するかどうかに関わらずに $I_A=I_B=I$ が均衡となる．よって，$W_A^C(I,I)=W_B^C(I,I)=\underline{\epsilon}(D-R+r)-I$ であることに注意すると，両都市が連携することによる各都市の追加的な期待利得は

$$W_i^C(I, I) - W_i(I) = \underline{\epsilon}(R-r) \geqq 0, \, i = A, B$$

となり，両都市は連携する誘因を持っていることが分かる．

次に $\underline{I} < I \leqq \Delta\epsilon D$ の場合には，両都市が連携しないときには $I_A = I_B = I$ が均衡であるのに対して，連携するときには $I_A = I_B = 0$ が均衡となる．したがって，このときの連携による各都市の追加的な期待利得は

$$W_i^C(0, 0) - W_i(I) = I - \Delta\epsilon D + \overline{\epsilon}(R-r), \, i = A, B$$

となり，

$$I \geqq \tilde{I} \equiv \Delta\epsilon D - \overline{\epsilon}(R-r)$$

である限りは連携が行われる．ただし，$\tilde{I} - \underline{I} = \overline{\epsilon}r - \underline{\epsilon}R$ より，$\overline{\epsilon}r \leqq \underline{\epsilon}R$ のときには $\tilde{I} \leqq \underline{I}$ となるため，$\underline{I} < I \leqq \Delta\epsilon D$ の範囲ではつねに連携が行われることに注意されたい．以降は $\overline{\epsilon}r > \underline{\epsilon}R$ が成り立つと仮定する．

最後に $I > \Delta\epsilon D$ のときは，両都市が連携するかどうかに関わらずに $I_A = I_B = 0$ が均衡となる．よって，連携による各都市の追加的な期待利得は

$$W_i^C(0, 0) - W_i(0, 0) = \overline{\epsilon}(R-r) \geq 0, \, i = A, B$$

となって同様の結果となる．

以上より，都市の防災対策と連携に関するゲームの結果が次の命題にまとめられる．

命題 2. 都市の政策決定ゲームの部分ゲーム完全ナッシュ均衡は以下のように決まる．

(1) もし $I \leqq \underline{I}$ のとき，両都市は連携し，ともに防災対策に支出する．
(2) もし $\underline{I} < I \leqq \tilde{I}$ のとき，両都市は連携しないが，ともに防災対策に支出する．
(3) もし $I > \tilde{I}$ のとき，両都市は連携するが，ともに防災対策に支出しない．

この命題において興味深い点は，防災対策のための費用が比較的低いときや高いときには両都市が災害時の救援活動について連携しようとするにも関わらず，費用がそれらの中間の水準にあるときには両都市が連携する誘因をもたないということである．

5　均衡の非効率性とその克服

5. 1　均衡の非効率性

先ほどの均衡は，各都市がそれぞれ独立に政策決定を行ったときの結果としてみなすことができる．そこで，この均衡を調べることによって実際の都市の政策が効率的に決定されるのかを検証しよう．

表 1 は命題 1 および命題 2 にもとづいて，効率的な政策と政策決定ゲームの均衡についてまとめたものである．ここで，$\bar{I}-\tilde{I}=(\Delta\epsilon+\bar{\epsilon})(R-r)\geqq 0$ より，$\bar{I}\geqq\tilde{I}$ となることに注意されたい．

この表から，防災対策の費用水準が $I\leqq\underline{I}$ あるいは $I>\bar{I}$ の範囲にあるときには，均衡における防災対策と提携が効率的となっていることが分かる．これに対して，$\underline{I}\leqq I\leqq\tilde{I}$ のときには，地域全体の観点からは両都市が連携するのが効率的であるにも関わらず，均衡においては連携が行われない．

また，$\tilde{I}<I\leqq\bar{I}$ のときには，両都市が防災対策のために費用を支出するのが効率的となる一方で，均衡においては両都市は支出しない．この場合について直感的に理解するために数値例で見てみよう．例えば，被害の発生確率が $\bar{\epsilon}=0.002$（$=0.2\%$）および $\underline{\epsilon}=0.001$（$0.1\%$），被災時の損害額が $D=500$ 億円，連携したときの損害の減少が $R=70$ 億円，救援活動の費用が $r=50$ 億円，そして防災対策への支出が $I=4700$ 万円である場合を考える．この状況において $\underline{I}=4300$ 万円，$\tilde{I}=4600$ 万円、および $\bar{I}=5200$ 万円となることから，$\tilde{I}<I\leqq\bar{I}$ の場合にあてはまることが分かる．

それでは，両都市が連携したときの各都市の期待利得を調べていく．もし両都市が防災対策へ支出したとき，各都市の期待利得は

$$W_A^C(I,I)=W_B^C(I,I)=-9500\text{ 万円}$$

となる．また，都市 A または B だけが支出したとき，各都市の期待利得はそれぞれ

$$W_A^C(I,0)=-1\text{ 億円},\ W_B^C(I,0)=-9100\text{ 万円}$$

表 1　均衡の効率性の検証

防災対策の費用	$I\leqq\underline{I}$	$\underline{I}<I\leqq\tilde{I}$	$\tilde{I}<I\leqq\bar{I}$	$\bar{I}<I$
効率的な提携	連携する			
効率的な防災対策	支出する			支出しない
均衡での提携	連携する	連携しない	連携する	
均衡での防災対策	支出する		支出しない	

表 2　両都市の防災対策をめぐるジレンマ

		都市B	
		支出する	支出しない
都市A	支出する	−9500 万円，−9500 万円	−1 億円，−9100 万円
	支出しない	−9100 万円，−1 億円	−9600 万円，−9600 万円

および

$$W_A^C(0, I) = -9100\text{ 万円},\ W_B^C(0, I) = -1\text{ 億円}$$

となり，両都市が防災対策に支出しなかったときには

$$W_A^C(0, 0) = W_B^C(0, 0) = -9600\text{ 万円}$$

となることが分かる．こうした状況をゲームの利得表にまとめたのが表 2 である．

この表から，各都市にとって他の都市の政策に関わらずに支出しないときの方が期待利得が高くなることが分かるため，両都市がともに防災対策に支出しないのが支配戦略均衡，したがってナッシュ均衡となる．一方で，地域全体の期待利得は

$$W^C(I, I) = -1\text{ 億 }9000\text{ 万円} > W^C(I, 0) = -1\text{ 億 }9100\text{ 万円} > W^C(0, 0) = -1\text{ 億 }9200\text{ 万円}$$

となるため，両都市がともに防災対策に支出するのが効率的となる．よって，この例では，地域全体から見て行われるべき防災対策が，実際の政策においては実施されない状態になってしまうのである．また，各都市にとっても，均衡における期待利得が効率的な政策をとったときに比べて低い水準にとどまっている．

両都市が協調的な政策をとることができないのは，もし他の都市が防災対策に支出しているときに，自分だけが支出を取りやめてより高い期待利得を得ようとするからである．

これは両都市が連携するとき，ある都市の対策がもう一方の都市の救援費用を下げる効果をもつにも関わらず，各都市がこうした他の都市の利益を考慮せずに意志決定することが原因となっている．このように，両都市が連携するとき，防災対策に関して囚人のジレンマに陥る可能性があるのである．

5. 2　非効率性の克服

それでは，こうした連携や防災対策に関する非効率性を克服し，都市が効率的な政策をとるようになるためにはどうすればよいだろうか．

もし両都市が協議を行って，防災対策や救援活動の費用負担についても協定が結べるならば，非効率性の克服はそれほど難しくはないだろう．例えば，協力要請に応じて都市が救援活動を行った場合には，そのための費用を要請した都市が負担するという内容の協定を結ぶことが考えられる．このとき，各都市は救援活動を行うときの費用がかからない代わりに，他の都市による救援活動の費用を負担するため，その期待利得は

$$W_i^C(I_A, I_B) = -\epsilon_i(D-R)-I_i-\epsilon_i r,\ i = A, B$$

と変わる．したがって，防災対策に支出したときの追加的な期待利得は

$$W_i^C(I, I_B) - W_i^C(0, I_B) = \bar{I}-I,\ i = A, B$$

となり，各都市は $I \leqq \bar{I}$ のときに防災対策に支出する．この条件は効率的な防災対策のときと一致しているため，先ほどのジレンマは解消されている．

ただし，このような協定が実効性のあるものになるためには，協定の確実な履行を保証する何らかの裏付けが必要なこともあるだろう．そのためには，例えば国や都道府県といったより広域的な政府が仲介することが考えられる．また，そのような役割を果たすことのできる第三者が存在しなかったときでも，両都市が長期的に関係を続けているときには，繰り返しゲームでのフォーク定理が示すような協調が実現する可能性はあるだろう．

6　おわりに

本稿は，自然災害などに対する都市の防災対策や都市間の連携とその相互作用について分析してきた．ここでの議論が Grossman-Hart（1986）や Hart-Moore（1990）などの不完備契約理論とどのように関連するのか，より多くの都市が連携したときに Bala-Goyal（2000）や Tachi（1999）のように不確実性下のネットワークという観点から分析することができるのかなどが今後の課題としてあげられるだろう．

参考文献

[1]　Bala, V. and Goyal, S. (2000), "A Strategic Analysis of Network Reliability," *Review of Economic Design*, 5, 205-228.

[2]　Grossman, S.J. and O.D. Hart (1986), "The Costs and Benefits Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration," *Journal of Political Economy*, Vol. 84, pp. 691-719.

[3]　Hart, O.D. and J. Moore (1990), "Property Rights and the Nature of the Firm," *Journal of*

Political Economy, Vol. 98, pp. 1119-1158.

[4] Tachi, K. (1999), "Network Structure Under Uncertainty," MA thesis, University of Tokyo.