

博士論文審査報告

題目： 学習過程と選好進化について

論文提出者： 山森哲雄

本論文では Best-reply dynamics と Better-reply dynamics という二つの学習過程に加え、プレイヤーの戦略だけでなく選好が時間とともに変化する選好進化過程について研究している。これら三種類の動学過程では、近視眼的な複数のプレイヤーが繰り返し特定のゲームに直面する状況を考えている。また、プレイヤーは每期戦略を変更することはできないが、ある一定の確率で変更することができると仮定する。プレイヤーが戦略を変更する際、Best-reply dynamics では今期の戦略プロファイルに対して最適反応を選択する。一方、Better-reply dynamics では(最適とは限らないが)現在よりも望ましい行動を選択する。これら二つの学習過程とは異なり、選好進化過程ではゲームの利得はプレイヤーの選好ではなく適応度を表し、プレイヤーは適応度と一致する選好を必ずしも持つわけではないと想定される。本論文で扱う選好進化過程においては、まず Best-reply dynamics と同様に、戦略を変更するプレイヤーは今期の戦略プロファイルに対して(選好の意味で)最適反応を選択する。次に、新たな戦略プロファイルによって実現した各プレイヤーの適応度に応じて選好の分布が変化する。

本論文の第 2 章と第 3 章では Best-reply dynamics と Better-reply dynamics の大域的収束性、すなわち、戦略プロファイルの列が任意の初期条件からナッシュ均衡に収束するという性質について分析している。一般的なゲームにおいて Best-reply dynamics と Better-reply dynamics が大域的にナッシュ均衡へ収束するとは限らない。また、Best-reply dynamics が大域的収束性を満たせば Better-reply dynamics も同様の性質を満たすが、逆は真でないことに注意する。

第 2 章は Best-reply dynamics がナッシュ均衡に収束する十分条件として「純粋ナッシュ均衡特性(PNEP)」を提示している。ここで、あるゲームが PNEP を満たすとは、各プレイヤーの戦略集合をその任意の部分集合に制限して構築されたゲームにおいて、純粋戦略ナッシュ均衡が存在することをいう。本論文では PNEP を備えたどんな有限 2 人ゲームにおいても Best-reply dynamics が大域的にナッシュ均衡に収束することを証明した。

第 3 章は Best-reply dynamics と Better-reply dynamics がナッシュ均衡に収束する十分条件として準スーパーモジュラーゲームに注目している。ここで、準スーパーモジュラーゲームとは戦略的補完性をみだす状況を一般的に定義したゲームであり、クールノーの複占モデル、製品差別化財のベルトラン寡占競争モデル、ダイヤモンドのサーチモデルなど経済学的に重要とされる様々なモデルを含んでいる。本論文では次の二つの結果を証明した。(1) 準スーパーモジュラーゲームにおいて Better-reply dynamics は大域的にナッシュ均衡へ収束する。また(2) プレイヤーの戦略集合が全順序であるなら、準スーパーモジュラーゲームにおいて Best-reply

dynamics は大域的にナッシュ均衡へ収束する。上記(1)の結果は戦略集合の全順序性を仮定していない。したがって、例えば企業間競争において各企業が製品の価格と性能など二つ以上の次元で競争するモデルを含んでいる。

第4章では選好進化過程による均衡選択の問題を分析している。既存の選好進化過程に関する研究では、選好がコミットメントとして機能するか否かに焦点が当てられてきた。適応度の最大化を目的としない選好であっても、それがコミットメントとして機能する場合には結果的に適応度を最大化する可能性があるものの、他者の選好が観察できないなどの理由で選好がコミットメントとして機能しない場合には、適応度から乖離した選好が当該ゲームの帰結に影響を与えることはないと考えられていた。本論文では二つのナッシュ均衡を持つ調整ゲームに焦点をあて、選好がコミットメントとして機能しなくとも、均衡選択プロセスを通して当該ゲームの帰結に影響を与えることを証明した。

これらの考察のうち、第2章は高橋悟氏との共同研究、第3章は高橋氏およびKukushkin氏との共同研究である。その研究課程をつぶさに見てきた立場から、2章に関しては、両者の貢献が同等のものであるとみなすことができる。3章は高橋氏との同等の貢献によって論文を執筆し、学術誌に投稿したところ似たような研究をしていたKukushkin氏との共同研究とするようEditorに指示されたため、3人による共著となったという経緯がある。また、その質の高さによって、第2章はEconomics Bulletin, 第3章はInternational Journal of Game Theory, 第4章はJapanese Economic Reviewに掲載ないし掲載予定となっている。

以上の点に鑑み、本論文は博士号を授与するに十分な水準に達していると審査委員の全会一致で判断した。

審査委員

主査 松井彰彦
副査 神谷和也
佐々木弾
松島斉
松村敏弘