

変動相場制と政策協調

岡 田 義 昭

1. はじめに
2. 国際通貨制度と変動相場制
3. 分析モデル
4. 非政策協調
5. 政策協調
6. 繰返し交渉
7. 威 信
8. フォーク定理

1. はじめに

1973年2—3月、主要国通貨は変動為替相場制に移行したが、これは固定相場制か変動相場制かという自由な選択肢の下で合理的判断に基づいて後者が選取られたものでは決してなかった。すなわち、1971年12月のスミソニアン合意（セントラル・レート制）の当事国10か国が、高まる投機的圧力に屈伏し相次いで介入義務を放棄した結果として、金本位制のような貨幣法やブレトン・ウッズ体制のような国際協定を持たない、いわゆる「制度なき制度」としての変動相場性に移行せざるを得なかったのである。当時、IMF並びに各国通貨当局の公式見解では、変動相場制は緊急避難で暫定的なものとして止められ、国際通貨体制の再構築を目的とした20か国委員会が設置されるなど、安定的且つ調整可能な平価制度への復帰が模索された¹⁾。しかしな

がら、1973年以降四半世紀を経た今日まで変動相場制に代わる新しい国際通貨制度を我々は未だ生み出してはいない²⁾。但し、こうした変動制は、為替レートの短期的乱高下 (volatility) や過剰反応 (overshooting)、バブル、あるいは長期に亙る均衡レートからの乖離 (misalignment) に直面し、途中から当初意図された理念型としてのクリーン・フロートの方向を転換することになる。すなわち、基本的には国際流動性供給や国際収支調整は市場メカニズムに委ねるものの、上述したクリーン・フロートのデメリットが生じてこれを補正する必要が生じた場合は、主要国 (主としてG7) の「政策協調」によって市場を管理するというものである。例えば、1985年のプラザ合意や1987年のルーブル合意は、米国政府が制度の民営化には限界があることを認識し、ビナイン・ネグレクト政策を転換したことの公式表明であるが、これはまた、G7の政策協調が国際通貨制度に於て有効に機能することを具体的に証明した事例でもあった。しかしながら、これら管理方式は必ずしも国際通貨制度の中に「制度化」されはしなかった。したがって、変動為替相場制という国際通貨ゲームに於て、依然として政策協調と非協調の双方が各国政府の選択肢に残されている。

そこで本稿では、先ず変動為替相場制がどのような国際通貨制度であるかを、歴史の相の下で検討する。次いでこれら変動相場制下での政策協調に関し、二国オープン・マクロモデルのフレームワークにゲーム論を援用して理論的分析を行う³⁾。その結果、各国政府は、マクロ経済政策に関し拘束力のある合意を得て互いに協調した場合の方が、そうでない場合の例えばクールノー＝ナッシュ均衡やシュタッケルベルグ均衡よりも社会的厚生が高まること、但し何らかの理由で必ずしも拘束力のある合意や取決めが得られなくても、政府間の交渉が何回も繰り返し続けられるならば、一定の条件の下で「暗黙の政策協調」が生ずる可能性があること、などが明らかにされる。

〔注〕

- 1) 例えば鳴澤[22] p.128 参照。

- 2) こうしたなかで、欧州という地域に限定されているとはいえ、スネークから EMS（欧州通貨制度）を経て EMU（経済通貨同盟）に至る一連の制度的枠組み構築の動きは注目に値する。例えば、国際通貨研究所[16]、島崎[19][20]、島野[21]参照。
- 3) 本稿で展開された国際通貨制度に対するゲーム論的アプローチは、岡田(義)[6]第6章を基にしている。

2. 国際通貨制度と変動相場制

a. 固定相場制

国際通貨制度とは、「公的部門・民間部門による国境を超えた異種通貨の交換に対し、公式・非公式に定まった規則や慣行・慣習」を指す¹⁾。ところで、それぞれの国は自国の領域内ではその国の政府・中央銀行が発行する通貨のみを法定通貨 (legal tender) として認めており、それ故、国境を跨がる取引の決済手段として広く使用されるためには、その通貨が

- (1) 自由交換性 (convertibility) ないしは一般受容性 (general acceptability) を有していること、
 - (2) 価値の安定が保たれ国際的信認があること、
 - (3) 需要・供給の規模が相対的に大きいこと、
 - (4) 機能的・組織的に自由で国際的に開放されている市場があつて、使用・保有の利便性が高いこと、
- という諸条件を具備する必要がある²⁾。

これまで、金・銀などの貴金属や、英ポンド、米ドルなどがその役割を果たしてきた。また、このような国際的決済手段の変化とともに、各国通貨の交換比率の決定もこれまで固定相場制、変動相場制と大きな変遷を遂げてきた。したがって、国際通貨制度の歴史とは、正にこうした決済手段と相場制度の変遷が相互に絡み合ったものと言えるであろう³⁾。

ところで、こうした国際通貨制度の歴史は、古くは古代ギリシャ時代の「通貨同盟」にまで溯ることが可能とされている⁴⁾。その後、貿易や海運の発達に伴い、決済の円滑化や通貨価値の安定を企図した各種通貨同盟の成立・統合・廃止の過程を経て、19世紀後半には「国際金本位制」を確立するに至った。金本位制は、それぞれの国に固有の法体系やそれぞれの国の慣習から生み出された多様な形態があったが、一般的には次のような共通する要素を持っていた⁵⁾。すなわち、

- (1) 価値尺度機能を果たす貨幣商品すなわち本位貨幣が金である、
- (2) 自国通貨の1単位が一定重量の純金とリンクされており、貨幣法によって金の法定価格が固定されている、
- (3) 個人と国家間で金の自由な取引（金の自由鑄造・溶解、金の自由輸出入、銀行券や紙幣の兌換）が保証されている、

というものであった。

こうした金本位制は19世紀後半から第一次世界大戦までと両大戦間の一時期に於て世界的規模で成立した⁶⁾。そして、これら制度は「……歴史的に登場したすべての国際通貨制度の中で最もスムーズに、かつまた長期にわたって運営されたことから、国際通貨制度の理想的な姿として賛美されてきた」⁷⁾。しかしながら、1929年ニューヨーク株式暴落に端を発した世界大恐慌のため、1931年9月先ず英国が金本位制から離脱し、また同年中には25か国が相次いで金本位制を放棄したことから、再建金本位制は遂に実質上崩壊の止むなきに至った。

国際金本位制に代わる戦後の新しい通貨制度は、1944年7月に開催されたブレトン・ウッズ会議から始まる。そこで決定された国際通貨制度に関する取決めは、ブレトン・ウッズ協定として戦後の国際通貨制度を規定することとなるが、その特色は凡そ以下のごとくである⁸⁾。

(1) 平価の設定

加盟国は、自国通貨の平価を、金もしくは1944年7月1日現在の米ドル

の金価値（1トロイ・オンス〔0.888671グラムの純金〕当たり35米ドル）に対して定めるものとした。実際には、米国のみが金に対して直接に平価を定め、他の国は全て米ドルに対して平価を定めたが、米ドルが使われたのは計算の便宜のために過ぎず、実質的には各国とも金に対して平価を設定した。そして、加盟国は直物為替レートをこの平価から計算されるパリティの上下1%以内に維持する義務を負った。

（2）アジャスタブル・ペッグ

こうした加盟国の平価は通常固定されたものであり、但しその国が基礎的不均衡（恒久的且つ不可逆的な国際収支の不均衡）に陥った場合のみ変更が許された（adjustable peg）。しかも、こうした平価の変更は、加盟国の提議に対してそれが10%以下の時には異議を唱えないが、それ以上の時はIMFの承認を必要とするという厳しいものであったから、調整可能（アジャスタブル）というよりはむしろ釘付け（ペッグ）に力点が置かれたものと言える。

（3）金為替本位制ないしは金ドル本位制

米国は、米ドルを保有する各国の通貨当局の要請があれば何時でも金1オンス35米ドルの法定平価で金の兌換に應ずるとした。したがって、事実上、金と結び付いた米ドルが国際的な基軸通貨となった。

その他、加盟国に対して、GDP、外貨準備高、貿易額などを基準に出資額（クォータ）が割り当てられる「クォータ制」や、加盟国の国際収支の短期不均衡に対し外貨資金の供給を行うことで混乱を回避しようとする「融資制度」などを特色とした。

ところで、このブレトン・ウッズ体制も、戦後の復興が長引き14条国時代が長期化する過程で、IMF中心の国際通貨制度からバクス・アメリカーナの下で再編されたドル本位制へと変質していった。したがって、国際流動性の供給を米国の国際収支赤字に依存せざるを得ない構造から、トリフィンの「流動性ジレンマ」論議に代表されるような過剰ドルないしはドルの垂れ流しの問題と米国政府の自国本位のユニラテラリズムやビナイン・ネグレ

クト政策での対応、その結果としてのゴールド・ラッシュ等、ドルの「流動性」と「信認性」に関わる本質的な問題を抱えることとなった。そして、米国を中心とするドル防衛策にもかかわらず他に有効な解決策を見出だせないまま、遂に1968年3月に金の二重価格制が採用され、更に1971年8月には米国政府が金兌換停止を含む新経済政策を発表するに至って、ここに戦後の国際通貨体制を支えてきたブレトン・ウッズ体制は崩壊した⁹⁾。なぜなら、米ドルと金との自由な交換により基軸通貨の価値が金に対して固定される一方、それ以外の通貨も米ドルを媒介に通貨価値の安定がはかれるという、いわば制度の基本原則がもはや保持されなくなってしまったからである。

その後、金との交換性を欠いた米ドルで平価に類似したセントラル・レートを基準相場として設け、これらの上下2.25%の変動幅を認めるとするスミソニアン合意によって再度、相場の固定化をはかる試みがなされた。しかしながら、もはや金の裏付けを持たず、価値の安定しない米国の国内通貨を国際的に使用させることには所詮無理があり、結局ドル下落を見越した投機圧力に抗することができなかつたから、1973年2—3月には主要通貨は全て変動相場制に移行した。

b. 変動相場制

固定相場制を放棄した結果として暫定的にもたらされた「制度なき制度」としての変動相場制は、凡そ次のような特色を持ったものである¹⁰⁾。

(1) 経常取引に対する通貨交換性の維持

主要国は、居住者の海外への経常支払いのための外貨買入れに対して為替管理による制限を行わなかつた。

(2) 資本取引の自由化

固定平価を維持する義務から開放された各国は、資本取引に対する為替管理に対しても自由化を行った。

(3) 市場への介入

主要国は、為替相場を安定させるために必要と考える時は外国為替市場に介入した。

(4) 外貨準備

米国以外の主要国は、外貨準備を主に介入通貨である米ドルで保有した。

(5) 金廃貨

ドルを含め各国通貨には直接的・間接的な金での価値保証はなくなった。したがって、各国通貨の価値は「金融政策」によって維持されることとなった。しかしながら、各国通貨当局は依然としてかなりの金を保有しており、それ故金は価値の貯蔵手段としての役割を依然として果たし続けた。

こうした変動相場制に対し、例えそれが自由な選択の下で合理的判断に基づいて積極的に選び取られたものでないにせよ、少なくとも当初次のようなマクロ経済的効果が期待された¹¹⁾。

(1) 為替投機の相場安定化

変動相場制に移行することによって、たとえ為替投機によって為替レートが変動するとしても、為替投機の安定化機能が働いて、変動幅は大きなものにならないと考えられた。例えば、近い将来円高・ドル安を予想する投機家は、円買い・ドル売りの先物予約を行うであろう。ところで実際、近い将来円高・ドル安になったとすると、その時点で先物予約を実行し且つ円売り・ドル買いによって鞆を抜こうとするであろうから、実際の円高・ドル安傾向を緩和する。逆に予想が外れて円安・ドル高になると、こうした緩和力は作用しないが、予想がいつも外れて為替差損を被るような投機家は次第に淘汰されるであろうから、結局のところ、投機的取引は為替レートの安定化に働くとした。

(2) 為替レート変動の経常収支自動調整機能

経常収支黒字に伴う為替レートの増価は、輸出を抑制させる一方で輸入を促進させ、また経常収支赤字に伴う為替レートの減価は、輸出を促進させる

一方で輸入を抑制させるから、為替レートの自由な変動により経常収支は迅速に調整されると考えられた。

(3) 金融政策の独立性の確保

こうして国際収支は為替レートの変動によって調整されるから、マクロ経済政策、とりわけ金融政策は対外均衡に向ける必要がなく、専ら国内均衡の追求にのみ割り当てればよいとされた。

(4) 外生的な攪乱要因からの遮断・隔離

一国の名目的攪乱や金融政策の変化は為替レートの変動によって吸収されるため、他国に実物的な影響は及ぼさないと考えられた。

ところが、変動相場制に移行してから四半世紀が経った現在、様々な検証結果により、上述したマクロ経済効果に対しては次のような評価がなされている¹²⁾。

(1) 安定化

一般に為替レートの安定度は、

- (a) 短期的な乱高下 (volatility), 過剰反応 (overshooting), バブル (ファンダメンタルズとは無関係な為替レートの一方向的・累積的な動き) の有無
- (b) 中長期的なミスアラインメント (国内・国外均衡と整合的な実質為替レートからの乖離) の有無とその持続性
- (c) 将来の為替レートに対する予測可能性の程度

によって測られるであろう。しかしながら、現実の為替レートの動きの実績を観察すると、いずれの尺度によっても安定しているとは言い難いものであった。こうした不安定の要因としては、変動相場制の下で為替管理や資本取引規制の自由化が進み、国際資本移動が飛躍的に活発化した結果、予想為替レートあるいはそれを決める将来のファンダメンタルズや経済政策の予想の変化に市場が敏感に反応し、大量の資本移動が瞬時に起こるようになったことがあげられる。但しここで重要なことは、こうした為替レートの不安定性が通貨制度そのものに内在する欠陥と考えるべきものなのか、それとも実

物経済面の不整合に起因するものなのかという点である。いずれにしても、通貨の安定度は実物経済の健全性・安定性に大きく依存することは間違いあるまいから、実物経済面の条件が整わない限り、固定相場制も含めていかなる通貨制度も、安定した為替レートは得られないであろう。逆に、主要国間のファンダメンタルズが収斂し、為替レートの安定条件が整うならば、いかなる制度でも（たとえそれが「制度なき制度」であっても）相場の安定は十分期待できるのである。その意味で今日の G7 の政策協調が、単に市場介入に止まらずマクロ経済政策の整合性にまで踏み込んだ議論となっていることは、少なくとも国際通貨面で見ると評価し得るであろう¹³⁾。

(2) 調整機能

為替レートが時として大幅に変化したにもかかわらず、結局のところ J カーブ効果や履歴効果（ヒステリシス）が働いて国際収支は迅速には調整されず、それが最終的に調整されるまで一定の期間、例えば 2～3 年程度のタイム・ラグが生ずることが、計量モデルに基づく各種シミュレーション結果から明らかになってきている。

(3) 独立性

経済政策の独立性に関しては、現実には多くの国々で単に国内均衡（物価と失業との最適トレードオフ選択）のみならず、為替レートの安定化や対外不均衡是正のためにマクロ経済政策を割り当てる必要が生じている。それは、国内価格が短期的には粘着的（sticky）であるため、名目為替レートの変動が実質為替レートの変動を惹起し、したがって他の実物的マクロ経済変数の調整が最終的には必要となるからである。

(4) 遮断・隔離

財政政策はもちろんのこと金融政策やその他名目的攪乱も実物経済へ何らかの影響を及ぼすから、そうした影響は経済交流の進展とともに国際的に伝播するため、一国のマクロ経済政策が他国から独立的であることが實際上困難なことが明らかになった。特に 1980 年代以降国際資本移動が活発化し、

金融のグローバリゼーションが一層進展した結果、各国経済の相互依存関係は益々強まり、一国のマクロ経済政策や攪乱は容易に他国に波及することとなった。

こうして、変動相場制という国際通貨制度は様々な問題を内包していることが明らかになるにつれ、固定為替相場制、ターゲット・ゾーン制、変動相場制の機能改善等、いくつかの通貨制度改革案が今日検討されている¹⁴⁾。しかしながら、現在これだけ国際間の資本移動が活発化し、しかも各国間の経済格差が解消せず、そして通貨価値のメートル原器たる金を欠いた状況では、当面は変動相場制の存続を前提としつつ、そのマイナス面を各国間の政策協調によって補正していく途以外の選択は実際上困難であろう。

したがって、次の段階として、こうした各国政府間のマクロ経済政策協調に関し、例えば「利害の対立」と「協力」・「非協力」というような様々な意思決定の相互依存関係を厳密に定式化し分析を加えておく必要がある。我々は第3節以降でこうした枢要な問題に対し、二国オープン・マクロモデルの枠組みの下で、ゲーム論的議論を援用して検討を試みてみることにしよう。

〔注〕

- 1) 岩田〔2〕 p.182, 河合〔12〕 p.312, 深尾〔25〕 p.218, McKinnon〔51〕 pp.23-24 参照。なお、McKinnon は同所で「国際通貨システム」(international monetary system)と「国際通貨制度」(international monetary order)とを区別し、通貨システムは異なる複数主体の統合体と定義し、他方、通貨制度はそうした通貨システムが機能する枠組みや舞台装置、すなわち国際通貨ゲームのルールと定義している。本稿では慣例に従って特にことわらない限り「国際通貨制度」によって双方を意味するものとする。
- 2) 河合〔12〕 8章, 深尾〔25〕 10章参照。
- 3) 一般に望ましい国際通貨制度とは,
 - (1) 自由な国際取引を促進する,
 - (2) 国際的に流通性の高い支払い手段を提供すると同時に、その供給量を適切に維持することで価値の安定が保たれる,
 - (3) $n-1$ 問題 (n か国ある場合、独立な為替相場は $n-1$ しか存在しないから、 n か国全てが自分の意図する為替相場を実現することができない) に見ら

れるごとく、各国の経済政策運営にはある程度の節度を要求する、

(4) ある程度独立した経済政策運営が可能、

とされている（注2の文献参照）。しかしながら、これら全てを満たす制度の実現は決して容易ではない。しかも、時として通貨制度の議論が政治の覇権主義と結び付いたり、あるいは各国の利害と鋭く対立する局面が少なからずあったから、国際通貨制度はまた優れて国際政治学の分野の問題でもあった（例えば、舟橋洋一『通貨烈烈』朝日新聞社、1988 参照）。

4) 島崎[19] pp.83-87

5) 山本[26] pp.7-8

6) 但し、第一次大戦後再建された国際金本位制は、第一次大戦までの古典的金本位制に比べ次のような点で異なっていたとされる（山本[26] pp.37-38）。

(1) 国内金貨流通がなくなり、金地金本位制となった、

(2) 中央銀行が国際準備に金為替として外国為替の保有を認めた、

(3) 中央銀行間協力が金本位制の再建・維持に重要な役割を果たすようになった。

7) 尾上[11] p.261

8) 浜田[24] 16章、深尾[25] 10章、山本[26] 4章参照。

9) 櫻井は S. ストレインジの説を紹介して、ブレトン・ウッズ体制が機能したのは、西欧諸国 14 か国が通貨の交換性を回復した 1958 年から金の二重価格制を採用した 1968 年までの僅か 10 年間にすぎなかったとしている（櫻井公人「変動相場制と国際相互依存」尾上[11] p.311）。

10) 深尾[25] pp.237-239

11) 河合[14] p.290、山本[26] pp.229-230、Argy[27] pp.26-28 参照。

12) 河合[14] pp.292-296、小宮・須田[18]：歴史・政策編 pp.415-447、鳴澤[22] pp.128-130、山本[26] pp.230-231、Argy[27] pp.28-31 参照。

13) 元大蔵官僚として長年国際金融・通貨問題に関わってきた行天豊雄によれば、「プラザ合意では政策協調の力点は為替政策に置かれた。しかしながらドルが弱くなり、各国の為替レートが新しく決まっても、国際収支の不均衡が思ったほど迅速に改善しないことが明らかになると、1986年5月の東京サミットや1987年2月のルーブル会議では、マクロ経済政策に議論の焦点は移っていった……」としている（Volcker & Gyohten[57] p.251）。

14) 河合[14] pp.306-319、Bretton Woods Commission[30] 参照。

3. 分析モデル

先ず、自国と外国とが「大国」として機能するところの、次のような二国オープン・マクロ経済モデルを考える¹⁾。分析の便宜上、それぞれの国は経済の構造が対称的であると仮定する²⁾。

[記号]

y : 国民所得

s : 為替レート

m : マネーサプライ

v : 外生的ショック

a, b, c, d, e, f, g & h : 正のパラメータ

[モデル式]

$$(1) \quad y = am - bm^* + cv + dv^*$$

$$(2) \quad y^* = am^* - bm + cv^* + dv$$

$$(3) \quad s = em - fm^* + gv + hv^*$$

$$(4) \quad s^* = em^* - fm + gv^* + hv$$

但し、ここで*印のない変数は自国の、*印のある変数は外国の変数を表している。また、全ての変数は長期均衡解からの乖離として測られている。

一国の拡張的金融政策（マネーサプライ m, m^* の増加）は、金利の低下と相俟って、拡張国の国民所得 y を拡大させるとともに、金利裁定並びに自国・外国マネーストックの変化に伴うポर्टフォリオ調整を通じて、為替レート s の上昇（自国通貨建為替レートの減価）をもたらす。その結果、純輸出は増加

し、この方からも国民所得は拡大する。他方、非拡張国の為替レート s^* は低下し (外国通貨建為替レートの増価)、その結果、純輸出は減少して国民所得 y^* は縮小する。

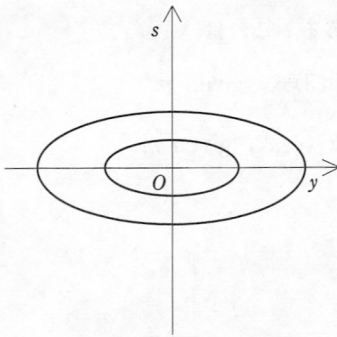
ところで、各国の経済厚生は、国民所得と為替レートがそれぞれ長期均衡水準の近傍に安定化させればさせるほど高まると仮定すると、これら経済厚生は、

$$(5) \quad U = -(y^2 + ws^2)$$

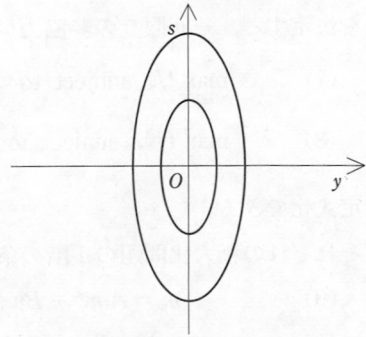
$$(6) \quad U^* = -(y^{*2} + ws^{*2})$$

但し、 w は国民所得の安定化に対する為替レートの安定化の相対的重要性を表すウェイト

なる 2 次式の効用関数ないしは社会的厚生関数で表すことができる。(5) 式を $y-s$ 平面で図示すると、次のような原点を中心とする楕円形群となることが解る。任意の楕円は無差別曲線を表し、原点で極大となっている。 y^*-s^* 平面でも同様である。



第 1 図 $1 < w$ の場合



第 2 図 $1 > w$ の場合

かくして、各国の政策当局は、(1) 式～(4) 式で表される経済構造の下で、(5) 式～(6) 式で表されるそれぞれの国の経済厚生を極大化をはかるように、自らの政策変数であるマネーサプライ m, m^* を決定するものとする。

〔注〕

- 1) 本稿で展開した分析モデルは、浜田[23]、Cooper[33]などこの分野の先駆的業績をベースに、更に翁他[7]の誘導型二国オープン・マクロモデルに基本的には倣っている。
- 2) 両国の経済構造が異なること、すなわち、経済構造パラメータが非対称的であっても、以下の議論の本質が異なることはない。

4. 非政策協調

先ず我々は、各国間で拘束力のある合意を取り交わすことが不可能であり、それ故、各国は独自のインセンティブに基づいて経済政策を決定するという、「非協力ゲーム」を考える¹⁾。

a. クールノー＝ナッシュ・ゲーム

クールノー＝ナッシュ・ゲームとは、それぞれの通貨政策当局が、自国の行動に応じて相手国が対応を変化させることはないと推測して自らの金融政策を決定する、一回限りの非協力ゲームである。これは、

$$(7) \quad \max_{\{m\}} U, \text{ subject to (1)式 \& (3)式, given } m^*$$

$$(8) \quad \max_{\{m^*\}} U^*, \text{ subject to (2)式 \& (4)式, given } m$$

と定式化できる。

それぞれの極大化問題の1階の条件は、

$$(9) \quad m = Am^* + Bv + Cv^*$$

$$(10) \quad m^* = Am + Bv^* + Cv$$

$$\text{但し, } A = (ab + wef)/(a^2 + we^2) > 0$$

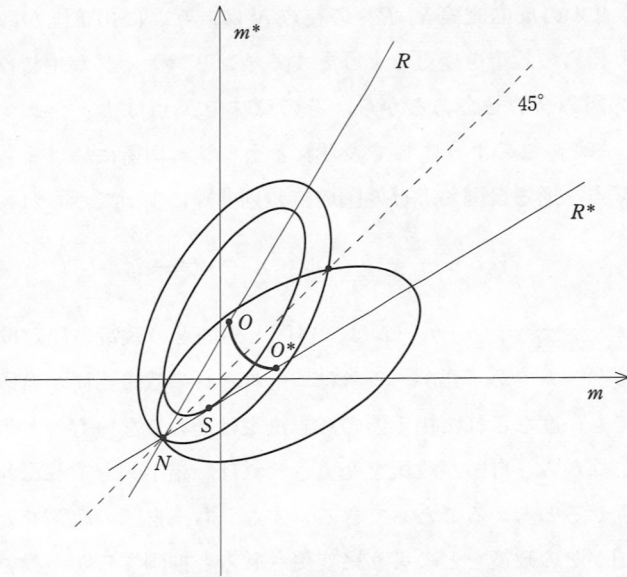
$$B = -(ac + weg)/(a^2 + we^2) < 0$$

$$C = -(ad + weh)/(a^2 + we^2) < 0$$

となる²⁾。

上述2式は、それぞれ相手国のマネーサプライ政策に対し、自国がどの水準にマネーサプライを設定すれば自国にとって最大の経済厚生が得られるかという関係を表しており、それぞれ自国および外国の反応関数と呼ばれている。そして、係数 A が正である限り、自国の通貨政策と外国の通貨政策とは「正の戦略的連関」を持つから、両政策は「戦略的補完」の関係にあると言える。

こうしたクールノー＝ナッシュ・ゲームの均衡を図示すれば第3図のごとくである。



第3図

ところで、(1)式～(4)式は、

$$(11) \quad \begin{bmatrix} y \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a, -b \\ e, -f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m \\ m^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c, d \\ g, h \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ v^* \end{bmatrix}$$

$$(12) \quad \begin{bmatrix} y^* \\ p^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -b, a \\ -f, e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m \\ m^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d, c \\ h, g \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ v^* \end{bmatrix}$$

となり、 (y, p) 、 (y^*, p^*) が (m, m^*) の1次変換となっているから、無差別曲線群を表す先の $y-p$ 平面上ないしは y^*-p^* 平面上の楕円形群は、それぞれ $m-m^*$ 平面上の楕円形群で示すことができる。そして、自国の場合、これら各楕円形の傾きが水平となる点を結ぶと、(9)式の導き方から解るように(すなわち、 U の m で評価した第1次偏微係数がゼロ)、自国の反応関数を示す直線 R が得られる。逆に、社会厚生関数の単調性(すなわち、 $(\partial^2 U/\partial m^2) = -(a^2 + we^2) < 0$)から、(9)式で表される直線上では、無差別曲線群を表す楕円形群の接線の傾きは必ず水平となっている。外国の場合も全く同様である。更に、2本の反応直線 R, R^* の交点 N は、互いに相手国が政策を変更しない限り自らの政策を変更しようとするインセンティブが生じないマネーサプライの組み合わせであるから、その意味で N 点はナッシュ均衡となっている³⁾。また、このようにして表されるナッシュ均衡に於ける各国の経済厚生は、 N 点を通る自国および外国の無差別曲線によって示され得る⁴⁾。

b. シュタツケルベルグ・ゲーム

クールノー＝ナッシュ・ゲームは、自国と外国との政策当局が同時に政策を決定するゲームであったが、これは、それぞれの政策当局が自国の政策を変更させても一度なされた相手国の意思決定は変わらないものと仮定していた。しかしながら、自国が政策を変更させれば、相手国もそれに対応して政策を変更させると考えることもできる。すなわち、自国の政策を変更させた時、相手国がその政策をどのように変更させると推測するか、換言すれば、外国の政策当局の反応関数をどう予想するかが、自国の政策立案の重要な要素となってくる。このような考え方に立ったゲームが「シュタツケルベルグ・ゲーム」と呼ばれるものである。

シュタツケルベルグ・ゲームでは、

- [1] 1国の政策当局は、相手国の反応関数を十分読み込んだ上でマネーサプライを設定する、

[2] 相手国は、それを観測した後に自らのマネーサプライを決定する、という手順でゲームが進められる。先に通貨政策を設定した国は主導者 (leader)、その決定に従った国は追随者 (follower) と呼ばれる。

そこで、仮に自国を主導者、外国を追随者と仮定しよう。すると、先ず追随者である外国の通貨当局は、(8)式の極大化問題を解き、その結果得られる反応関数(10)式に従ってマネーサプライを設定する。次いで主導者である自国の通貨当局は、追随者の反応関数(10)式を制約条件として自らの効用関数を極大化するようマネーサプライを選択する。すなわち、

$$(13) \quad \max_{(m)} U, \text{ subject to (1)式, (3)式 \& (10)式}$$

である。これを先の第3図を使うと、以下のようにして示せる。

先ず、自国の通貨当局は、外国当局の反応関数の制約の下で、自らの社会的厚生関数を極大化することから、自国の無差別曲線と外国当局の反応関数を表す直線 R^* とが接する点 S に対応するマネーサプライ $m = m_S$ を設定する。こうして決まった m を基に、外国当局は自らの反応関数に従い、マネーサプライ $m^* = m_S^*$ を設定する。

一般に、主導者である自国にとってこうして決まるシュタッケルベルグ均衡点 S は、常にクールノー＝ナッシュ均衡点 N よりも高い経済厚生をもたらすことが解る。但し、追随者にとっては、均衡点 S が均衡点 N よりも常に高い経済厚生をもたらすか否かは一義的には言えない (第3図では経済厚生が高まる事例が描かれている)。

[注]

- 1) 以下の議論は翁他[7] pp.236-238, 奥野・鈴木[9] pp.181-189, 河合[12] pp.268-269, Cooper[33] pp.1213-1221, Kreps[49] pp.325-330, Rasmusen[55] pp.83-86 に負う。

- 2) $U = -[(am - bm^* + cv + dv^*)^2 + w(em - fm^* + gv + hv^*)^2]$ と置いて、 m^* を所与とし、 m で偏微分してゼロと置くと、

$$m = (ab + wef)m^*/(a^2 + we^2) - (ac + weg)v/(a^2 + we^2)$$

$$-(ad + weh)v^*/(a^2 + we^2)$$

を得る。 U^* についても同様である。

3) 但し、ナッシュ均衡は無差別曲線の接点でないことから、パレート最適でないことに注意すべきである。すなわち、パレート最適な解の組み合わせは点 O と O^* とを結ぶ契約曲線によって示される。

4) ナッシュ均衡をより厳密に定義すると以下のごとくである。

ゲームのプレイヤーの集合を $I = \{1, 2, \dots, n\}$, 各プレイヤーの戦略の集合を $S_i (\forall i \in I)$, 各プレイヤーの利得関数を $\pi_i: \Sigma \rightarrow R$ (但し $\Sigma = \prod_{i \in I} S_i$) とする。 $\pi_i(s_1, \dots, s_i, \dots, s_n)$ は各プレイヤーが戦略の組み合わせ $(s_1, \dots, s_i, \dots, s_n)$ を選んだ時、第 i プレイヤーが得られる利得を表している。この時、全てのプレイヤー $i \in I$, 全ての第 i プレイヤーの戦略 $s_i \in S_i$ について、

$$\pi_i(\bar{s}_1, \dots, \bar{s}_{i-1}, \bar{s}_i, \bar{s}_{i+1}, \dots, \bar{s}_n) \geq \pi_i(\bar{s}_1, \dots, \bar{s}_{i-1}, s_i, \bar{s}_{i+1}, \dots, \bar{s}_n)$$

が成立するような戦略の組み合わせ $(\bar{s}_1, \dots, \bar{s}_i, \dots, \bar{s}_n)$ をナッシュ均衡と言う。

5. 政策協調

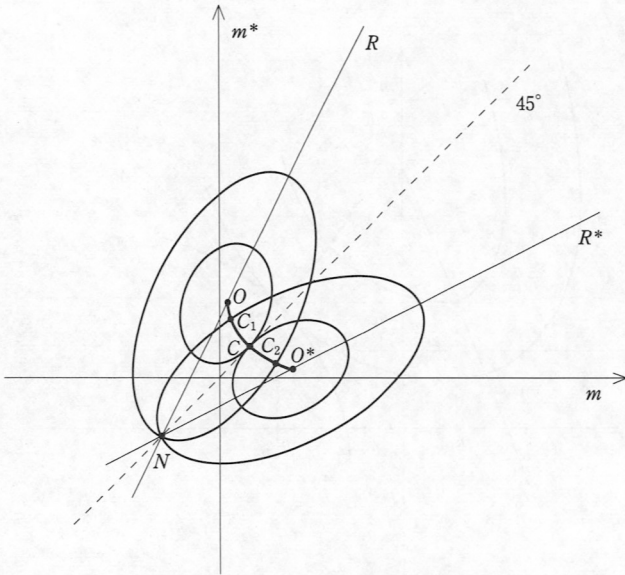
ここで、自国と外国の政策当局が、それぞれの政策手段を互いに調整することにより、パレート最適性を達成し得るような「協力ゲーム」を考えてみよう¹⁾。

先ず、両国当局の話し合いや交渉によって、自国と外国との無差別曲線の接点の集合 (すなわち、曲線 OCO^* で示されるパレート最適を保証する契約曲線上の点) を実現すべく、拘束力を持った政策合意が互いに結べたとしよう。このような協力ゲームの解は、自国・外国の通貨当局が、双方で両者の効用水準の加重平均を極大化しようとするマナー・サプライを選択すること、すなわち、

$$(14) \quad \max_{(\alpha, m^*)} \alpha U + (1 - \alpha)U^*, \quad \text{subject to (1)-(4)式}$$

$$\text{但し, } 0 \leq \alpha \leq 1$$

という極大化問題を解くことに帰着できる。ここで、パラメータ α は両国当局の交渉力の大きさを反映したもので、 $\alpha = 1$ は自国の交渉力が最大であ

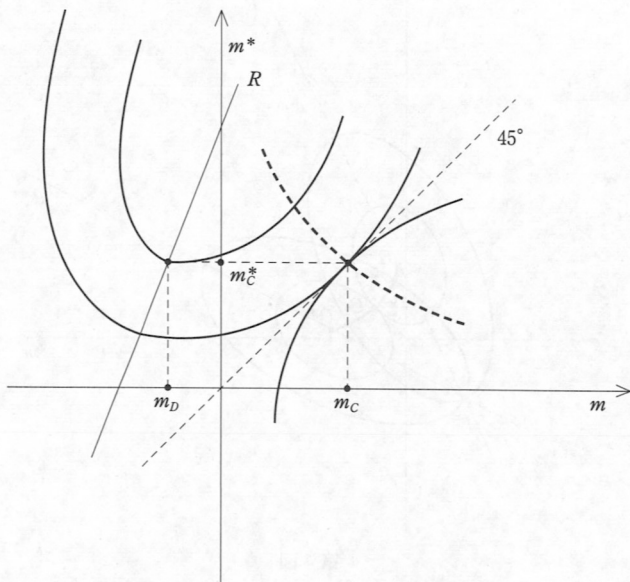


第 4 図

ることを示しており、他方 $\alpha = 0$ は外国当局の交渉力が最大であることを示している。

$\alpha = 0.5$ の場合の協力解が第 4 図の C 点で示されている。この場合、両国ともクールノー＝ナッシュ均衡やシュタッケルベルグ均衡よりも経済厚生が高いことが解る。また、パラメータ α の値が C_1CC_2 線上の内点で協力ゲーム均衡を達成する限り、それは非協力ゲーム均衡の一つであるクールノー＝ナッシュ均衡よりも高い厚生を双方にもたらしているから、この場合双方には協力して通貨政策を取り決め合うインセンティブが存在し、したがって、そこでは両国当局が政策協調を行う意義は十分あると言えよう。

ところで、こうした協力ゲームでは、合意や取決めに何らかの形で拘束力を持つことが必要である。もしそうでなければ、一国の通貨当局が協調的なマネーサプライ政策を採る場合、相手国の通貨当局は、予め合意された政策



第5図

を破棄することによって自らの効用を一層高めることができるからである。このことは次のようにして示し得る。

今、自国と外国の通貨当局が互いに政策協調行動を取ることに合意したとしよう。すなわち、それぞれが協力解Cに対応するマネーサプライ $m = m_C$, $m^* = m_C^*$ に設定すると取り決めたとする。外国当局が政策協調によってマネーサプライを $m^* = m_C^*$ に設定することが予想される時、自国当局は取決めどおり $m = m_C$ を選択するよりも、

$$(15) \quad \max_{\{m\}} U, \text{ subject to (1)式, (3)式 \& } m^* = m_C^*$$

という極大化問題を解いて得られるマネーサプライ $m = m_D$ を選択した方が経済厚生を高め得るのである。これを図示すれば第5図のごとくである。

外国当局のマネーサプライ $m^* = m_C^*$ に対応する自国の反応直線 R 上の点 D によって決まる $m = m_D$ が(15)式の解である。

かくして、クールノー＝ナッシュ均衡解 N 、協力解 C 、協力離脱解 D の順で自国の経済厚生が高まっていくのが解るから (すなわち、 $U_N < U_C < U_D$)、両国が何らかの理由で協力し得なかった場合より、話し合いや交渉によって協調的な政策が採れるならば、その方が自国の経済厚生は高まる。しかしながら、更に自国は協調関係を一方的に破棄して独自の政策を採ることで、一層経済厚生を高めることもできる (同様のことは、自国を外国に、外国を自国に置き換えても言える)。

〔注〕

- 1) 以下の議論は翁他〔7〕pp.238-239, 河合〔12〕pp.270-271, Cooper〔33〕pp.1213-1221に負う。

6. 繰返し交渉

前節で、自国・外国双方にとって (一回限りの) 非協力ゲームよりも協力ゲームの方が経済厚生を高め得ることを示したが、その場合、合意や取決めに拘束力を持つことが前提であることを指摘した。しかしながら、拘束力を持った合意や取決めの実現が両国当局で難しい場合でも、両国の交渉が繰返し続けられるならば、すなわち非協力ゲームが無制限回反復されるならば、「暗黙の協調」の生ずる可能性があることを示し得る¹⁾。

まず、自国の通貨当局 ($i = 1$) 並びに外国の通貨当局 ($i = 2$) をゲームのプレイヤーとし、クールノー＝ナッシュ均衡解を達成するそれぞれのマネーサプライを m_N^1, m_N^2 、協力解を達成するそれぞれのマネーサプライを m_C^1, m_C^2 、それぞれの国の社会厚生関数 U^1, U^2 を利得関数とすると、

$$\Gamma = [\{1, 2\}, \{m_N^1, m_N^2, m_C^1, m_C^2\}, \{U^1, U^2\}]$$

は一回限りのゲームの戦略型表現である。そしてこのゲームが無限回繰り返される時、これを $\Gamma^\infty = (\Gamma_1, \Gamma_2, \dots)$ と表そう。

また、各マネーサプライに対応する社会厚生関数の各値に関して次のようなペイ・オフ・マトリクスを当てはめる。

		外 国	
		協 調 (C)	離 脱 (D)
自 国	協 調 (C)	(Q, Q)	(T, S)
	離 脱 (D)	(S, T)	(P, P)

但し $S > Q > P > R$

今このゲーム Γ が $T-1$ 回繰り返され、各ゲーム Γ_t ($t = 1, 2, \dots, T-1$) に於て実際にそれぞれの国の通貨当局によって選択されたマネーサプライを $\sigma_t = \{m_t^1, m_t^2\}$ としよう。但し、 $m_t^i \in \{m_N^i, m_C^i\}$ ($i = 1, 2$) である。ここで $T-1$ 回目まで両国当局が設定したマネーサプライの記録 $h^T = (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{T-1})$ を T 期の歴史と呼ぼう。そして T 期のゲーム Γ_T をプレーするにあたって、それぞれの国の通貨当局は T 期までの歴史を完全に記憶しており、 Γ_T での政策決定をこれら歴史に依存させるものとする。換言すれば、 T 期以降の反復ゲーム $\Gamma^\infty | h^T = (\Gamma_T, \Gamma_{T+1}, \dots)$ はそれまでの歴史 h^T に対応した部分ゲームと解される。それ故、無限回反復ゲームに於けるそれぞれの国の通貨当局の戦略 σ^i ($i = 1, 2$) とは、各部分ゲームに於ける行動を明らかにすること、すなわち、いかなる歴史が与えられた時いかなる行動を選択するかを、全ての時点全ての歴史について規定すること、と言い表せる(第1期での全体ゲームそれ自身も一つの部分ゲームと定義する。但し第1期では歴史は存在しないから [すなわち $h^1 = \phi$]、歴史とは無関係にそれぞれの国の通貨当局の政策が選択されると考える)。

次に、両国の無限反復ゲームに於ける利得は、各時点で得られる社会的厚生関数の各値の列を正の定数 ($r > 0$) で割り引いた現在価値の総和であると

する。この時、両国の得る利得は、

$$(16) \quad V^i(\sigma) = \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} U^i(m_t^1, m_t^2) \quad (i = 1, 2)$$

$$\text{但し, } m_t^i \in \{m_N^i, m_C^i\}$$

$$\sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \dots) \ \& \ \sigma_t = \{m_t^1, m_t^2\}$$

$$\delta = 1/(1+r)$$

で表される。明らかに δ は $0 < \delta < 1$ であり、 δ が 1 に近ければ将来の割引き率 r は小さく、政策当局は将来の経済厚生を現在の経済厚生と同程度に重要と考えていることを意味する。逆に δ がゼロに近ければ、割引き率は大きく、将来よりも現在の経済厚生をより重要視していることを意味する。

更に我々は、次のような「トリガー戦略」と呼ばれる戦略を考えよう。自国の通貨当局は、第 1 期に於て協調的なマネーサプライ m_C^1 を選択し、外国の通貨当局も同じく協調的なマネーサプライ m_C^2 を選択するならば、それ以降の各期に於ても協調的なマネーサプライ m_C^1 を選択する。そして外国当局が m_C^2 以外のマネーサプライを選択しない限り、自国当局は m_C^1 を選択し続ける。しかしながら、外国当局が T 期に m_C^2 以外のマネーサプライを選択した時は、 $T+1$ 期以降、外国のマネーサプライの値にかかわらず自国当局は、一回限りの非協力ゲームでクールノー＝ナッシュ均衡を達成するマネーサプライ m_N^1 を選択し続ける。

以上は自国当局のトリガー戦略であるが、これに対し自国当局と外国当局とをそれぞれ置き換えることにより、外国当局のトリガー戦略を同様に定義し得る。

この時、次のような命題を得る。

命題： δ が 1 に十分近い時、両国の通貨当局が共に上述トリガー戦略を選択するならば、この戦略は無限回反復ゲームのナッシュ均衡となっている。

先ずトリガー戦略の定義から、全ての部分ゲームは $T = 1, 2, \dots$ として、

- [1] $T - 1$ 期までにいずれの国の通貨当局もマネーサプライ m_C^i ($i = 1, 2$) を選択している場合 (第1期の部分ゲーム, すなわち全体ゲーム Γ^∞ も含む),
 [2] $T - 1$ 期までにいずれかの国の通貨当局が m_C^i ($i = 1, 2$) 以外のマネーサプライを選択している場合,

に分けられる。

[1]の場合, 部分ゲームは, T 期から始まる繰返しゲームであるから, トリガー戦略を選択し続ける限りこの国は T 期で計って,

$$(1) \quad (Q + Q\delta + Q\delta^2 + \dots) = Q/(1 - \delta)$$

の利得を得る。他方, もしこの国の通貨当局が $T + k - 1$ 期 ($k = 0, 1, 2, \dots$) まではトリガー戦略を選択し続けるが, $T + k$ 期でトリガー戦略以外の通貨政策を選択したとしよう。この時相手国は $T + k$ 期まで m_C^i を選択し続けるから, この国は $T + k - 1$ 期までは Q の利得を, $T + k$ 期には最大 S の利得を得る。しかし相手国は $T + k + 1$ 期以降はトリガー戦略に従って m_N^i を選択し続けるから, この国は $T + k + 1$ 期以降は P の利得しか得られない。すなわち,

$$(2) \quad (Q + \dots + Q\delta^{k-1} + S\delta^k + P\delta^{k+1} + \dots) \\ = Q(1 - \delta^k)/(1 - \delta) + S\delta^k + P\delta^{k+1}/(1 - \delta)$$

である。(1)式から(2)式を引くと,

$$(3) \quad Q\delta^k/(1 - \delta) - S\delta^k - P\delta^{k+1}/(1 - \delta) \\ = \delta^k[\delta(S - P) - (S - Q)]/(1 - \delta)$$

となるから, どんな $k = 0, 1, 2, \dots$ に対しても $(1 >) \delta > (S - Q)/(S - P)$ である限り(3)式は常に正となる。ところで, $S > Q > P$ であったから, $1 > (S - Q)/(S - P) > 0$ であり, したがって, δ を十分1に近くとれば $\delta > (S - Q)/(S - P)$ となることが言える。それ故, トリガー戦略は δ が1に十分近いならばナッシュ均衡となることが解る。

[2]の場合, 相手国はトリガー戦略にしたがって T 期以降 m_N^i を選択し続

けるはずであるから、自国もトリガー戦略を選択し続ければ、 T 期以降毎期 P の利得を得る。それ以外のマネーサプライの選択では利得は $R (< P)$ である。したがって、このケースでもトリガー戦略を選択し続けることがナッシュ均衡となっている。

かくして、各国の時間選好率が低く、政策当局は将来の経済厚生も現在の経済厚生と同程度に重視するならば、協調行動から逸脱することの長期的損失が一時的な便益を上回るために、各国にはトリガー戦略を持続させるインセンティブが働き、出来るだけ協調的な通貨政策を採ろうとする。ここに非協力ゲームに於ても、それが無限回反復されるならば、「暗黙の協調」が生まれる可能性のあることが解る²⁾。

〔注〕

- 1) 以下の議論は岡田(章)[3] pp.207-209, 奥野・鈴木[9] pp.238-242, Friedman [42] p.127 に負う。
- 2) このゲーム T が有限反復（例えば T 回）では「暗黙の協調」は生じない。なぜなら、反復の最終時点 T では、どんな歴史の下でも両国にとって m_N^i のマネーサプライを選択することが最適である。もしそうであるならば、次に $T-1$ 期ではその期が最終期となるからやはり m_N^i を選択することが望ましく、この推論を続けていけば、結局のところ各国当局は、有限反復ゲームでは常に m_N^i を選択し続けることでしかなくなるからである。

7. 威 信

前節で、非協力ゲームが無限回繰り返される時、一定の条件の下で「暗黙の協調」が生ずる可能性を示したが、本節では、同じく無限回反復非協力ゲームに於て、「威信」の概念を政策当局の交渉プロセスに明示的に導入することにより、やはり一定の条件の下で「暗黙の協調」が生ずる可能性のあることを示す¹⁾。

ゲームの一方のプレイヤー A は、全反復ゲームを通じて不変であるが、もう一方のプレイヤー B_i ($i = 1, 2, \dots$) は毎回新しく変わるような無限回

繰返しゲームを考える。すなわち、ゲームの期間中、例えば自国の政策当局者の交替はないが、相手国の政策担当者はゲーム毎に交替していくと考えるか、あるいは、相手国が n 国ある場合は n 期毎に交替し、但し同じ政策担当者が重複してゲームに参加することはないと考える。

自国を A 、相手国を B_i ($i = 1, 2, \dots$) とし、各政策当局の経済政策の集合を $S^A = \{C, NC\}$, $S^{B_i} = \{T, NT\}$ ($i = 1, 2, \dots$)、但し、 C : 協調, NC : 裏切り, T : 信頼, NT : 不信、とする。そして各政策の実施に伴う各国の効用関数 $u^A(s^A, s^{B_i})$, $u^{B_i}(s^A, s^{B_i})$ ($\forall s^A \in S^A, \forall s^{B_i} \in S^{B_i}; i = 1, 2, \dots$) の各値に次のようなペイ・オフ・マトリクスを当てはめる。

		外 国 (B_i)	
		信 頼 (T)	不 信 (NT)
自 国 (A)	協 調 (C)	(Q, Q)	($0, 0$)
	裏 切 り (NC)	(R, P)	($0, 0$)

但し $R > Q > 0 > P$

この時、政策当局 A をシュタッケルベルグ先導者、政策当局 B_i ($i = 1, 2, \dots$) をシュタッケルベルグ追随者とする、1 期目のゲーム Γ_1 は政策当局 A と政策当局 B_1 との間で交渉されたゲーム $\Gamma_1 = \{(A, B_1), (S^A, S^{B_1}), (u^A, u^{B_1})\}$ となる。また 2 期目のゲーム Γ_2 については、政策当局 A と政策当局 B_2 との間で交渉されたゲーム $\Gamma_2 = \{(A, B_2), (S^A, S^{B_2}), (u^A, u^{B_2})\}$ 、同様に i 期目のゲーム Γ_i は政策当局 A と政策当局 B_i との間で交渉されたゲーム $\Gamma_i = \{(A, B_i), (S^A, S^{B_i}), (u^A, u^{B_i})\}$ であり、したがって $\Gamma^\infty = (\Gamma_1, \Gamma_2, \dots)$ は無限回反復ゲームとなる。

ところで、この場合、 i 期までの歴史 $h^i = \{(s^A, s^{B_1}), (s^A, S^{B_2}), \dots (s^A, s^{B_{i-1}})\}$ について、政策当局 A は完全に知っているが、政策当局 B_i は h^i を B_j ($j = 1, 2, \dots, n-1$) から国際社会で行き交う「評判」を通じて知るも

のとする。それ故、国際社会での A に対する B_j の評判が「良い」か「悪い」かは A の国家的「威信」に関わってくる。

また、政策当局 A が無限回反復ゲームから得られる総効用 V^A を、

$$(1) \quad V^A = \sum_{i=1}^{\infty} \delta^{i-1} u^A(s^A, s^{B_i}) \quad (\text{但し } \delta = 1/(1+r) \text{ \& } r > 0)$$

とする。他方、政策当局 B_i ($i = 1, 2, \dots$) の効用は、1回毎に参加した交渉から得られる効用 $u^{B_i}(s^A, s^{B_i})$ とする。

ここで、次のようなトリガー戦略を考える。 Γ_i に於て、政策当局 A は、 $i-1$ 期までの交渉で政策当局 B_j ($j = 1, 2, \dots, i-1$) が全て政策 T を選択している時は、すなわち自分に対する信頼がある限りは、協調政策 C を選択する。しかし、それ以前に B_j の誰かが NT を選択した時は A は NC を選択する。一方、 Γ_i に於て、政策当局 B_i は $i-1$ 期までの交渉で A が協調政策 C を選択し続けた時は T を選択するが、すなわち信頼し続けるが、 A が過去に NC を選択した時は NT を選択し、無限回反復ゲームは終了する。

すると、我々は次のような命題を得る。

命題：歴史に基づく各部分ゲームに於て、各政策当局 A, B_i ($i = 1, 2, \dots$) の選択する戦略が A に対する国際社会での「評判」によって影響される時、政策当局 A の時間選好に対する割引きファクター δ が十分に近いならば、上述戦略はナッシュ均衡になっている。

戦略の定義から、全ての部分ゲーム $i = 1, 2, \dots$ は、

- [1] $i-1$ 期まで全ての政策当局が (C, T) を選択し続けている場合、
- [2] $i-1$ 期までいずれかの政策当局が (C, T) 以外の戦略を選択した場合、

に分け得る。

[1]の場合、全ての政策当局が i 期以降上述戦略を選択し続ける限り、 A

は i 期で計って、

$$(2) \quad (Q + Q\delta + Q\delta^2 + \dots) = Q/(1 - \delta)$$

の総効用を得る。一方、もし政策当局 A が $i+k-1$ 期 ($k=0, 1, 2, \dots$) まで上述戦略を維持するが、 $i+k$ 期にはそれ以外の戦略を選んだとしよう。すると、 $i+k$ 期には一時的に A は R の効用を得るが、一度自分への良き評判を損なうと、 $i+k+1$ 期以降誰も A を信頼しなくなり、効用はゼロとなってしまう。したがって、この場合の A の総効用は i 期で計って、

$$(3) \quad (Q + \dots + Q\delta^{k-1} + R\delta^k + 0\delta^{k+1} + \dots) \\ = Q(1 - \delta^k)/(1 - \delta) + R\delta^k$$

となる。(2)式から(3)式を差し引くと、

$$(4) \quad (Q - R + R\delta)\delta^k/(1 - \delta)$$

であるから、どんな $k=0, 1, 2, \dots$ に対しても、 $(1 >) \delta > (R - Q)/R$ である限り(4)式は正となる。ところで、 $R > Q > 0$ であったから、 $1 > (R - Q)/R > 0$ であり、したがって、 δ を十分 1 に近くとるならば $\delta > (R - Q)/R$ となることが言える。それ故上述戦略は δ が 1 に十分近い時ナッシュ均衡となっている。

[2]の場合は、 $i-1$ 期までに B_j が NT を選択した時、シュタツケルベルグ先導者である A は、上述戦略に従って i 期目に NC を選択し、更にシュタツケルベルグ追随者である B_i は NT を選択することにより、ゲームは終了し、 A, B_i 共に 0 の最大利益を得る。他方、 $i-1$ 期までに A が NC を選択した場合は、 B_i は上述戦略に従って A が i 期目に C, NC いずれを選択するかとは無関係に NT を選択し、その時ゲームは終了し、両者共に 0 の最大利益を得る。

かくして、[1] [2]いずれの場合に於ても上述トリガー戦略を選択することがナッシュ均衡な対応となっていることが解る。

[注]

- 1) 以下の議論は奥野・鈴木[9] pp. 245-247, Kreps[49] pp. 531-536 に負う。

8. フォーク定理

6節・7節に於て、たとえ非協力ゲームであってもそれが無限回繰り返されるならば一定の条件の下で「暗黙の協調」が生ずる可能性を示したが、これはあくまでも一つの可能性であつて、必ずしも常に「協調」がインプリシットに成立するものではないことが、次の「フォーク定理」(folk theorem)¹⁾によつて知れる²⁾。

先ず、任意の一回限りのゲーム $\Gamma = (N, M, U)$ が与えられた時³⁾、実現可能な利得の組み合わせ集合 Π を、

$$(1) \quad \Pi = \{(U_i(m)), i \in N | m \in M\}$$

と定義する。次に、任意の政策当局 $i \in N$ について、マクスミン利得水準 u_i^* を、

$$(2) \quad u_i^* = \max_{m_i \in M_i} \min\{U_i(m_1, m_2, \dots, m_n) | m_j \in M_j, j \neq i\}$$

と定義する。この時の i 以外の政策当局の政策の組を、 $\mu_{i,-i} = (m_{i,1}, \dots, m_{i,i-1}, m_{i,i+1}, m_{i,n})$ で表す。この利得水準は、他国の政策当局がどんな戦略を選んだとしても i 国の政策当局が最低限確保できる水準である。また、 Π のうち、全ての政策当局の利得がマクスミン利得を超えるような利得の組み合わせの集合 Π^* を、

$$(3) \quad \Pi^* = \{u \in \Pi | u_i > u_i^*\}$$

と定義する。更に、各国の政策当局の無限反復ゲームの総利得は、これまでと同様、

$$(4) \quad V_i(m) = \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} U_i(m_{it}), \quad \forall i \in N$$

とする。この時、以下の命題を得る。

命題 (フォーク定理) : 無限回反復ゲームに於て, δ の値が十分 1 に近いならば, Π^* のいかなる点もナッシュ均衡となる。

この命題の証明として, 先ず次のような政策当局 $i (\in N)$ のトリガー戦略を考える。

[1] ある政策当局 $j (\neq i)$ だけが集合 Π^* の任意の利得ベクトル u を達成する政策の組 $(\bar{m}_1, \dots, \bar{m}_n)$ から離脱すれば, 以後 i は j に対するマクスミン政策 $\mu_{j,i}$ に従う。

[2] それ以外のばあいは \bar{m}_i なる政策に従う。

もし政策当局 i が, T 回目 ($T = 1, 2, \dots$) のゲームで \bar{m}_i と異なる政策 \hat{m}_i を取るとしよう。但し $U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) > U_i(\bar{m}_i, \bar{m}_{-i})$ である。この時, 上述のトリガー戦略の定義から, 他の全ての政策当局は $(T + 1)$ 回目以降政策当局 i に対してマクスミン政策を取り続ける。したがって, T 回目以後の政策当局 i の割引き利得総和は,

$$(5) \quad \begin{aligned} U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) + \delta u_i^* + \delta^2 u_i^* + \dots \\ = U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) + \delta u_i^* / (1 - \delta) \end{aligned}$$

となる。したがって, 任意の政策 $\hat{m}_i \in Mi$ に対して,

$$(6) \quad U_i(\bar{m}_i, \bar{m}_{-i}) / (1 - \delta) > U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) + \delta u_i^* / (1 - \delta)$$

ならば, 政策当局 i は上述トリガー政策から離脱しても割引き利得総和を増やすことはできない。

ところで, (6)式は, δ の定義と相俟って

$$(7) \quad 1 > \delta > \frac{U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) - U_i(\bar{m}_i, \bar{m}_{-i})}{U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) - u_i^*}$$

と書き表せるが, $U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) > U_i(\bar{m}_i, \bar{m}_{-i}) > u_i^*$ であつたから,

$$(8) \quad 1 > \frac{U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) - U_i(\bar{m}_i, \bar{m}_{-i})}{U_i(\hat{m}_i, \bar{m}_{-i}) - u_i^*} > 0$$

であり, したがって, δ を十分 1 に近くとれば(7)式を満たすゆえ, 上述ト

リガー戦略はナッシュ均衡となっていることが解る。

ところで、この命題は、政策当局の処罰行動をやや複雑に規定することにより、ナッシュ均衡のうちで均衡政策を選択することが全ての部分ゲームのナッシュ均衡となっているいわゆる「部分ゲーム完全均衡点」⁴⁾に関しても成立することが、次のようにして言える。

まず、(1)式で定義した実現可能な利得集合 Π は凸で且つ(2)式で定義したマクスミン点 $u^* = (u_1^*, \dots, u_n^*)$ は Π に属するとする。また(3)式で定義した Π^* の次元は n とする。一般性を失うことなく全ての $i (\in N)$ に対して $u_i^* = 0$ としよ。

ところで、 Π^* の次元が n であることから、

$$(10) \quad u_i > v_i > u_i^* = 0, \quad \forall i \in N \ \& \ \forall u_i \in \Pi^*$$

となる Π^* の内点 $v = (v_1, \dots, v_n)$ と、十分小さな $\varepsilon > 0$ が存在して各 $j (\in N)$ に対して Π^* 内の点

$$(11) \quad v_j(\varepsilon) = (v_1 + \varepsilon, \dots, v_{j-1} + \varepsilon, v_j, v_{j+1} + \varepsilon, \dots, v_n + \varepsilon) \in \Pi^*$$

を選べる。利得ベクトル $v_j(\varepsilon)$ に対応する政策の組を

$$(12) \quad v_j = (v_{j1}, \dots, v_{jn})$$

と置く。 $\mu_{j,-j} = (\mu_{j,i} : i \neq j)$ を j に対する他の政策当局のマクスミン政策の組とし、更に、

$$(13) \quad U_j(\mu_{j,j}, \mu_{j,-j}) = \max_{(m_j)} U_j(m_j, \mu_{j,-j})$$

とする。ここで、

$$(14) \quad \max U_i(m) + K_i u_i^* < v_i + K_i v_i$$

となるような K_i を選ぶ。但し、 $\max U_i(m)$ は政策当局 i の一回限りの最大利得であり、 $K_i u_i^*$ は定義からゼロである。

次に以下のような反復ゲーム戦略を考える。

- [1] 初回は m_i を選択し、以後前回到政策の組 $m = (m_1, \dots, m_n)$ が選択される限り m_i を選択する。もし政策当局 j ($j = i$ も含む) が[1]から離

脱するならば[2]に従う。

[2] K_j 回, $\mu_{j,i}$ 政策を選択した後[3]に従う。

[3] 以後, $v_{j,i}$ 政策を選択し続ける。

更にもし[2]あるいは[3]の途中である政策当局 k が指定された行動から離脱すれば, $j = k$ と置いて[2]を最初から始める。最後に, 例えば2国以上の政策当局の同時離脱など, 上述以外の政策当局の離脱の後は[1]を最初から始める。

(I) 先ず, 十分大きな任意の $\delta (< 1)$ に対して[3]は無限回反復ゲームのナッシュ均衡となっていることを示す。

もし[3]に従うと, 政策当局 i の割引き利得総和は

$$(15) \quad v_i/(1-\delta) \quad (j=i) \quad \text{または} \quad (v_i + \varepsilon)/(1-\delta) \quad (j \neq i)$$

である。他方 i が[3]から離脱する時の割引き利得総和は,

$$(16) \quad \max U_i(m) + \delta \cdot 0 + \dots + \delta^{K_i} \cdot 0 + \delta^{K_i+1} v_i + \dots \\ = \max U_i(m) + \delta^{K_i+1} v_i / (1-\delta)$$

である。したがって利得の増分はたかだか,

$$(17) \quad \max U_i(m) - (1 - \delta^{K_i+1}) v_i / (1 - \delta)$$

となるが, $(1 - \delta^{K_i+1}) / (1 - \delta)$ は $\delta \rightarrow 1$ の時 $0/0$ となる故, ここで不定形の極限定理 (ロピタルの定理) を使えば,

$$(18) \quad \lim_{\delta \rightarrow 1} \frac{1 - \delta^{K_i+1}}{1 - \delta} = \lim_{\delta \rightarrow 1} (K_i + 1) \delta^{K_i} = K_i + 1$$

となる。ここで(4)式から $(K_i + 1) v_i > \max U_i(m)$ であることに注意すれば, (17)式は十分大きな $\delta (< 1)$ に対して負となるから, したがって[3]から離脱しても決して割引き利得総和は増加しない。

(II) 次に, 十分大きな任意の $\delta (< 1)$ に対して[1]は無限回反復ゲームのナッシュ均衡となっていることを示す。

i が T 回目 ($T = 1, 2, \dots$) のゲームで[1]のルールから離脱したとしよう。

この時, T 回目以降の i の割引き利得総和は

$$(19) \quad \begin{aligned} & \max U_i(m) + \delta \cdot 0 + \dots + \delta^{Ki} \cdot 0 + \delta^{Ki+1} v_i + \dots \\ & = \max U_i(m) + \delta^{Ki+1} v_i / (1 - \delta) \end{aligned}$$

となる。(I)より[3]からの*i*の離脱は考える必要がないから、割引き利得総和の増分は、

$$(20) \quad \begin{aligned} & \max U_i(m) + \delta^{Ki+1} v_i / (1 - \delta) - U_i(m) / (1 - \delta) \\ & < \max U_i(m) + \delta^{Ki+1} v_i / (1 - \delta) - v_i / (1 - \delta) \\ & = \max U_i(m) - (1 - \delta^{Ki+1}) v_i / (1 - \delta) \end{aligned}$$

となる。(17)式と同様の議論によって(20)式の右辺は十分大きな $\delta (< 1)$ に対して負となるから、[1]から離脱しても割引き利得総和は増加しないことが解る。

(III) 最後に、十分大きな任意の $\delta (< 1)$ に対して[2]は無限回反復ゲームのナッシュ均衡となっていることを示す。

政策当局*i*が[2]のルールから離脱するとする。最初に*i*が[2]のルールによって処罰されている場合を考える。この時、離脱により他の政策当局がマクシミン政策を用いて*i*を処罰する時間が延長されるだけであり、その間*i*はたかだか $u_i^* (= 0)$ の利得しか得られない。したがって[2]のルールからの離脱は、*i*の割引き利得総和を増加させることはない。

次に、政策当局*j* ($j \neq i$)が[2]によって処罰されている場合を考える。この時、*i*が[2]に従えば、

$$(21) \quad (1 - \delta^{k+1}) U_i(\mu_{j,i}) / (1 - \delta) + \delta^{k+1} (v_i + \varepsilon) / (1 - \delta)$$

但し $1 \leq k \leq K_j$

となる(政策当局*j*を処罰する回数が*k*回残っている場合)。他方、もし*i*が[2]から離脱すれば、*i*の割引き利得総和は

$$(22) \quad \max U_i(m) + \delta^{Ki+1} v_i / (1 - \delta)$$

である。(22)式から(21)式を引けば*i*の割引き利得総和の増分は、

$$(23) \quad \begin{aligned} & \max U_i(m) + \delta^{Ki+1} v_i / (1 - \delta) \\ & - (1 - \delta^{k+1}) U_i(\mu_{j,i}) / (1 - \delta) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -\delta^{k+1}(v_i + \varepsilon)/(1 - \delta) \\
& < \max U_i(m) + v_i/(1 - \delta) \\
& \quad - (1 - \delta^{k+1})U_i(\mu_{j,i})/(1 - \delta) \\
& \quad - \delta^{k+1}(v_i + \varepsilon)/(1 - \delta) \\
& = \max U_i(m) + (1 - \delta^{k+1})(v_i - U_i(\mu_{j,i}))/ (1 - \delta) \\
& \quad - \delta^{k+1}\varepsilon/(1 - \delta)
\end{aligned}$$

となる。したがって $\delta \rightarrow 1$ の時(23)式の右辺はマイナス無限大に発散する。

かくして、(I)(II)(III)から、[1][2][3]によって規定される全ての戦略の組は、十分大きな任意の $\delta (< 1)$ に対して無限回反復ゲームの部分ゲーム完全均衡点となっていることが証明された。

〔注〕

- 1) フォーク定理の内容は、ゲーム論の研究者間でかなり以前からいわば文献に記されることなく証明抜きで広く伝承 (folklore) されてきたために、今日フォーク定理と呼ばれている (Kreps[49] p.508)。
- 2) 以下議論は岡田(章)[3] pp.215-217, Fudenberg & Tirole[44] pp.152-154に負う。また部分ゲーム完全均衡フォーク定理の証明に関しては、岡田(章)[3] pp.223-227, Fudenberg & Maskin[43] pp.544-545, Fudenberg & Tirole[44] pp.157-160に負う。
- 3) 前節までのフレームワークを踏襲するならば、政策当局集合 $N = (1, 2)$, マネーサプライ政策集合 $M = (\{m_1\}, \{m_2\})$, 社会厚生関数集合 $U = (U_1, U_2)$ である。
- 4) 部分ゲーム完全均衡 (subgame perfection) については、Friedman[42] pp.46-49, Fudenberg & Tirole[44] pp.72-74, Kreps[49] pp.421-425 参照。

〔参考文献〕

- [1] 天野明弘『国際金融論』筑摩書房, 1980
- [2] 岩田規久男『国際金融入門』岩波書店, 1995
- [3] 岡田 章『ゲーム理論』有斐閣, 1996
- [4] 岡田義昭「外国為替相場変動要因分析」(岡田義昭『日本経済研究』十一号出版, 1978, 第3章所収)
- [5] ————「変動為替レートの理論と実証」『早大経済学研究会年報』1980

- [6] ——— 『国際金融研究』十一房出版, 1997
- [7] 翁 邦雄, 福田慎一, 村瀬英彰「国際政策協調」(伊藤隆敏編著『国際金融の現状』有斐閣, 1992, 第8章所収)
- [8] 奥野正寛「ゲーム理論と合理性—— 戦略的行動と社会慣習」(奥野正寛編著『現代経済学のフロンティア』日本経済新聞社, 1990, 第5章所収)
- [9] ———, 鈴木興太郎『ミクロ経済学 II』岩波書店, 1988, 第26—29章
- [10] 鬼塚雄丞『国際金融』東洋経済新報社, 1995
- [11] 尾上修悟編著『国際金融論』ミネルヴァ書房, 1993
- [12] 河合正弘『国際金融論』東大出版会, 1994
- [13] ———, 須田美矢子, 翁 邦雄, 村瀬英彰『国際金融: 基礎と現実』東洋経済新報社, 1993
- [14] ———/通産省通商産業研究所編著『円高はなぜ起こる』東洋経済新報社, 1995
- [15] 神取道宏「ゲーム理論による経済学の静かな革命」(岩井克人, 伊藤元重編『現代の経済理論』東大出版会, 1994, 第1章所収)
- [16] 国際通貨研究所編『欧州単一通貨ユーロのすべて』東洋経済新報社, 1997
- [17] 小宮隆太郎, 天野明弘『国際金融』岩波書店, 1972
- [18] ———, 須田美矢子『現代国際金融論—— 理論編 & 歴史・政策編』日本経済新聞社, 1983
- [19] 島崎久弥『ヨーロッパ通貨統合の展開』日本経済評論社, 1987
- [20] ———『欧州通貨統合の政治経済学』日本経済評論社, 1997
- [21] 島野卓爾『欧州通貨統合の経済分析』有斐閣, 1996
- [22] 鳴澤宏英「変動相場制20年の現実: 固定相場願望は見果てぬ夢」『週刊東洋経済』93.3.20, pp.128-133
- [23] 浜田宏一『国際金融の政治経済学』創文社, 1982
- [24] ———『国際金融』岩波書店, 1996
- [25] 深尾光洋『国際金融』東洋経済新報社, 1990
- [26] 山本栄治『国際通貨システム』岩波書店, 1997
- [27] Argy, V., *International Macroeconomics*, Routledge, 1994
- [28] Bilson, J. F. O., and R. C. Marston, eds., *Exchange Rate Theory and Practice*, The University of Chicago Press, 1984
- [29] Branson, W. H., H. Haltunen, and P. Masson, "Exchange Rates in the Short Run," *European Economic Review*, December 1977
- [30] Bretton Woods Commission, *Bretton Woods: Looking to the Future*, 1994
- [31] Calvo, G., *Money, Exchange Rates, and Output*, The MIT Press, 1996

- [32] Chipman, J. S., and C. P. Kindleberger, eds., *Flexible Exchange Rates and the Balance of Payments*, North-Holland, 1980
- [33] Cooper, R. N., "Economic Interdependence and Coordination of Economic Policies," in R. Jones and P. Kenen, eds., *Handbook of International Economics*, Vol. 2, North-Holland, 1985, Chap. 23
- [34] Dornbush, R., *Open Economy Macroeconomics*, Basic Books, 1980
- [35] ———, *Dollars, Debts and Deficit*, The MIT Press, 1986
- [36] ———, *Exchange Rates and Inflation*, The MIT Press, 1988
- [37] ———, and J. Frenkel, eds., *International Economic Policy*, Johns Hopkins, 1979
- [38] ———, and S. Fischer, "Exchange Rates and the Current Account," *American Economic Review*, pp. 960–970, 1980
- [39] Frankel, J. A., *On Exchange Rate*, The MIT Press, 1993
- [40] Frenkel, J. A., ed., *Exchange Rates and International Macroeconomics*, The University of Chicago Press, 1983
- [41] ———, and H. G. Johnson, eds., *The Economics of Exchange Rates*, Addison-Wesley, 1978
- [42] Friedman, J. W., *Game Theory with Application to Economics*, Oxford University Press, 1991
- [43] Fudenberg, D., & E. Maskin, "The Folk Theorem in Repeated Games with Discounting or with Incomplete Information," *Econometrica*, May, 1986, pp. 533–554
- [44] ———, & J. Tirole, *Game Theory*, The MIT Press, 1991
- [45] Grossman, G. M., & K. Rogoff, eds., *Handbook of International Economics*, Vol. 3, North-Holland, 1995
- [46] Jones, R., & P. Kenen, eds., *Handbook of International Economics*, Vol. 2, North-Holland, 1985
- [47] Kenen, P., *International Economy*, Cambridge University Press, 1994
- [48] Kouri, P. J. K., "The Exchange Rate and the Balance of Payments in the Short Run and in the Long Run," *Scandinavian Journal of Economics*, 1976
- [49] Kreps, D. M., *A Course in Microeconomic Theory*, Princeton, 1990 Chap. 11–15
- [50] Krugman, P., and M. Miller, eds., *Exchange Rate Targets and Currency Bands*, NBER, 1992
- [51] McKinnon, R. I., *The Rules of the Game: International Money & Exchange Rate*, The MIT Press, 1996
- [52] Niehans, J., *International Monetary Economics*, Johns Hopkins, 1984

- [53] Obstfeld, M., and K. Rogoff, *Foundations of International Macroeconomics*, The MIT Press, 1996
- [54] Okada, Y., "International Finance: Theory and Practice," London School of Economics, 1982
- [55] Rasmusen, E., *Games and Information*, Blackwell, 1994
- [56] Suzuki, Y., & M. Okabe, eds., *Toward a World of Economic Stability*, University of Tokyo Press, 1988
- [57] Volcker, P., & T. Gyohten, *Changing Fortunes*, Times Books, 1992
- [58] Williamson, J., and M. Miller, *Targets and Indicator: A Blueprint for International Cooperation of Economic Policy*, IIE, 1987
- [59] Yeager, L. B., *International Monetary Relations: Theory, History and Policy*, Harper and Row, 1976