

95-J-13

## A-Mメカニズム・デザインの合理性

松島 齊  
東京大学経済学部

1995年10月

このディスカッション・ペーパーは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある論文草稿である。著者の承諾なしに引用・複写することは差し控えられる。

# A-M メカニズム・デザインの合理性<sup>1</sup>

松島 斉

東京大学経済学部

1995年11月1日

本論文は、メカニズム・デザイン論と呼ばれるゲーム理論的アプローチ、とくに完備情報下の誘導可能性問題 (implementation problem with complete information)、に関する研究成果の歴史的展開を、批判的に検討する<sup>2</sup>。メカニズム・デザイン論は、次のような形式の経済問題を分析対象とする。ある中立的な経済計画者が、複数の経済主体からなる社会に対して、常に適切な社会的選択を実現させることを目論んでいる。最適な社会的選択の内容は、主に各経済主体の選好順序を表す社会状態 (state of the world) の相違に、強く依存している。重要な前提条件として、経済計画者自身は、真の社会状態について何ら情報を持っていない事が仮定される。経済計画者は、各経済主体に真の社会状態についての申告義務を課することによって問題を解決しなければならない。しかし経済主体は、自己利益の最大化を目的としているので、場合によっては虚偽申告をするかもしれない。事前に知識を持たない経済計画者は、経済主体が虚偽申告をしているか否かを識別できないので、正直な申告をするインセンティブを与えるような何らかの工夫をする必要がある。そこで、あらかじめ、全経済主体の申告内容に依存して社会的選択を決定するルール、つまりメカニズム、を巧妙に設計しておくことによって、インセンティブの問題を解決する方法が考えられるのである。

このようなメカニズム・デザイン型の解決方法においては、まず、私的利益に基づく経済主体の行動を非協力ゲームの何らかの均衡概念によって記述することが要求される。これまで、数多くの研究において、様々な均衡概念、例えば、優位 (非劣位) 戦略均衡、Nash 均衡、Bayesian-Nash 均衡など、が用いられてきた。そして、正直な

---

<sup>1</sup>本編は、「経済研究」(一橋大学経済研究所、岩波書店)に掲載予定の、執筆を依頼された論文である。

<sup>2</sup>展望論文は、Green-Laffont (1979), Laffont-Maskin (1982), Maskin (1985), Postlewaite (1985), Hurwicz (1986), Moore (1992), Palfrey (1992) など、枚挙に暇が無い。

申告が非協力ゲームの均衡のひとつとして記述されることが、第一に要求されてきた。この性質は誘因両立性 (incentive compatibility) と呼ばれ、主に情報が偏在する不完備情報下において深刻な制約となる。誘因両立性を中心とした不確実性下でのメカニズム・デザイン論の研究は、Bayesian-Nash 均衡の適用によって大きく進展し、オークション・デザイン、公共財供給決定、エイジェンシー問題など、様々な応用分野を産んだ。既に、近年のマイクロ経済学やゲーム理論の多くの教科書に、その成果の一端が紹介されている (Myerson (1991), Gibbons (1992), Fudenberg-Tirole (1993) などを参照せよ)。

本論文で検討される問題は、誘因両立性ではなく、次のような第二の論点である。たとえ誘因両立性が成立して正直な申告が均衡のひとつとして記述できたとしても、他に同じ解概念の要求をみたす均衡が複数存在し、それらがまったく異なる社会的選択をもたらす可能性が、排除されたわけではない。各経済主体が虚偽申告する状況をも、別の均衡状態として、同じメカニズムの下で同様に正当化されるかもしれないのである。我々は、複数均衡存在の中で正直な申告だけが必ず実現されるとする説得的な理由がもてない以上、さらに注意深くメカニズム設計をおこなう事によって困難を克服するより他にないのである。よって、各社会状態ごとに、あらかじめ最適と判断された社会的選択が、常に唯一の均衡配分として実現されるように、包括的なメカニズムを設計せよ、ということになる。誘導可能性問題は、この第二の論点である均衡配分の一意性に関心を集中するものである。

メカニズム・デザイン論の中軸となる前提は、経済主体サイドと経済計画者の間に情報の非対称性があることだが、これは、エイジェンシーや組織的決定のほとんどの局面において避けて通ることのできない制約条件であるため、応用経済学の多くの問題領域を包含することとなる。メカニズム・デザイン論は、通常、経済主体間で情報の偏在がある不完備情報のケースと、複数経済主体が同じ情報 (あるいは社会状態に関する正確な情報) をもつ完備情報のケース、とに分けて議論される。前述したように、不完備情報下では確かに誘因両立性が実質的制約となるが、経済主体が三人以上いる完備情報下では、誘因可能性は簡単なメカニズム設計によって解決できる些細な問題である。その一方、均衡配分の一意性は、完備不完備を問わず、一般に深刻な制約となる。実際、ゲーム理論全体のなかでも、均衡配分の一意性は、重要な位置付けを占める大問題である。Nash 均衡の複数存在は、非協力ゲーム分析の欠点として、古くから指摘されてきた。誘導可能性問題の検討は、このようなゲーム理論への批判に答える役割をなす。自由なメカニズム設計を許しているため割り引いて考える必要はあるものの、メカニズムの中で均衡が一意に決定されるプロセスが明示的に示される点は、高く評価されてしかるべきである。

一意性の実現のみに集中するため、数多くの研究が、完備情報のケースにターゲットをしばって、考察を進めてきた。完備情報下の分析で培われたアイデアの多くは、

若干の修正によって、不完備情報下にも適用できることがわかっている (Matsushima (1990, 1993), Jackson (1991), Abreu-Matsushima (1992c), Palfrey (1992) などを参照せよ)。このような事情により、本論文は、ことわりのない限り、完備情報下の誘導可能性問題に焦点をしばって解説する。

メカニズム・デザイン論は、まず最初に、Hurwicz (1972) によって数理的な分析枠組みが提示されたと言ってよい。その後しばらくは、完全競争市場メカニズムにかわる新しい財配分メカニズムを模索する、「大きな」経済における設計に関心が集中した。この時期の研究は、様々な分析上の不備や不適切さが露呈する結果となったため、今日あまり高くは評価されていないのが実情である。また、ワルラス均衡やリンダール均衡などの「効率的な」配分に関心が集中していたのが、次第に「衡平な」配分達成の方に、より本質的な問題があると考えようになっていった。そして、特定の経済環境に限定することをやめて、より一般的な無制約の環境から出発して、誘導可能性の一般理論を構築することが必須であると認識するに至った。

当初は、Maskin (1977) の定理に代表されるように、一般的な環境下での Nash 均衡による誘導可能性については、悲観的な見解が支配的であった。ほぼすべての社会的選択関数は、Nash 均衡によっては誘導可能とはならないとされたのである。その後、このような不可能性命題は非本質的な条件によって導かれていることが明らかとなり、Matsushima (1988), Moore-Repullo (1988), Palfrey-Srivastava (1991), Abreu-Sen (1991) などにより可能性命題が示され、一時期一筋の光が挿したかに思われた。しかしその同時期、今までに当該分野で使われてきたメカニズム・デザインのすべてはみな、いわゆる tail-chasing game と呼ばれる悪名高いゲームの設計案であり、Nash 均衡や非劣位戦略均衡の適用には例外なくふさわしくないことが指摘されはじめた。こうして、1990年代の初頭に誘導可能性問題が一端白紙に戻されると、メカニズムが均衡概念の示唆する合理的行動を考えるにふさわしいものか否かを問う、メカニズムの「適切さ」が、新たに要求項目のトップ・ランクに掲げられたのである。

以上のような歴史的変遷を踏まえた上で、本論文の第二の目的として、近年 Abreu-Matsushima (1992a) によって新たに考案された、いわゆる A-Mメカニズム・デザインを紹介する。A-Mメカニズム・デザインは、これまで誘導可能性問題において提示されたすべての論点に対して解決案を示すと同時に、提携による虚偽申告の排除可能性など新たな論点をも包含しており、ターニング・ポイントとなった設計案である。ここでは、数値例を使って、メカニズムの機能の仕方を、直観的なシナリオを使って説明する。論文発表当初は、メカニズムが複雑で理解しにくいという印象を過度に与えていたが、本論文によって、このようなわだかまりはある程度和らげられることだろう。

最後に、近年強い関心が寄せられている、契約の不完備性問題と呼ばれる研究領域が、実は誘導可能性問題と密接な繋がりを持っていることを説明する。契約の不完備

性問題では、経済計画者は存在せず、経済主体当事者自らが交渉を通じて、契約のメカニズム設計に合意する。当該問題の主要な目的のひとつは、対等な立場での取引決定よりも、あらかじめ決定権限を片方に集中させておく位階組織型決定の方が、次善の意味でより好ましいことを示して、市場取引に対する企業内取引の優位性を明らかにする点にある。この際、経済主体の限定合理性故に、契約の作成に高い費用がかかり、当事者間では周知の事実となっている情報をも契約条項に盛り込むことが不可能であることが仮定される。このような意味合いでの契約の不完備性は、上述のような位階組織としての企業の理論的基礎の構築においては、必要不可欠な前提条件となっている。もっとも、その一方で、当事者間で交わされる書簡やコミュニケーションの内容を、裁判所や第三者に立証することによって、取引内容の改善を位階組織型決定よりもさらに促進できる余地が依然として残されているかもしれない。このような推測が正しいか否かを分析するためには、誘導可能性問題と同様のメカニズム・デザイン論を検討するのが望ましい。しかし、誘導可能性問題との決定的な違いは、当事者全員の合意があればいつでも契約を解消して書き直すことができる点にある。このような再交渉の可能性を考慮すべく、誘導可能性問題そのものを修正する必要がある。本論文では、Matsushima (1995) を簡単に紹介して、今まで再交渉なしでは誘導不可能であった社会的選択関数までもが、誘導可能となることを説明する。

## 1. メカニズム・デザイン論の史的展開

### 1-1. 創世紀：効率性から衡平性へ

メカニズム・デザイン論は、Hurwicz (1972) によって創始されたといつてよい<sup>3</sup>。社会は  $n$  人の経済主体からなり、その外部に一人の経済計画者が存在している。社会は、コンテキストに応じて、組織、企業、クラブ、オークション市場など多様に解釈される。全経済主体は共通に、様々な社会状態  $\omega$  に直面する可能性がある。実現しうる  $\omega$  全体の集合を  $\Omega$  で記す。経済計画者は、各社会状態  $\omega$  ごとに、何らかの規範的判断に基づいて最適な社会的選択決定をしたいと考えている。社会的選択は  $a$  で記され、その可能な選択肢全体の集合を  $A$  で記す。経済計画者は、各  $\omega$  に対して最適な社会的選択  $f(\omega) \in A$  を実現させたいと考えている。関数  $f$  を社会的選択関数と呼ぶことにする<sup>4</sup>。重要な前提は、計画者が真の状態  $\omega$  を知らないため、直接計画者の裁量に委ねて  $f(\omega) \in A$  を実現させることができない点にある。その一方で、

<sup>3</sup>より以前の関連論文としては、Vickrey (1960, 1961) などがある。

<sup>4</sup>社会的選択関数は集合関数として定義されることがあるが、本論では、その詳細にはふれない。

当事者である経済主体は、社会的決定の前に真の状態  $\omega$  について熟知しているものとする。経済計画者は、メカニズムと呼ばれる決定手続きをあらかじめ適切に設計することによって、すべての社会状態における決定に共通に対処しようと試みる。メカニズムを通じて、各経済主体に何らかの意志表示を迫り、それを通じて真の  $\omega$  についての情報を汲み取ろうというわけである。

メカニズムは、 $G = (M, g)$ 、 $M = \times_{i \in N} M_i$ 、と定義される。各経済主体  $i$  は、メカニズム  $G$  を通じて、メッセージ  $m_i \in M_i$  を申告する。なお、 $M_i$  は経済主体  $i$  による可能なメッセージ全体の集合である。全経済主体の申告内容をあらわすベクトル  $m = (m_1, \dots, m_n) \in M$  に依存する形で、最終的な決定が決定関数  $g$  に従って  $g(m) \in A$  に確定する。問題は、経済主体が各社会状態ごとにどのようなメッセージを申告するか、である。我々は、これらの申告ベクトルが何らかの解概念によって記述されると考える。解概念は、各社会状態  $\omega$  に対して、申告ベクトルの部分集合  $M^*(\omega) \subset M$  を与える集合関数である。すなわち、各  $\omega$  の下で、 $M^*(\omega)$  の中のどれかのベクトルが実際に申告されると考えるのである。メカニズム・デザイン論では、メッセージの申告は各経済主体の私的利益に基づいてなされると考えるため、各社会状態  $\omega$  ごとに以下のような非協力ゲームが想定されることになる。各経済主体  $i$  は、状態  $\omega$  に応じて異なる効用関数  $u_i(\cdot, \omega)$  を社会的選択に関してもつ。メッセージ  $m_i$  を経済主体  $i$  の戦略とみなすことにより、ペア  $(G, \omega)$  を非協力ゲームと定義することができる。つまり、申告ベクトル  $m \in M$  に対して、 $g(m) \in A$  が実現し、経済主体  $i$  が利得  $u_i(g(m), \omega)$  を獲得すると考えるのである。こうして、あらかじめ定められた非協力ゲームの均衡概念を基にして、解概念の内容は、その非協力ゲームの均衡戦略ベクトル全体の集合として特定化されることとなる。たとえば、Nash 均衡概念を基にすれば、 $M^*(\omega)$  は非協力ゲーム  $(G, \omega)$  における Nash 均衡全体の集合ということになる。

我々は、以下のふたつの要求をみたすならば、社会的選択関数  $f$  はメカニズム  $G = (M, g)$  によって誘導可能であるという。すなわち、

誘因両立性：すべての  $\omega$  について、

$$f(\omega) = g(m^*)$$

をみたす申告ベクトル  $m^*$  が、 $M^*(\omega)$  の中に少なくともひとつは存在する。

一意性：すべての  $\omega$ 、および  $M^*(\omega)$  内のすべての申告ベクトル  $m^*$  について、

$$f(\omega) = g(m^*)$$

が成り立つ。

誘導可能性問題の目的は、上のふたつの条件をみたすようにメカニズムを設計せよ、

ということである。

一般に、状態  $\omega$  には、経済主体の選好のみならず、初期保有量や交渉能力など、様々なファクターが内包されると考えられる。しかし、完備情報下におけるメカニズム・デザイン論においては、社会状態の相違はそのまま経済主体の選好順序の相違に反映されると仮定される。すなわち、すべての異なる  $\omega \neq \omega'$  について、

$$u_i(\cdot, \omega) \neq u_i(\cdot, \omega')$$

をみたす経済主体  $i \in N$  が必ず存在することが仮定される。これは、非協力ゲームの均衡によって解概念を定義している以上、一般に必要な不可欠な条件とみなされる。しかし、第3節で紹介される契約の不完備性問題では、再交渉の可能性を通じて、選好状態の相違のみならず交渉能力の相違をも、社会的決定の手続きに反映させることができるため、上述の要求は必ずしも必要ではなくなる。

さて、Hurwicz (1972) 以降しばらくは、私的財や公共財の効率的配分達成をうながすメカニズムの設計問題に関心が集中された。そこでは、 $A$  は生産を含む実現可能な財配分全体の集合、 $u_i(\cdot, \omega)$  は各財配分量に関する単調関数と仮定された。Hurwicz は、教科書的な完全競争市場メカニズムが、経済主体がプライス・テイカーであること、裁定人が存在すること、公共財が存在しないことなど、様々な非現実的制約の下でしか機能を発揮しない点を強調した。完全競争市場メカニズムに代替的なメカニズムを新たに設計する事によって、より一般的な経済環境においても望ましい配分達成を追求すべきだと主張したのである。その際、経済主体がメカニズムによる決定プロセスにおいて適切な申告をするインセンティブをもつか否かが、強い制約となるはずであると考へた。まず、最も制約がきついとされる非劣位戦略 (undominated strategies) の一意性の下では、すべての経済主体をその初期保有状態から改善させるような (個人合理的な) 効率的配分はすべて誘導不可能であることが示された。そこで次に、より弱い要求である Nash 均衡の一意性の下で、より建設的な視点を模索することとなる。もっとも、自己の選好状態のみを申告するような単純なメカニズムに固執しては、非劣位戦略同様の悲観的な結果しか期待できない。よって、他の経済主体の選好についての情報をも含む社会状態全体を反映した申告を全経済主体にうながすように、Nash 均衡下でのインセンティブ・メカニズムを巧妙に設計する必要がでてきた。しばらくして、いくつかの肯定的な成果が現れることとなった。すなわち、若干の制約条件のもとで、ワルラス均衡、あるいはリンダール均衡といった効率的配分を誘導可能にするメカニズムの設計に成功したのである (Groves-Ledyard (1977), Hurwicz (1979a, 1986), Schmeidler (1980), Postlewaite (1985) などを参照せよ)。

しかしながら、これらの肯定的な成果と並行して、上述のような経済環境に Nash 均衡を適用することへの強い批判と反省がおきていたことは、ここで特筆すべきであろう。Nash 均衡においては、各経済主体が真の状態  $\omega$  について熟知している、すな

わち他の経済主体の選好状態をも熟知していることが、原則として仮定される。実際、設計されたメカニズムにおいては、このような完備情報に強く依拠した Nash 均衡 によって誘導可能性が導かれているのである。しかし、計画経済論争時代から繰り返し主張されてきた市場経済システムの最大のメリットは、たとえ情報が偏在していても、市場価格が私的情報を集計して充分統計量として機能する点にある。我々は、完全競争市場の代替案を模索する際に、偏在している私的情報がいかに公共の場で利用可能となるかという根本的な問いを素通りすべきでない。こうして、Nash 均衡分析の不適切さが露呈することとなり、代りに不完備情報を明示的に考慮した上でメカニズム・デザインを再度検討すべきだという意見が支配的となった<sup>5</sup>。そこで、Harsanyi (1967、1968) 考案による Bayesian-Nash 均衡による分析に関心が集中するようになっていく。Myerson (1979) 等による Bayesian game によるメカニズム・デザイン分析は、オークションなどの応用分野で成果をあげていくこととなった。その際には誘因両立性に主要な関心がそそがれたため、今日では一意性を中軸とする誘導可能性問題とは区別して論じられることが多い。

さらに重要な点としては、経済環境において、確かにワルラス均衡やリンダール均衡の誘導可能性にある程度目処はついたものの、その他の効率的かつ個人合理的配分については、どれもがみな誘導不可能であるという極めて悲観的帰結に終始したことがあげられる (Hurwicz (1979b), Postlewaite (1985) などを参照せよ)。よって、配分の効率性ではなく、公正性や衡平性に、より本質的な問題が隠されていることがわかってきた。

以上のような経緯を経て、多くの研究者は、経済環境のような特定の環境に限定して議論するのはやめて、一般的な環境設定から出発して、誘導可能性の一般理論を構築することが先決であると考えようになったのである。

## 1-2. 不可能性から可能性へ

一般的な環境で誘導可能性問題を考察するに際して、まず留意すべき点は、Arrow (1951) に端を発する社会的選択理論の一連の系譜との深い関連性である。Arrow (1951), Gibbard (1973), Satterthwaite (1975) といった当該分野の代表的研究において、社会的選択関数、ないしは社会厚生関数、は、単に最終的選択に関する規範的要請として解釈されるだけでなく、いかに全経済主体の選好を集計して最終的決定に導くかを示す手続きや仕組み (基本法、憲法、constitution) としても解釈された。そして、決定手続きや仕組みが何らかの合理的正当性をみたますべきであることが要求された。上述の論文では、手続き合理性の要求は社会的選択関数の形状に強い制約を

---

<sup>5</sup>Maskin (1985) を参照せよ。



与えることが、殊更に強調された。とりわけ、Gibbard-Satterthwaite は、決定手続きにおける戦略的側面を重視し、多くの社会的選択関数において、各経済主体が自己の選好状態を優位戦略として正しく表明するインセンティブを持ちえないことが主張された。

メカニズム・デザイン論の枠組みにおいては、規範的要請としての社会的選択関数と、実際に決定を導く憲法の仕組みとが、明確に区別される。後者はメカニズムとして表現され、Gibbard-Satterthwaite の指摘にならって、決定手続きにおいて非協力ゲームの何らかの均衡戦略がプレイされると考えるのである。こうして、社会的選択理論にてブラック・ボックスに閉じこめられていた憲法の制定問題は、メカニズムの設計問題として明示的に取り扱われるようになったのである。

もともと、このような社会的選択理論との関連性を過度に強調することは禁物である。大きな社会や国家の憲法の制定を上のような枠組みで考えようとするれば、前節での経済環境の分析と同様に、再び完備情報の仮定が情報の偏在性と衝突することになる。より小さな組織やクラブにおける集団的決定の手続きや仕組みを設計することこそ、より適切な応用対象が見出されることを、ここで再度繰り返しておきたい。

一般的な環境での分析においては、簡単化のために、 $\Omega$  や  $A$  が有限集合であると仮定されることが多い。また、 $A$  上のすべての（厳密な意味での）選好順序の組み合わせが何らかの社会状態において必ず実現すると想定して、包括的なメカニズム設計を目標とすることが多い。

我々はまず、優位戦略、あるいは非劣位戦略の一意性、による誘導可能性から出発する。しかし、Gibbard-Satterthwaite の不可能性定理からすぐに導かれる帰結として、どのようにメカニズムを駆使しても、独裁制以外の社会的選択関数の誘導可能性は望めないのである。よって、再び Nash 均衡分析に可能性を託することになる。既に述べたように、3人以上の社会において誘因両立性はまったく制約的でない要求である。例えば、各経済主体が、真の社会状態は何かについて申告するメカニズムを考えよう。そして、もし  $n-1$  人ないしは  $n$  人が同意見を述べた場合は、必ずその意見が真の状態とみなされると定めよう。この時、全員が正直に申告することが、常に Nash 均衡 のひとつとして、望ましい社会的選択を導いてくれるのである（一人のみ虚偽申告をしたところで、 $n-1$  人が依然として同意見であることにかわりはないので、最終的決定にはなんら影響を及ぼさない）。一方、丁度 2 人のケースでは、意見が衝突すると、どちらが多数意見なのか区別できなくなるため、問題がトリビアルでなくなる。以後、ことわりのない限り、もっぱら 3 人以上のケースに議論を限定する。

Maskin (1977) は、一意性を軸にして Nash 均衡による誘導可能性を論じた先駆的論文であり、後に不可能性命題として解釈されることになった重要な定理を示した。それは、もし社会的選択関数が誘導可能であるならば、必ず単調性条件と呼ばれる以下の性質がみたされなければならない、という内容である。つまり、

単調性： 任意の異なる  $\omega$  および  $\omega'$  について、  
 $u_i(f(\omega), \omega) > u_i(a, \omega)$  ならば  $u_i(f(\omega), \omega') > u_i(a, \omega')$   
 が、すべての  $i \in N$  およびすべての  $a \in A$  について成立する場合は、必ず、  
 $f(\omega') = f(\omega)$

が成り立つ。

経済環境下では、ワルラス均衡やリンダール均衡配分は確かに単調性をみたすが、その他の個人合理的かつ効率的な配分を意味する社会的選択関数のほとんどは単調性をみたさない。そして、一般的な環境下では、独裁制や一定値関数のような不適格なものを除いて、誘導可能な社会的選択関数はまったく存在しないのである (Dasgupta-Hammond-Maskin (1979), Roberts (1979), Saijo (1987) などを参照せよ)。Maskin はまた、若干の条件下において、単調性が誘導可能性にとって必要条件のみならず充分条件でもあると論じた。彼は、その証明の際に、誘導を可能にするメカニズムの一般的な設計方法を発案した。Maskin の設計案は、創世紀における経済環境の分析において提示された様々な設計案の、ある意味での一般形として理解された。そして、しばらくの間、模範的な設計方法として、当該分野の研究者の多くに受け入れられたのである<sup>6</sup>。しかし次第に、Maskin のメカニズムにかなり致命的な欠陥があることが、分野の内外を問わず指摘されるようになっていく。この点については、詳しく後述したい。

こうして、Maskin による不可能性命題に対抗できるような、肯定的な見解が示されることが早急の課題となってきた。1980年代後半になって、ようやく本格的な打開案が発表されはじめた。まず、Nash 均衡をより精緻化した概念に置き換えることによって、一意性の要求を弱めるやりかたが示された。Palfrey-Srivastava (1991) は非劣位 Nash 均衡を、Moore-Repullo (1988) は部分ゲーム完全均衡を、Nash 均衡の代りに解概念に据えることによって、極めて広範囲の社会的選択関数が、一変して、誘導可能になることを証明したのである。

また、同時期に、Matsushima (1988), および Abreu-Sen (1991) は、社会的選択関数をランダムな選択を認めるクラスにまで拡張し、ランダムな決定を盛り込んだメカニズム設計を考慮した上で、再度 Nash 均衡による誘導可能性問題を検討した。以前、Gibbard (1977, 1978) は既に、ランダムな社会的選択関数の誘導可能性問題を、非劣位 (優位) 戦略均衡において考察しており、独裁制に準ずるような容認しがたい社会的選択関数しか誘導可能でないことが示されていた。しかし、解概念を Nash 均衡に

<sup>6</sup>Maskin の定理の証明およびその拡張については、例えば Moulin (1983), Saijo (1988), Danilov (1992) などを参照せよ。

変更することによって、まったく正反対の、極めて肯定的な結果を得ることに成功したのである。すなわち、ほとんどすべてのランダムな社会的選択関数は必ず単調性をみたし、よって誘導可能性もみたすということである。さらには、ランダムでない、決定論的な、どのような社会的選択関数についても、それに限りなく近いランダムな社会的選択関数に近似させることによって、実質的にはその誘導を可能にすることが示されたのである。

こうして、当初悲観的見解が支配的であった誘導可能性問題は、一転して、肯定的見解を強く主張する研究が主流となり、メカニズム・デザイン論が実際に活用されるための土壌が出来上がったかにみえた。

### 1-3. 不適切なメカニズム設計案の弊害

ここで新たな問題点が深刻化してきた。上述の Matsushima, Moore-Repullo, Palfrey-Srivastava, Abreu-Sen といった一連の可能性命題の主役達は、共通して、Maskin の発案したメカニズム・デザインを踏襲していた。しかし、Maskin 流のメカニズム・デザインでは、Nash 均衡を使うにはふさわしくない、いわゆる tail-chasing game と呼ばれるタイプのゲームが、実質的には設計されてしまうのである。例えば、以下のような2人ゲームを考えよう。各プレイヤーは、0以上の整数を同時申告する。2人とも0を申告すると、共に利得1を獲得する。一人だけが0を申告すると、そのプレイヤーは1を得るが、相手は負の利得  $-1$  に甘んじる。もし二人共に0以外をアナウンスした場合は、より大きい整数を申告した方が高利得100を獲得し、相手は利得0となる。もし同じ整数を叫んだ場合は、仲良く利得50ずつを分けあう。このようなゲームは integer game と呼ばれているが、ここでは、共に0を申告することが唯一の Nash 均衡になっている。しかし、我々がより直観的にもっともらしいと予想するのは、むしろ二人共に大きい整数を叫びあう競争状態であろう。にもかかわらず、我々は、その競争状態を均衡状態として記述することができない。なぜならば、戦略集合に上限がないため、どんなに大きな整数を叫びあっても、常に相手よりもさらに大きい整数を叫ぶ余地が残っているので、無限のおいかけっこがきりもなく続いてしまうからである。このように tail-chasing におちいるゲームは、Nash 均衡を適用すべきでない例として、よく引き合いにだされるゲームである (Kreps (1989), Osborne-Rubinstein (1994) などを参照せよ)。tail-chasing を回避する手っ取り早い方法は、戦略集合に上限を設けることである。そうすれば、その上限をアナウンスする均衡が成立して、同時に均衡の一意性も容易に壊れてしまうことになる。実は、誘導可能性問題の創始以来、今まで設計されたメカニズムの多くは、上のようなトリックによって均衡の数を減らしていたのである。

また、modulo game、あるいはルーレット・ゲーム、と呼ばれるゲームも、今までの

メカニズム・デザイン論において、非常によく使われてきた。再び二人ゲームを考え、今度は0か1か2のどれかを申告するとしよう。integer game とは違って、もし二人共に0以外を申告した場合、申告した整数の和が奇数の時はプレイヤー1が、偶数の時はプレイヤー2が、利得100を獲得するとしよう。modulo game は、戦略集合に上限があるため integer game の時のような批判は逃れている反面、0申告均衡以外に、1と2を各々半々の確率でアナウンスする混合戦略も、Nash 均衡になってしまう。実は、今まで紹介してきた研究のすべてにおいては、純粋戦略均衡のみが考慮されて、混合戦略均衡は、たとえ存在したとしても無視されてきたのである。modulo game では、むしろ混合戦略均衡の方が、直観的にもっともらしい均衡である。多くの研究では、この直観的にもっともらしい均衡が、単に混合戦略であるという理由だけで、無思慮にも排除されてきたのである。

こうして、誘因可能性問題は、設計されたメカニズム自体にあまりにも説得力がないことを理由に、再び振り出しに戻されたのである<sup>7</sup>。

## 2. A-Mメカニズム・デザイン

### 2-1. メカニズムの有限性と反復非劣位戦略

我々は、追加的に以下のふたつの性質をメカニズムに盛り込むことができれば、今までのすべての問いに答えたことになる。すなわち、

有限性：      メッセージ集合  $M$  は有限である。

厳密な一意性：すべての  $\omega$  について、ゲーム  $(G, \omega)$  の Nash 均衡は、混合戦略均衡も含めて、ただ一つのみ存在する。

Abreu-Matsushima (1992a) は、これらすべての要求に答える新しいメカニズムの設計案を提示した<sup>8</sup>。以下、いわゆるA-Mメカニズム・デザインを、簡単な例と直観的なシナリオを使って解説することにしたい。

二人の社会において、 $\omega$  か  $\omega'$  のどちらかの社会状態が実現するものとする。社会的選択関数を

$$f(\omega) = a, \quad f(\omega') = a'$$

<sup>7</sup>Maskin メカニズムを明示的に批判した最初の論文は、Jackson (1992) である。

<sup>8</sup>その他の関連論文としては、Fang (1993), Jackson-Palfrey-Srivastava (1994), Sjostrom (1994) などがある。

とし、 $a$  と  $a'$  以外に、もうひとつ別の選択肢  $b$  が  $A$  の中にあるとする。さらに、

$$\begin{aligned} (u_1(a, \omega), u_2(a, \omega)) &= (u_1(a, \omega'), u_2(a, \omega')) = (4, 2), \\ (u_1(a', \omega), u_2(a', \omega)) &= (u_1(a', \omega'), u_2(a', \omega')) = (2, 4), \\ (u_1(b, \omega), u_2(b, \omega)) &= (u_1(b, \omega'), u_2(b, \omega')) = (0, 0) \end{aligned}$$

とする。

出発点として、次のような単純なメカニズムを考えよう。両経済主体は、 $\omega$  か  $\omega'$  を申告する。もし同意見ならば、その意見を真の社会状態とみなして決定がなされる。もし意見が食い違えば、二人にとって損な選択肢である  $b$  が選ばれる。このメカニズムでは、正直な申告が常に Nash 均衡となるため、誘因両立性はみたされている。しかし、二人共に同じ嘘をつく申告も別の Nash 均衡となるため、一意性はみたされていない。よって、このメカニズムを改良しないことには、誘導可能性は成立しえない。

次に、経済計画者は、手元に2種類の私的財  $\alpha$ 、 $\alpha'$  を持っていて、両経済主体共に、 $\omega$  の時は財  $\alpha$  を、 $\omega'$  の時は財  $\alpha'$  を、一単位当たり利得  $10/K$  だけ、他方の財より選好していることを知っているとしよう。経済計画者は、前述のメカニズムに付け加えて、各経済主体に対して、 $\omega$  を申告したら財  $\alpha$  を、 $\omega'$  を申告したら財  $\alpha'$  を、各々  $K$  単位ずつ与えることを約束したとしよう。この場合、正直に申告すれば必ず財獲得による利得増  $10$  が見込まれる一方、嘘をつけば、最終的決定の変更を通じて高々  $4$  の利得増が見込まれるにすぎない。よって、正直な申告は優位戦略、ないしは唯一の非劣位戦略、となり、同時に Nash 均衡による誘導可能性もみたされることになる。

上述の解決法は、しかし、私的財の大幅な譲渡を伴うため、明らかに不十分である。そこで、経済計画者が高々  $1$  単位だけ財の譲渡ができるにすぎないと制約した上で、次のような別の解決案を考えよう。まず、両経済主体に、最終的決定の  $K$  時間前に、 $\omega$  か  $\omega'$  かの申告をさせる。そして、残り  $K$  時間の間に、もし申告を変更したければ、 $1$  時間の間隔で変更が認められるとしよう。もし変更がなければ、最初の申告内容に従って、前述のメカニズムに照らして決定がなされ、同時に申告内容に対応する財  $1$  単位が二人に供給される。もしある経済主体が途中で変更を申し出たならば、まず財供給に関しては、最後に変更した申告内容に従ってなされるとする。そして、肝心の社会的選択決定に関しては、各々の申告ベクトルが、 $K$  時間のうち何時間その申告が維持されたかに比例して、確率的に、決定基準として採用されるとするのである。さらに、経済主体が頻繁に申告の変更をするのを阻止するため、二人のうち最後に変更した者に対して  $5/K$  のペナルティーを課すとする。

以上が、A-Mメカニズム・デザインの概要である。両経済主体は、お互いに劣位戦略をとるような非合理的な態度はとらないことを周知の事実 (common knowledge) として認識していることを前提としておこう。以下に示されるように、A-Mメカニズ

ムでは、非常に単純な合理的推論だけで Nash 均衡を一意的に導くことができるのである。

このメカニズムは、実質上、毎時間ごとに独立に、申告を計  $K$  回繰り返すメカニズムと捉えて差し支えない。まず、決定直前の  $K$  時間目では、必ず正直な申告をすることが容易に示される。正直な申告によって、財供給を通じて利得増  $10/K$  を得る一方、最終変更者に対するペナルティー  $5/K$  と最終的決定への影響を通じての最大期待利得減  $4/K$  とを足しても、正直な申告による損失額は高々  $9/K$  にしかならない。こうして、 $K$  時間目で正直に申告することが、両経済主体共に唯一の非劣位戦略として確定することになる。次に、 $K$  時間目にて二人は共に正直な申告をするため、今度は、 $K-1$  時間目で虚偽申告をする者が必ず最終変更者になると予想される。 $K-1$  時間目での虚偽申告者にとって、 $5/K$  のペナルティーは避けられないこととなるが、これは、最終的決定を通じての最大期待利得増  $4/K$  を上回っている。こうして、 $K-1$  時間目においても、正直な申告が唯一の非劣位戦略となるのである。以下同様にして、劣位戦略を繰り返し消去していくことによって、結局、すべての時間で正直に申告することが、唯一の反復非劣位戦略として、正当化されるにいたるのである。これは同時に、混合戦略均衡をも考慮した上での、Nash 均衡の厳密な一意性を意味する。また、 $A-M$  メカニズムは有限のメッセージ集合で構成されている。以上から、 $A-M$  メカニズム・デザインは、今まで論じられてきたすべての要請に答える設計案であるといえるのである。

我々は、メカニズム設計においてランダムな決定を認めている。また、各経済主体に個別に、 $5/K$  の利得減といった、ペナルティーを与えることができると仮定している。我々は、このペナルティーの額をいくらでも小さくとることができる。時間刻みでなく、分刻み、さらには秒刻みに頻繁な変更を許可することによって、 $K$  をいくらでも大きくする、すなわちペナルティーの額  $5/K$  をいくらでも小さくすることができるのである<sup>9</sup>。さらに、上述の例では、各経済主体が社会状態に応じて各々異なる私的財を選好することが仮定された。もっとも、これは、社会状態ごとに異なる選好順序が対応するとされる場合には不必要な仮定である。

上述の説明では、申告の変更がその場で即座に他の経済主体にも観察されうるか否かについては、特定化しないですませてきた。最終的決定直前になって初めて変更が公にされる場合は、事実上、 $K$  回の申告が一度になされる静学ゲームがプレイされるのと同じと考えてよい。一方、変更直後に即座に観察される場合は、実質的に多段階の動学ゲームをプレイしていると考えられる。実は、静学ゲームであるか動学ゲームであるかは、上述したメカニズムの機能の仕方にはほとんど影響を与えないのである。

---

<sup>9</sup>個別ペナルティーの存在は、我々の可能性定理の導出にとって必要不可欠である。Borgers (1991) を参照せよ。

もつとも、動学ゲームと解釈される場合は、劣位戦略の反復削除を部分ゲームにもあてはめることによって、同様の帰結に到達される。この場合、Nash 均衡の代わりに、部分ゲーム完全均衡の一意性が得られることになる。

Moore-Repullo (1988) や Moore (1992) などの近年の代表的論文の幾つかで、多段階ゲームによるメカニズム・デザインのメリットが過度に強調され過ぎているきらいがある<sup>10</sup>。Rosenthal (1981) の指摘するように、後方帰納法による部分ゲーム完全性の貫徹は、過度の合理性の乱用につながる恐れがあり、場合によっては、不完全な均衡の中によりもつともらしい均衡が潜んでいる可能性が排除しきれない。一方、静学ゲームと解釈するならば、Rosenthal の批判はもはやあてはまらない。

## 2-2. 一般可能性定理

前節の A-Mメカニズム・デザインを3人以上の社会に適用することによって、次のような一般可能性定理を得るに至った。

**定理 (Abreu-Matsushima (1992a)):** 3人以上からなる社会において、個別に課することのできるペナルティーの額がどんなに小さな値に制約されていても、すべての社会的選択関数は、反復非劣位戦略と有限メカニズムの設計によって、誘導可能性を、Matsushima (1988), Abreu-Sen (1991) の意味で近似的に、みたしうる。この時、Nash 均衡ないしは反復非劣位戦略均衡は、混合戦略均衡を考慮した上で、厳密な一意性をみたく<sup>11</sup>。

また、Abreu-Matsushima (1994) では、やはり有限メカニズムを使って、弱い意味での劣位戦略を反復消去することによって、消去の順番に無関係に、すべての社会的選択関数は、近似でなく厳密に、誘導可能であることを証明した<sup>12</sup>。

反復非劣位戦略の一意性という強力な性質は、次のような願ってもない副産物を生み出してくれる。一般に、3人以上の社会においては、幾人かの経済主体が提携を結んで、有利な虚偽申告を共謀しようとする可能性がある。しかし、反復非劣位戦略の一意性の下では、どのような提携による逸脱計画に対しても、提携の内部にこの計画

---

<sup>10</sup> A-Mメカニズムを動学ゲームとして解釈する議論については、Glazer-Perry (1992) を参照せよ。また、Moore-Repullo (1988), Herrero-Srivastava (1988) も参照されたい。

<sup>11</sup> 反復非劣位戦略の一意性は、Pearce (1984) および Bernheim (1984) によって定義された合理化可能戦略 (rationalizable strategies) の一意性と同値である。よって、この定理は、合理化可能戦略による誘導可能性をも意味する。

<sup>12</sup> 関連する先行論文として、Moulin の一連の研究 (1979, 1980, 1981) がある。

を裏切ることによってさらに利益をあげることをできる経済主体が必ず存在することが、常に保証されるのである。申告内容や最終的選択決定に依存する契約を追加的にかかわることが法的に規制されている限りにおいて、必ずやどの提携も内部崩壊の運命をたどるのである。A-Mメカニズムにおいては、個人のみならず提携による逸脱行為の可能性をも排除されているのである。

さて、今までの議論の範囲内では文句のつけようのなかったA-Mメカニズムに更なる不足があるとすれば、それはなんであろうか。

Glazer-Rosenthal (1992) は、Abreu-Matsushima (1992a) に対する批判的コメントとして、次のような新たな要求を提示した。わずかな額のペナルティーしか利用できない場合、つまりKが大きい場合は、非劣位戦略の反復排除の回数も多くなりほぼK回に達する。経済主体は、K回も反復して合理的計算をすることを強られるが、このような厳格な計算をするよりは、むしろ合理的態度を放棄して、より単純な行動規範を適用することで対処しようとするかもしれない。現実の経済主体は、少額の損失を無視する程度の非合理性は許容していて、全員一致で Nash 均衡以外の点をフォーカル・ポイントと判断することも大いに考えられるのである<sup>13</sup>。

Glazer-Rosenthal の指摘は、メカニズム・デザイン論で提案された設計を現実に適用する場合には、私的利得最大化一辺倒ではなく、限定合理性下の行動原理との無矛盾性をも、十二分に考慮されなければならないことを示唆している。Abreu-Matsushima による一般可能性定理は、合理的推論の貫徹のみに支えられている故に、限定合理的な現実判断との乖離が生じかねない、というわけである<sup>14</sup>。

Glazer-Rosenthal が例にとったのは、計画者であるプリンシパルが、エイジェントにとってパレート劣位な選択を達成させようとするケースである。この時、パレート優位な別の配分が、非常にわずかな個別ペナルティーのために Nash 均衡配分になっていないと仮定される。しかし、エイジェントが、その非常にわずかな個別ペナルティーを無視して、Nash 均衡配分ではないがパレート優位な配分の方に合意することは、それ程想像に難くはないだろう。

もっとも、彼らの批判に忠実に反論するならば、我々が主に念頭に置いている、経済計画者が経済主体にとってもパレート最適な配分を達成させようとするケースは、その批判の対象外であるということになる。意思決定の判断基準がパレート最適性と Nash 均衡以外には明確にされていない以上、どの非合理的行動がフォーカル・ポイントとなりうるかという核心部分に、なかなか迫れないというのが現状である。限定合理性の理論的基礎を整備することは、メカニズム・デザイン論固有の問題でなく、

---

<sup>13</sup>フォーカル・ポイントについては、Schelling (1960) を参照せよ。

<sup>14</sup>Sefton-Yavas (1995) では、A-Mメカニズムの実験が試みられている。



むしろゲーム理論全体が答えるべき未解決問題である<sup>15</sup>。

### 3. 不完備契約のデザイン

前節までの誘導可能性問題では、もっぱら中立的な経済計画者がメカニズムを設計する状況を考えてきた。本節では、経済主体自らが、交渉を通じてメカニズム設計に合意する状況を考える。経済主体が長期的視野に立って契約をかわす際、将来における多様な社会状態の可能性に備えて、あらかじめメカニズムの適切な設計を企てることは、想像に難くないだろう。Coase (1937) にはじまり、Williamson (1975, 1981), Grossman-Hart (1986) へと連なる基礎研究の流れの中で、経済主体は、すべての契約事項を契約書に盛り込むには費用がかかりすぎるため、不完備にしか契約書を明文化できないことが仮定されるに至った。そして、社会状態が明確になった時点で事後的に交渉を通じて合意を取り付けるか、あるいは、あらかじめ片方の経済主体に決定権限を一任しておくか、どちらかの契約形態しか認められないと仮定されたのである。こうして、後者のような位階制組織的決定の手続きを企業内取引として区分することにより、市場取引に対する企業内取引の優位性を説明する試みがなされたのである。しかしその反面、上述した契約書作成費用の所在に関しては、単に便宜的に仮定されただけであり、一向に明示的にされないまま、研究が進められていった<sup>16</sup>。

不完備契約に関するほとんどの研究では、経済主体の間で社会状態について完備情報が成立していることが仮定される。大事な点は、経済主体当事者が、社会状態を外部の者、つまり裁判所、に対して立証できないことが仮定されていることである。そのため、社会状態についての当事者共通の知識をそのまま契約書に盛り込む事ができなくなり、必然的に契約は不完備なものにならざるをえないのである。実際問題として、契約の履行を保証する立場である裁判所は、経済主体の効用関数から社会状態の可能性集合に至るまで、なんら先験的な知識を持ちあわせていないのが普通である。

---

<sup>15</sup>A-Mメカニズムでは、純粋戦略に対する劣位戦略のみが反復削除されることによって、一意性が導かれている。純粋戦略に対する劣位性だけで一意性が成立している場合には、導かれた戦略ベクトルは、広範囲の進化的動学過程に対して常に唯一の漸近的安定点になることがわかっている (Kandori (1995) を参照せよ)。この性質は、我々の議論が、必ずしも合理性の徹底した追求の上のみ成立しているのではないことを示唆している。また、Glazer-Rosenthal (1992) による批判を受けて、Abreu-Matsushima (1992b) は、K回の計算は、単に同じ作業の繰り返しに過ぎないので、必ずしも強い合理性の適用を意味しないのではないかと反論している。

<sup>16</sup>企業の理論の契約論的基礎に関する展望論文としては、Hart-Holmstrom (1987), Holmstrom-Tirole (1989), Hart (1995) などがある。

ただし、裁判所が、最終的決定事項が何であるか、そしてそれが契約書通りに実行されたか、を理解できることは、最小限仮定される必要がある。

問われるべきは、このような立証不可能性が根本的な原因となって、上述のような素朴な次善的な不完備契約形態が導きだされたといえるかどうか、である。実は、この問題は、前節までの誘導可能性問題と同じ問題形式になっている。契約の手続きの際には、様々な書簡やメッセージの交換がなされるはずであろう。これらが裁判所に立証可能な形で保持されるならば、それらの書簡やメッセージに依存させたより複雑巧妙な契約を書くことで取引の改善が計られてしかるべきである。

こうして、純粹理論的な問いとして、不完備契約のデザインを試みる必要性がでてきた。誘導可能性問題との類似性に対しては、近年の Hart-Moore (1988) による指摘以来、強い関心が寄せられている。しかし、不完備契約のデザインが、誘導可能性問題とまったく同じ問題に帰着されるわけではない。本質的な相違は、契約設計が当事者の裁量に委ねられているため、社会状態が確定した時点で、事後的に再交渉して、契約を破棄して書き直すことができる点にある。再交渉の可能性のおかげで、事後的な配分の効率性に関しては容易に達成できることとなる。しかし、配分の衡平性に関しては、事後的な交渉能力の差に影響されて、その実現が困難になる場合があるかもしれない。また、同じく事後的な交渉能力の差に最終的決定が振り回されることによって、各経済主体が事前に個別投資活動を過少に控える傾向をもたらし可能性も考えられる。したがって、再交渉が災いして、可能性定理の威力が半減することが大いに予想されるのである。また、契約の不完備性問題に関する研究の多くは、主に二人の経済主体間の契約に議論を限定している。経済財の取引は売り手と買い手の二人でなされるものであり、内情をよく知っている第三者が介在すると、提携による逸脱行為の可能性が生じて、問題が余計に複雑化すると考えたのである。

Anderlini-Felli (1994) や Segal (1995) は、二人ケースで、多様なメッセージの交換を考慮した上で、メッセージをあまり伴わない契約が最適となりうることを内生的に説明した。また、Maskin-Moore (1986) は、3人以上のケースをも考慮した、一般的な再交渉付き誘導可能性問題を検討して、Nash 均衡による特定化命題を示している<sup>17</sup>。

Matsushima (1995) は、不完備契約の理論的基礎に疑問を投げかける論文である。紙面の都合上詳細には触れられないが、3人以上のケースでは、若干の交渉能力についての制約を課するだけで、多くの社会的選択関数は、反復非劣位戦略によって誘導可能であることが示された。また、提携による逸脱行為の可能性も、第2節での説明と同様にして排除できる。したがって、二人のケースも、第3者の追加的介在によ

---

<sup>17</sup>その他の関連論文としては、Aghion-Dewatripont-Rey (1990), Rubinstein-Wolinsky (1992) などがある。

て、誘導可能性が解決されることとなる。また、最終的な選択決定が常にパレート最適であるため、Glazer-Rosenthal (1992) の指摘した批判をも免れている。

再交渉の可能性は、むしろ誘導可能性の範囲を広げる。つまり、社会状態の相違が選好順序の相違に反映されない環境においても、誘導可能性を実現させる効果をもたらすのである。社会状態の相違が、選好ないしは交渉能力のどちらかの相違を意味しさえすれば、すべての効率的な社会的選択関数は、近似的に誘導可能であることが証明されるのである。この際、最終的決定は、場合によっては、事後的な再交渉に全面的に委ねられることがおこりうる。均衡上で、メカニズムには明記されない配分が再交渉を通じて実際に達成されるという意味において、誘導可能性そのものが多分に契約の不完備性に助けられて成立しうるものであると考えられるのである。

契約の不完備性の理論的基礎は、未だ未成熟な段階にある。また、限定合理性を前提として出発している点において、従来の誘導可能性問題とは対照的なアプローチであり、そして共に補完的關係をなすものと理解されるべきであろう。今後しばらく、メカニズム・デザイン論は、不完備契約の理論的基礎と歩調をあわせて進展されるだろうが、その際には限定合理性に関する更なる理解の深まりが必須である。

#### 参考文献

Abreu, D. and H. Matsushima (1992a): "Virtual Implementation in Iteratively Undominated Strategies: Complete Information," *Econometrica* 60, 993-1008.

Abreu, D. and H. Matsushima (1992b): "Response to Glazer and Rosenthal," *Econometrica* 60, 1439-1442.

Abreu, D. and H. Matsushima (1992c): "Virtual Implementation in Iteratively Undominated Strategies: Incomplete Information," mimeo.

Abreu, D. and H. Matsushima (1994): "Exact Implementation," *Journal of Economic Theory* 64, 1-19.

Abreu, D. and A. Sen (1991): "Virtual Implementation in Nash Equilibrium," *Econometrica* 59, 997-1021.

Aghion, P., M. Dewatripont, and P. Rey (1990): "Renegotiation Design with Unverifiable Information," *Econometrica* 62, 257-282.

Anderlini, L. and L. Felli (1994): "Incomplete Written Contracts: Undescribable States of Nature," *Quarterly Journal of Economics* 109, 1085-1124.

Arrow, K. (1951) : *Social Choice and Individual Values*. New York: John Wiley.

Bernheim, D. (1984): "Rationalizable Strategic Behavior," *Econometrica* 52,

1007-1028.

- Borgers, T. (1991): "A Note on Implementation and Strong Dominance," mimeo.
- Coase, R. (1937): "The Nature of the Firm," *Economica* 4, 386-405.
- Danilov, V. (1992): "Implementation via Nash Equilibria," *Econometrica* 60, 43-56.
- Dasgupta, P., P. Hammond, and E. Maskin (1979): "The Implementation of Social Choice Rules: Some General Results on Incentive Compatibility," *Review of Economic Studies* 46, 185-216.
- Fang, J. (1993): "Approximate Implementation in Dominant Strategies," mimeo.
- Fudenberg, D. and J. Tirole (1993): *Game Theory*. MIT Press.
- Gibbard, A. (1973): "Manipulation of Voting Schemes: A General Result," *Econometrica* 41, 587-602.
- Gibbard, A. (1977): "Manipulation of Schemes that Mix Voting with Chance," *Econometrica* 41, 587-602.
- Gibbard, A. (1978): "Straightforwardness of Game Forms with Lotteries as Outcomes," *Econometrica* 46, 595-614.
- Gibbons, R. (1992): *Game Theory for Applied Economists*, Princeton University Press.
- Glazer, J. and M. Perry (1992): "Virtual Implementation in Backwards Induction: A Note on Abreu and Matsushima Mechanism," mimeo.
- Glazer, J. and R. Rosenthal (1992): "A Note on Abreu-Matsushima Mechanisms," *Econometrica* 60, 1435-1438.
- Green, J. and J. Laffont (1979): *Incentive in Public Decision Making*. Amsterdam: North-Holland.
- Grossman, S. and O. Hart (1986): "The Costs and Benefits of Ownerships: A Theory of Vertical and Lateral Integration," *Journal of Political Economy* 94, 691-719.
- Groves, T. and J. Ledyard (1977): "Optimal Allocation of Public Goods: A Solution to the Free Rider Problem," *Econometrica* 45, 783-810.
- Harsanyi, J. (1967-8): "Games with Incomplete Information Played by 'Bayesian' Players," *Management Science* 14, 159-182, 320-334, 486-502.
- Hart, O. (1995): *Firms, Contracts, and Financial Structure*. Oxford University Press.
- Hart, O. and B. Holmstrom (1987): "The Theory of Contracts," in *Advances in Economic Theory: Invited Papers for the Fifth World Congress of the Econometric Society*, ed. by T. Bewley. Cambridge: Cambridge University Press.

Hart, O. and J. Moore (1988): "Incomplete Contracts and Renegotiation," *Econometrica* 56, 755-786.

Herrero, M. and S. Srivastava (1992): "Implementation via Backward Induction," *Journal of Economic Theory* 56, 70-88.

Holmstrom, B. and J. Tirole (1989): "The Theory of the Firm," in *Handbook of Industrial Organization*, ed. by R. Schmalensee and R. Willig. Amsterdam: North-Holland.

Hurwicz, L. (1972): "On Informationally Decentralized Systems," in *Decision and Organization*, ed. by R. Radner and C. McGuire. Amsterdam: North Holland.

Hurwicz, L. (1979a): "On Allocations Attainable through Nash Equilibria," *Journal of Economic Theory* 21, 140-165.

Hurwicz, L. (1979b): "Outcome Functions Yielding Walrasian and Lindahl Allocations at Nash Equilibrium Points," *Review of Economic Studies* 46, 217-225.

Hurwicz, L. (1986): "Incentive Aspects of Decentralization," in *Handbook of Mathematical Economics*, ed. by K. Arrow and M. Intriligator. Amsterdam: North-Holland.

Jackson, M. (1991): "Bayesian Implementation," *Econometrica* 59, 461-477.

Jackson, M. (1992): "Implementation in Undominated Strategies: A Look at Bounded Mechanisms," *Review of Economic Studies* 59, 757-775.

Jackson, M., T. Palfrey, and S. Srivastava (1994): "Undominated Nash Implementation in Bounded Mechanisms," *Games and Economic Behavior* 61, 474-501.

Kandori, M. (1995): "Evolutionary Game Theory in Economics," invited papers for the Seventh World Congress of the Econometric Society.

Kreps, D. (1990): *Game Theory and Economic Modelling*. Oxford University Press.

Laffont, J.-J. and E. Maskin (1982): "The Theory of Incentives: An Overview," in *Advances in Economic Theory: Invited Papers for the Fourth World Congress of the Econometric Society*, ed. by W. Hildenbrand, Cambridge: Cambridge University Press.

Maskin, E. (1977): "Nash Equilibrium and Welfare Optimality," mimeo.

Maskin, E. (1985): "The Theory of Implementation in Nash Equilibrium," in *Social Goal and Social Organization*, ed. by L. Hurwicz, D. Schmeidler, and H. Sonnenschein. Cambridge: Cambridge University Press.

Maskin, E. and J. Moore (1986): "Implementation and Renegotiation," mimeo.

- Matsushima, H. (1988): "A New Approach to the Implementation Problem," *Journal of Economic Theory* 45, 128-144.
- Matsushima, H. (1990): "Characterization of Full Bayesian Implementation," mimeo.
- Matsushima, H. (1993): "Bayesian Monotonicity with Side Payments," *Journal of Economic Theory* 59, 107-121.
- Matsushima, H. (1995): "Incomplete Contract Design," mimeo.
- Moore, J. (1992): "Implementation, Contracts and Renegotiation in Environments with Complete Information," in *Advances in Economic Theory: Proceedings of the Sixth World Congress of the Econometric Society*, ed. by J.-J. Laffont. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moore, J. and R. Repullo (1988): "Subgame Perfect Implementation," *Econometrica* 56, 1191-1220.
- Moulin, H. (1979): "Dominance-Solvable Voting Schemes," *Econometrica* 47, 1337-1351.
- Moulin, H. (1980): "Implementing Efficient, Anonymous and Neutral Social Choice Functions," *Journal of Mathematical Economics* 7, 249-269.
- Moulin, H. (1981): "Implementing Just and Efficient Decision-Making," *Journal of Public Economics* 16, 193-213.
- Moulin, H. (1983): *The Strategy of Social Choice*. New York: North Holland.
- Myerson, R. (1979): "Incentive Compatibility and the Bargaining Problem," *Econometrica* 47, 61-73.
- Myerson, R. (1991): *Game Theory*. Harvard University Press.
- Osborne, M. and A. Rubinstein (1994): *A Course in Game Theory*. MIT Press.
- Palfrey, T. (1992): "Implementation in Bayesian Equilibrium: The Multiple Equilibrium Problem in Mechanism Design," in *Advances in Economic Theory: Sixth World Congress*, ed. by J.-J. Laffont. Cambridge: Cambridge University Press.
- Palfrey, T. and S. Srivastava (1991): "Nash Implementation Using Undominated Strategies," *Econometrica* 59, 479-501.
- Pearce, D. (1984): "Rationalizable Strategic Behavior and the Problem of Perfection," *Econometrica* 52, 1029-1050.
- Postlewaite, A. (1985): "Implementation via Nash Equilibria in Economic Environments," in *Social Goal and Social Organization*, ed. by L. Hurwicz, D. Schmeidler, and H. Sonnenschein. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roberts, K. (1979): "The Characterization of Implementable Choice Rules,"

in *Aggregation and Revelation of Preferences*, ed. by J.-J. Laffont. Amsterdam: North-Holland.

Rosenthal, R. (1981): "Games of Perfect Information, Predatory Pricing, and the Chain-Store Paradox," *Journal of Economic Theory* 25, 92-100.

Rubinstein, A. and A. Wolinsky (1992): "Renegotiation-Proof Implementation and Time Preferences," *American Economic Review* 82, 600-614.

Saijo, T. (1987): "On Constant Maskin Monotonic Social Choice Functions," *Journal of Economic Theory* 42, 382-386.

Saijo, T. (1988): "Strategy Space Reductions in Maskin's Theorem: Sufficient Conditions for Nash Implementation," *Econometrica* 56, 693-700.

Satterthwaite, M. (1975): "Strategy-Proofness and Arrow's Conditions: Existence and Correspondence Theorems for Voting Procedures and Social Choice Functions," *Journal of Economic Theory* 10, 187-217.

Sefton, M. and A. Yavas (1995): "Abreu-Matsushima Mechanisms: Experimental Evidence, mimeo.

Segal, I. (1995): "Complexity and Renegotiation: A Foundation for Incomplete Contracts," mimeo.

Schelling, T. (1960): *The Strategy of Conflict*. Cambridge: Harvard University Press.

Schmeidler, D. (1980): "Walrasian Analysis via Strategic Outcome Functions," *Econometrica* 48, 1585-1594.

Sjostrom, T. (1994): "Implementation in Undominated Nash Equilibrium without Integer Games," *Games and Economic Behavior* 6, 502-511.

Vickrey, W. (1960): "Utility, Strategy and Social Decision Rules," *Quarterly Journal of Economics* 75, 507-535.

Vickrey, W. (1961): "Counterspeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders," *Journal of Finance* 16, 8-37.

Williamson, O. (1975): *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*. Amsterdam: North-Holland.

Williamson, O. (1981): *The Economic Institutions of Capitalism*. Free Press.

Yamato, T. (1993): "Double Implementation in Nash and Undominated Nash Equilibria," *Journal of Economic Theory* 59, 311-323.