松 山 大 学 論 集
第 25 巻 第 5 号 抜 刷
2 0 1 3 年 12 月 発 行

# ビール-キッシュ・ゲームの一般化とその応用⑵：ウォッカ-ビール・ゲーム

松 本 直 樹

# ビール-キッシュ・ゲームの一般化とその応用(2)：ウォッカ-ビール・ゲーム

松　本　直　樹

## 序

ビール-キッシュ・ゲームとして知られるシグナリング・ゲームでは，不完備情報の下，先行プレイヤーがそのタイプの如何に依らず，好みの飲食よりもむしろ後続プレイヤーとの決闘を回避することを重視するという想定を暗黙裡においている。そこで前稿ではこのビール-キッシュ・ゲームを，特に先行プレイヤーにとっての好みの飲食と決闘回避との相対的な重要度の兼ね合いから，幾つかの数値例にケース分けし，各々のケースにおいて導出される完全ベイズ均衡とその精緻化を考察した。

明らかにされた点は以下のようになる。強いタイプの先行プレイヤーが好きな物（ビール）の飲食を重視するとき，弱いタイプの好きな物（キッシュ）の飲食と決闘回避との重要度の大小に拘らず，そのケースでは単一均衡となる。逆に強いタイプのプレイヤーが決闘回避の方を重視するとき，やはり弱いタイプの選好の相対的度合いに拘らず，そこでは複数均衡となる。

他方で弱いタイプが好きな物（キッシュ）の飲食を重視するとき，強いタイプの選好の程度次第で複数均衡もありえるものの，少なくとも導出される均衡の中に両ケース間で共通する同一の分離均衡が含まれる。もしそこで均衡の精緻化が図られるのであれば複数均衡における一括均衡の方は排除され，同一の分離均衡のみが意味のある均衡として残る。逆に弱いタイプが決闘回避を重視するときは，強いタイプの選好次第で複数均衡もありえるものの，少なくとも

導出される均衡の中に両ケース間でやはり共通する同一の一括均衡が含まれる。もし均衡の精緻化を経るのであれば複数均衡における両ケース間で異なる方の一括均衡は排除され，同一の一括均衡のみが残る。

結果的にビール-キッシュ・ゲームを先行プレイヤーの選好を非対称に扱う等のより現実的な修正をモデルに施しても，オリジナルなケースと，事実上，同等な結果，つまり先行プレイヤーの両タイプ共ビールを飲むという一括戦略による一括均衡しか得ることができないことが確認されたことになる。つまりこのモデルにおける現実的な修正は労多くして益の少ない試みにしかならないのである。いずれにしても，これらにおいて成立する一括均衡の下では私的情報が後続プレイヤー，ひいては社会を構成する第三者にはまったく伝わらないことになり，自らの属性を首尾よく隠蔽（ミスリード）している側（弱いタイプ）のメリットがそこでは際立つ結果となっている。

本稿では以上の点を今一度簡単に確認した上で，前稿の結論を踏まえ，この種の一括均衡に替えて分離均衡が成立するためにはどのような工夫がなされうるのかを再度，別の観点から議論する。強いタイプは弱いタイプによる偽装行動によって，後続プレイヤーから自らのタイプを誤解され，不利益を生じることにはなっていないが，その代わり少なくとも後続プレイヤーの目からは区別がつかず，その結果，弱いタイプが強いタイプと見なされるという一方的な恩恵に浴することをみすみす放置している。[1] もし強いタイプがこの種の一括戦略による他タイプとの同一視を甘受できず，そこにおいて自らを他と明確に区分けし，分離均衡を成立させるため，そのタイプには決して真似のできないシグナルを発するとすれば，ゲームの構造は均衡にどう影響を及ぼすであろうか。つまり強いタイプが弱いタイプであれば決して担えない程のシグナリング・コストを積極的に負うのであれば，弱いタイプの偽装インセンティブは減じられ，結果，その試みを断念させることができるかもしれない。以上を基本的に前稿と同様のフレームワークにおいて確認する。

## 1．ビール-キッシュ・ゲーム（基本ケース）

シグナリング・ゲームの１つとして Cho and Kreps (1987) によるビール-キッシュ・ゲームが知られている[2]。このゲームとそこでの均衡の特徴をベンチマークとして踏まえながら，この後，想定を大幅に修正し，ウォッカ-ビール・ゲームへ繋げるための足掛かりとする。

基本的にはこのケースの想定はこうである。まずビール-キッシュ・ゲームプレイヤー A には，決闘に際しての強弱の２タイプがある。事前確率はそれぞれ 0.9 と 0.1 であり，A が強いタイプである可能性がずっと高い状況を考える。また，発するシグナルには朝食にビールを飲むこととキッシュを食べることの２通りがある。他方，プレイヤー B には取るべき行動として“決闘する”と“決闘しない”がある。強いタイプは辛党でビールを好み，弱いタイプは甘党でキッシュを好む。他方，B は強い A との決闘を避けようとし，弱い A との決闘を望んでいる。

より具体的には，ここで A は利得ゼロを基準に朝に好きな物を飲食すればプラス 1，B との決闘を避けられればプラス 2 と，それぞれ加算されるものとする。この想定は，彼のタイプの如何に拘らず，朝食の選択以上に決闘の回避を重要視していることを意味している。つまり彼が弱い場合は当然としても，仮に強いタイプであった場合も同様に B との決闘を避けるインセンティブを強く持つことが前提とされている。他方，B は利得ゼロを基準として強いタイプとの決闘を避けられればプラス 1，弱いタイプとの決闘が叶えばやはり同等のプラス 1 と，共に加算されるものとする。つまり彼にとっては強いタイプとの決闘の回避が，首尾よく弱いタイプとの決闘を果たすこととまったく同等の重みを持っている。

以上の状況は図 1 のように表現される。このゲームの樹には２つの情報集合が破線で書き込まれている。この意味するところはこうである。先行プレイヤーたる A は自らのタイプを自然 N により伝え聞いた後に，ビールとキッシュ

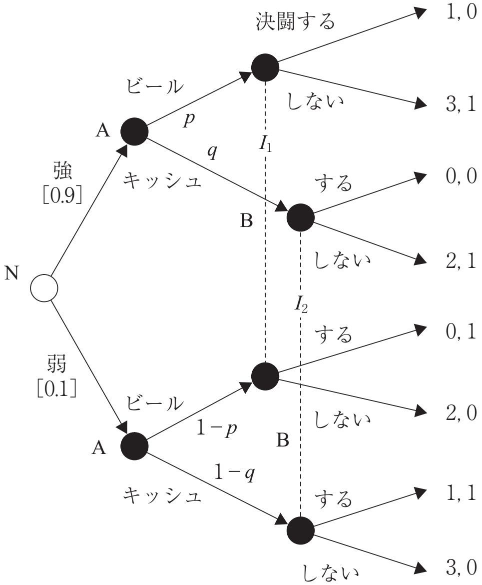


**図 1**

いずれかのシグナルを発信する。これを後続プレイヤーのBが受信する。しかし彼ができることは，ただ表面的にシグナルがいずれであるかを観察することだけで，そのシグナルがタイプ自身の選好を素直に反映したものなのか，それとも戦略的に相手に誤認識を与えることを意図したものなのかは判断しかねる。BはAが発したシグナルとして，ビールであるかキッシュであるかを観察するが，そのタイプまでをも正確には知りえないため，相当する2つのノードが情報集合として結ばれることとなっている（$I_1$と$I_2$）。いうまでもなくこの概念を構成要素として盛り込むことはシグナリング・ゲームにおいては不可欠である。

さてここで，このゲームにおける完全ベイズ均衡を導出しておく。逐次合理性と整合性を共に満たす均衡を探すことである。まず逐次合理性に関しては，行動戦略の組み合わせとして，① {(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘す

る)}，②{(キッシュ，キッシュ)，(決闘する，決闘しない)} が導かれ，いずれも安定的となっている。つまりAはタイプを問わずビールを飲みBはビールが観察されるときには決闘を避け，キッシュが観察されるときには決闘するものと，Aはタイプを問わずキッシュを食べBはビールが観察されるときには決闘を挑み，キッシュが観察されるときには決闘を避けるものとの複数均衡の状況である。①ではキッシュの観察後におけるBによる決定の場 $I_2$，②では，ビール観察後におけるBによる決定の場 $I_1$ がそれぞれ均衡経路外の情報集合になることに注意されたい（図２参照)。

①と②がそれぞれ均衡であることの理由は直感的には以下のようである。①についてはBによる（決闘しない，決闘する）に対して，強いAと弱いAが共にビールからキッシュへ行動戦略を変更すると，強いAにとっては３から０へ，弱いAにとっては２から１へと，それぞれ利得が減少する。他方，A

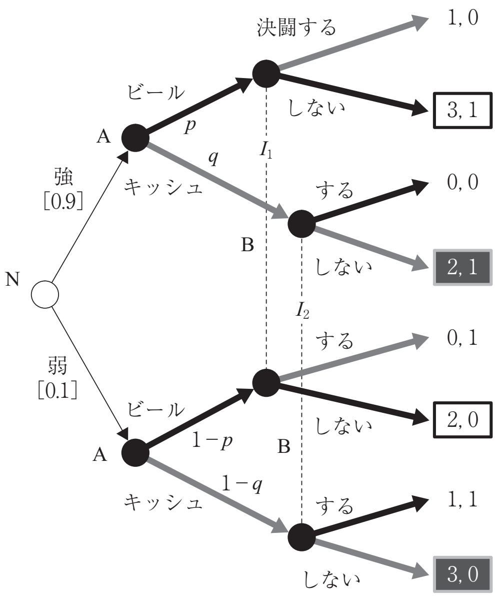

図２

による（ビール，ビール）に対しては，$I_2$ が均衡経路外の情報集合となるので，Bによるキッシュ目撃の可能性をここでの考慮から外す。このときBが情報集合 $I_1$ において“決闘しない”から“決闘する”へ変更すると，Bの利得は，決闘相手が強いAであれば1から0へ減少し，決闘相手が弱いAであれば0から1へ増加するものの，期待値としては0.9から0.1へ減少してしまう。このようにAとB共に①の組み合わせから敢えて離れて行動戦略を変更するインセンティブを持ち合わせていないのである。

また②についてはBによる（決闘する，決闘しない）に対して，強いAと弱いAが共にキッシュからビールへ行動戦略を変更すると，強いAにとっては2から1へ，弱いAにとっては3から0へと，それぞれ利得が減少する。他方，Aによる（キッシュ，キッシュ）に対しては，$I_1$ が均衡経路外の情報集合となるので，Bによるビール目撃の可能性をここでの考慮から外す。このときBが $I_2$ において“決闘しない”から“決闘する”へ変更すると，Bの利得は，決闘相手が強いAであれば1から0へ減少し，決闘相手が弱いAであれば0から1へ増加するものの，期待値としては0.9から0.1へ減少してしまう。このようにAとB共に②から行動戦略を変更するインセンティブを有してはいない。いずれも図2を参照されたい。

以上から①と②の行動戦略の組み合わせがいずれも安定的な均衡となっており，しかも片やビール，片やキッシュと異なるものの，2タイプ共に同一の意思決定を行うという意味において，共に一括均衡となっていることが確認できる。

次に整合性に関しては，それぞれ信念は，①において $p=0.9$，$q\leqq 0.5$，②において $p\leqq 0.5$，$q=0.9$ でなければならず，いずれも不等号の部分についてはそれぞれの均衡経路外の情報集合上での行動戦略と整合的であるため，不可欠である[3]。$p$ はビールが観察されたときそれが強いタイプによるものである確率を，$q$ はキッシュが観察されたときそれが同じく強いタイプによるものである確率を，それぞれ表しているので，①では両タイプ共にビールを選ぶため，Bはこのシグナルをタイプ判別に関する追加情報として信念形成に反映させる

ことができない。したがって依然 $p=0.9$ であり，信念は事前確率のまま変更されずにそこでは維持される。予想に反してキッシュを食べている A を目撃したのであれば，$I_2$ における意思決定がここでは“決闘する”である限りは $q$ が十分に低くなければ正当化できないはずである。

他方，②では予想に反してビールを飲んでいる A を目撃したのであれば，$I_1$ で“決闘する”が選択されるのである限りは $p$ が十分に低くなければ理屈に合わないことになる。またここでは両タイプ共にキッシュを選ぶため，B はこのシグナルをタイプ判別に関する追加情報として信念形成に反映させることができず，依然 $q=0.9$ であり，信念は事前確率のまま変更され得ない。[4]

よってこのビール-キッシュ・ゲームの基本ケースにおける完全ベイズ均衡は①{(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘する)，$p=0.9$，$q\leqq 0.5$}，②{(キッシュ，キッシュ)，(決闘する，決闘しない)，$p\leqq 0.5$，$q=0.9$} の複数均衡である。[5]

このようにケースⅠでは2つの完全ベイズ均衡が一括均衡として共存しているが，ここでどちらがよりもっともらしいかを確認してみよう。それには，支配並びに均衡支配の概念を用いることになる。①ではまず強い A がビールを飲んだときの最悪の結果は利得1で，キッシュを食べたときの最良の結果は利得2であるので，ここではキッシュの選択は残念ながら支配されてはいない。そこで代わりに均衡支配の概念を適用してみる。

強い A がビールを飲んだときの均衡の結果は利得3で，キッシュを食べたときの最良の結果は利得2であるので，ビールを飲んだときの最良の結果を辛うじて超えることができている。そこでここでのキッシュの選択は均衡支配されていることが分かる。他方，弱い A がビールを飲んだときの最悪の結果は利得0で，キッシュを食べたときの最良の結果は3であるので，キッシュの選択について支配はおろか均衡支配すら受けていないことが分かる。

まとめると，①においては強い A に関してキッシュの選択は支配されていないが代わりに均衡支配されている。また弱いタイプに関してキッシュの選択

は支配も均衡支配もされていない。均衡経路外での信念は $q=0$ となっていなければならず，このようにして先に課した制約を満たしていることが確かめられる。

他方，同様に考えて，②では強いAがキッシュを食べたときの最悪の結果は0で，ビールを飲んだときの最良の結果は利得3であるので，ビールの選択は支配されていない。強いAがキッシュを食べたときの均衡の結果ですら2でしかないので，やはりビールを飲んだときの最良の結果を超えることができない。ここではビールの選択は支配も均衡支配もされていないことが分かる。しかし弱いAがキッシュを食べたときの最悪の結果は1，ビールを飲んだときの最良の結果は2なので，ここでもビールの選択は支配されていない。しかし弱いAがキッシュを食べたときの均衡の結果は利得3であり，ビールを飲んだときの最良の結果である利得2を辛うじて超えることができている。そこでここでのビールの選択は均衡支配されていることが分かる。

つまり②においては強いAに関してビールの選択は，支配も均衡支配も被ってはいない。しかし弱いAに観してはビールの選択は，支配はされていないものの，均衡支配されている。したがって均衡経路外での信念は $p=1$ となっていなければならず，ここでは先に課した制約が満たされていないことが分かる。正にこの点で，この均衡における合理性の欠如が明らかとなる[6]。

もし強いAであれば，そのときビールの選択によって利得を均衡経路での結果以上へとより一層引き上げる可能性が出てくる。そして $p=1$ であればBによる決闘の回避が確実となり，これを前提にビールの選択は必然となる。これに対し，弱いAであれば，その同じビールの選択によってBによる行動如何に拘らず，不可避的に均衡経路での決定から利得をより一層引き下げてしまう。したがってそもそもこのタイプにビール選択へのインセンティブはまったく存在しない。

不自然な信念の前提の下で成立している②については，こうして精緻化の過程で排除され，幸いにも理に適った信念に基づく①の完全ベイズ均衡のみが正

当化されることになる（以上，図２参照)。

完全ベイズ均衡が１つに絞り込まれたものの，このケースではそもそも一括均衡しか成立しておらず，先行プレイヤーであるAによる一括戦略の下では私的情報が後続プレイヤーのB，ひいては社会を構成する第三者にはまったく伝わらないことになり，弱いタイプのAのメリットがそこでは際立つ結果となっている。アドバース・セレクションとして知られる現象である。もし何らかの理由で，個人の属性としての私的情報を社会的に評価しようとする際，この種の情報伝達上のボトルネックが大きな妨げとなりうる。

以下，節を改めゲーム状況の想定をより現実的なものに修正しながら，上記の問題を回避できるよう，どのような条件下で分離均衡が成立しやすくなるのかを吟味してみることにする。

## ２．基本ケースの現実的修正

前節におけるビール-キッシュ・ゲームの基本ケースでは，両タイプ共好きな物の飲食よりも決闘回避の方を重視していた。つまり強いAはビールを飲むことを決闘回避より重視し，弱いAはキッシュを食べることを決闘回避より重視していたのである。好きな物こそ異なれ，両タイプが好きな物の飲食と決闘回避の相対的な選好に関しては，少なくとも平等にかつ対称的に扱われていたことになる。

しかしながら常識的に考えれば，強いタイプだからこそ決闘回避よりも好きな物の飲食を重視し，弱いからこそ好きな物の飲食を断念しても決闘回避の方をむしろ望むのではないかとも言えそうである。そこで以下，ここでは強いAは利得ゼロを基準に好きな物の飲食にプラス２，Bとの決闘回避にプラス１とするのに対し，他方で弱いAの方は好きな物の飲食にプラス１，決闘回避にプラス２とし，それぞれ異なった重みを持たせることにする。よってゲーム状況は図３のように表現される。前ケースの図１と比較し，そこと本ケースとの差異を確認されたい。

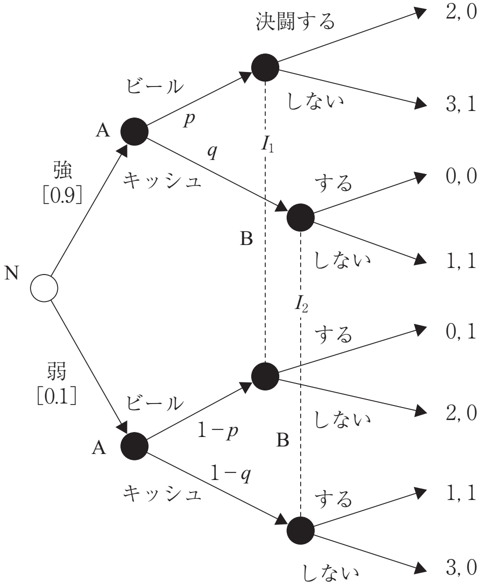


**図 3**

ここでの完全ベイズ均衡を導出する。まず逐次合理性に関しては，行動戦略の組み合わせ｛(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘する)｝が，単一で存在する一括均衡として求められる。この点を確認しよう。B による（決闘しない，決闘する）に対して，強い A と弱い A が共にビールからキッシュへ行動戦略を変更すると，強い A にとっては 3 から 0 へ，弱い A にとっては 2 から 1 へと，それぞれ利得が減少してしまう。逆に A による（ビール，ビール）に対しては，$I_2$ が均衡経路外の情報集合となるので，B によるキッシュ目撃の可能性をここでの考慮から外す。このとき B が情報集合 $I_1$ において“決闘しない”から“決闘する”へ切り替えると，B の利得は，決闘相手が強い A であれば 1 から 0 へ減少し，決闘相手が弱い A であれば 0 から 1 へ増加するものの，期待値としては 0.9 から 0.1 へ減少してしまう。このようにここでの組み合わせから A と B 共に戦略を変更するインセンティブは持たないことが分かる。

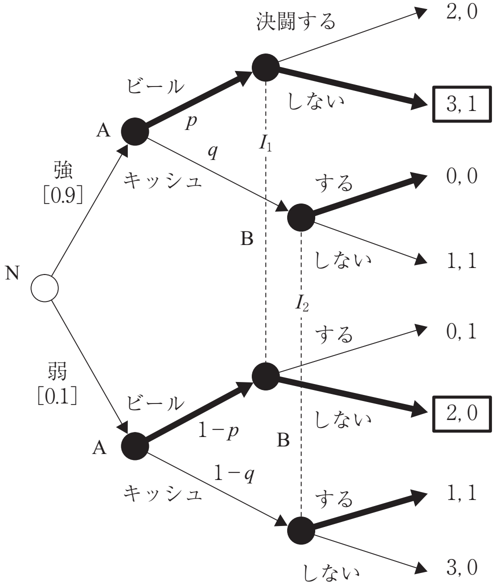


**図 4**

以上，図 4 で確認されたい。

また整合性に関しては，信念が $p=0.9$，$q \leqq 0.5$ とならなければならず，均衡経路上での両タイプによるビール選択という更新できないシグナル発信状況，および予期せず目撃されたキッシュという均衡経路外の情報集合上での行動戦略に関して，それぞれ整合的であるために必要な制約となっている。よって均衡 {(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘する)，$p=0.9$，$q \leqq 0.5$} がここで唯一成立する完全ベイズ均衡となる。

最後に念のためこの均衡に精緻化のプロセスをチェックしておく。弱い A がビールを飲んだときの最悪の結果は利得 0 で，キッシュを食べたときの最良の結果は 3 であるので，キッシュの選択は均衡支配すらされていないものの，強い A がビールを飲んだときの最悪の結果は利得 2 で，キッシュを食べたときの最良の結果は利得 1 であるので，ここではキッシュの選択は支配されている。

強いAにとってのキッシュの選択は劣ったやり方なので $q=0$ となるが，これは完全ベイズ均衡における信念に課された制約 $q \leqq 0.5$ と整合的であることが分かる。とはいえ一括均衡であり，両タイプ共に，同一のシグナルを発しており，その意味で，両タイプが発するビールというシグナルは，後続プレイヤーにとって先行プレイヤーのタイプ憶測・識別にはまったく役立っていない。

強いAは弱いAによる偽装行動によって，自らのタイプを誤解されることはないが，その代わり少なくとも後続プレイヤーの目から見れば両タイプは混在しており区別がつかず，その結果，一部の者が本来は弱いAであるにもかかわらず，強いAとみなされるという恩恵に浴している（先に触れたアドバース・セレクション的現象)。もし強いタイプがこの種の一括均衡による他タイプとの同一視を甘受できず，他タイプのみを明確にそこから除去し，分離均衡を成立させたければ，辛党としての自タイプの信憑性を高め，それを相手に信じ込ませるようなシグナルを発する工夫が必要である。そのためには甘党の弱いAには決して真似のできないシグナルを発しなければならない。何らかの差別化のための工夫・仕掛けが必要である。

ビール程度では甘党で弱いAであっても飲み干すことができてしまう。このタイプにとっては好みの朝食ではないが，それでもコストを十分に上回るメリットを決闘回避という形で享受できている。そこで，次のような疑問が浮かんでくるかもしれない。もっとアルコール度数の高いウォッカを選択肢に加えたらどうであろうか。この行動をとることはタイプを推し量る意味でクレディブルなシグナル足りうるのではないか。ウォッカを飲むことは甘党にとっては偽装することによるメリットを勘定しても割に合わない程の苦痛を強いるものであるかもしれない。つまり強いAが弱いAであれば決して担えない程のシグナリング・コストを積極的に負えば，弱いタイプの強いタイプを装うインセンティブは減じ，その試みを断念させることができるかもしれないのである。問題はどの程度のコストを担えばその試みが成功するのか，そしてそもそもそのコストが正当化しうる程度に留まるのか，要はその費用対効果である。

## 3．ウォッカ-ビール・ゲーム：ケースⅠ

ウォッカ-ビール・ゲームとしての最初のケースの想定である。ビールのアルコール度数では甘党である弱いタイプに辛党の強いタイプを騙ることを断念させるには必ずしも十分ではなく，甘党にとって真似をすることが割に合わない程であるためには，よりアルコール度数の高いウォッカでなければならないものとしよう。そしてウォッカが新たに選択肢となる代わりに，簡単化のためキッシュが外されることとなる。強いAにとっては敢えて弱いAでは真似できないウォッカを飲むか，本来好きなビールを飲むか，の選択となる。他方，弱いAにとってはかなりの無理をするウォッカの選択と多少の無理で済むビール間の選択問題となる。[7] 両者にとってはビール-キッシュ・ゲームに比して，すべてに1段階ずつハードルが上がり，より高次元の争いとなった訳である。[8]

ここにおいて，まず強いタイプに対しては利得ゼロを基準として，ウォッカを回避すればプラス1，Bとの決闘を避けられればプラス2とする。これと正反対に，弱いタイプに対してはウォッカ回避にプラス2，決闘回避にプラス1とする。つまり強いタイプのAは決闘回避に比してウォッカ回避を高く評価しているのに対して，弱いタイプのAはむしろ決闘を回避することの方を高く評価している。ここでも強弱のタイプ事前確率はそれぞれ0.9と0.1であり，Aが強いタイプである可能性が高い状況を考える。ゲーム状況は図5のように表現されうる。

完全ベイズ均衡を導出する。これまで通りに手順は2つである。まず逐次合理性に関してから始める。行動戦略の組み合わせとしては，①((ウォッカ，ビール)，(決闘しない，決闘する))，②((ビール，ビール)，(決闘する，決闘しない))，③((ビール，ビール)，(決闘しない，決闘しない))が成立しうる。

次に安定性を確認しよう。①ではBによる（決闘しない，決闘する）に対

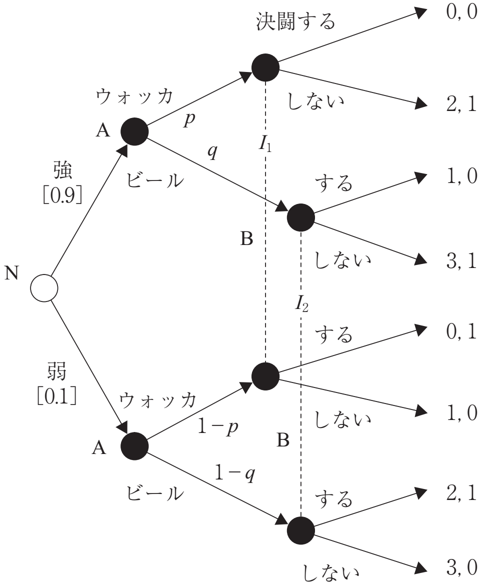


**図 5**

して，強い A がウォッカからビールへ行動戦略を切り替えると，強い A にとっては 2 から 1 へ利得が減少する。弱い A がビールからウォッカへ行動戦略を切り替えると弱い A にとっては 2 から 1 へ利得が減少する。A による（ウォッカ，ビール）に対しては，B が情報集合 $I_1$ において決闘しないから決闘するへ切り替えると，B の利得は，1 から 0 へ減少する。他方，B が情報集合 $I_2$ において決闘するから決闘しないへ切り替えると B の利得は同じく 1 から 0 へ減少する。こうして A と B 共に変更するインセンティブが存在しないことが分かる。

②においても同様に，B による（決闘する，決闘しない）に対し，強い A と弱い A が共にビールからウォッカへ行動戦略を切り替えると，強い A と弱い A いずれにとっても 3 から 0 へ，それぞれ利得が減少する。A による（ビール，ビール）に対しては，$I_1$ が均衡経路外の情報集合となるので，B による

ウォッカ目撃の可能性をここでの考慮から外す。このときBが$I_2$において“決闘しない”から“決闘する”へ切り替えると，Bの利得は，決闘相手が強いAであれば1から0へ減少し，決闘相手が弱いAであれば0から1へ増加するものの，期待値としては0.9から0.1へ減少してしまう。やはりAとB共に変更するインセンティブは存在しない。

③ではBによる（決闘しない，決闘しない）に対して，強いAと弱いAが共にビールからウォッカへ行動戦略を切り替えると，強いAにとっては3から2へと利得が減少し，弱いAにとっては3から1へと，やはり利得が減少する。Aによる（ビール，ビール）に対しては，$I_1$が均衡経路外の情報集合となるので，Bによるウォッカ目撃の可能性をここでの考慮から外す。このときBが$I_2$において，“決闘しない”から“決闘する”へ切り替えると，Bの利得は，決闘相手が強いAであれば1から0へ減少し，決闘相手が弱いAであれば0から1へ増加するものの，期待値としては0.9から0.1へ減少してしまう。このようにここでもAとB共に①の組み合わせから敢えて離れて行動戦略を変更するインセンティブを持ち合わせていない。

以上からいずれも行動戦略の組み合わせが安定的であり，そこでは複数均衡となっていることが確かめられるが，但し①は分離均衡であるのに対し，②と③は一括均衡となっており，質的に異なる均衡がこのケースでは併存しうることになっている。図6において確認されたい。

次に整合性に関して見ておく。ここでそれぞれ信念は①において分離均衡のためタイプの類推が容易になされうることとなり，$p=1$，$q=0$であり，[9] ②においては一括均衡であるため，均衡経路外$I_1$で思いがけずウォッカを飲んでいるAを目撃すれば，“決闘する”が選択されるので，そのときに$p$が高ければ均衡として矛盾してしまう。均衡経路外の情報集合上での行動戦略と整合的であるため，不等号の制約が課されるべきである。また均衡経路上では両タイプ共ビールを選ぶため，信念は事前確率のまま変更されない。このように信念に関しては$p\leqq 0.5$，$q=0.9$でなければならない。③においては②と同様に一

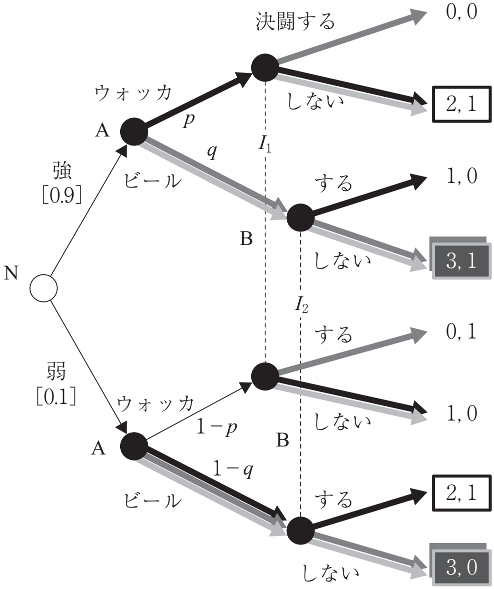


**図6**

括均衡であり，（ビール，ビール）が一括戦略となり，したがってやはり $q=0.9$ となる。ただ $I_1$ が同じく均衡経路外の情報集合となっているものの，そこでの均衡経路外での意思決定が“決闘する”ではなく，むしろ“決闘しない”であるので，ちょうど逆の関係で $p \geqq 0.5$ となっていなければならないことになる。

以上より，このケースにおける完全ベイズ均衡としては，①{((ウォッカ，ビール)，(決闘しない，決闘する)，$p=1$，$q=0$}，②{(ビール，ビール)，(決闘する，決闘しない)，$p \leqq 0.5$，$q=0.9$}，③{(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘しない)，$p \geqq 0.5$，$q=0.9$} の計3つが見出されうることになる。このようにケースⅠでは3つもの完全ベイズ均衡が併存しうる状況となっているが，この中でどれがよりもっともらしいか，そうでないかを確認してみよう。それに関しては端的に言って，均衡経路外の信念に課された制約の整合性を確認す

ればよい。このケースで均衡経路外での意思決定が問題となるのは一括均衡②と③である。この2つに焦点を合わせる。

まずここでは強いAがウォッカを飲んだときの最良の結果は利得2であり，ビールを飲んだときの最悪の結果は利得1であるので，ここではウォッカの選択は支配されてはいない。ただし均衡支配はされている。他方，弱いAがウォッカを飲んだときの最良の結果は利得1で，ビールを飲んだときの最悪の結果は2であるので，ウォッカの選択は支配を受けていることが分かる。そのため均衡経路外での信念は，つまりはとなっていなければならず，②において先に課された制約$p \leqq 0.5$と不整合であるのに対して，③においての制約$p \geqq 0.5$とは整合的であることが確かめられる。

このケースで導出されうる2つの一括均衡の内，不自然な信念の前提の下で成立している②については，このように精緻化の過程で排除されるが，③の完全ベイズ均衡の方については，そのまま正当化されることになる（以上，図6参照)。したがって，強タイプが決闘回避を，弱タイプがウォッカ回避を，それぞれ相対的に重視し，かつ事前確率が強タイプの方に偏りが見られるとき，その際，分離均衡が成立しうるものの，他方でビールという一括戦略による均衡成立をも許してしまうこととなる。

## 4．ウォッカ-ビール・ゲーム：ケースⅡ

想定を少しだけ変える。ここでも強いタイプは利得ゼロを基準とし，ウォッカを回避すればプラス1，Bとの決闘を避けられればプラス2，他方で弱いタイプはウォッカ回避にプラス2，決闘回避にプラス1とする。これらはケースⅠの想定をそのまま引き継いでいる。強いタイプのAはウォッカを飲むことをあまり苦にせず，その結果，決闘回避を相対的に重視することとなっている。他方，弱いタイプのAはウォッカを飲むことをかなり苦痛に感じ，決闘回避の方をより重視する結果となっている。ケースⅠからの変更点はタイプの確率分布のみである。ここでは利得構造には手を付けず，強いAと弱いA,

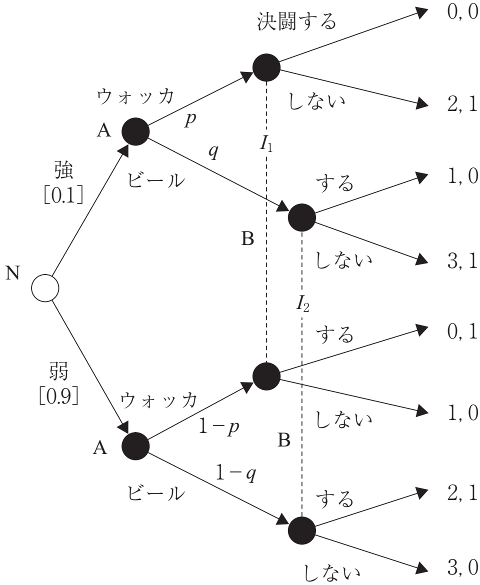


**図 7**

それぞれの事前確率だけを逆転させる。つまり強弱のタイプ事前確率はそれぞれ 0.1 と 0.9 であり，A が弱いタイプである可能性がむしろ高い状況を考えることとなっている（以上，図 7 参照)。

ここでの完全ベイズ均衡を導出する。まず逐次合理性に関しては，行動戦略の組み合わせとして①((ウォッカ，ビール)，(決闘しない，決闘する))，②((ビール，ビール)，(決闘する，決闘する)）がそれぞれ導かれうる。すなわち，１つ目は，強いタイプの A はウォッカを飲み，弱いタイプはビールを飲み，B はウォッカが観察されるときには決闘を避け，キッシュが観察されるときには決闘するものと，２つ目は，A はタイプを問わずビールを飲み，B もどちらの飲酒が観察されようとも決闘を選ぶというものである。言うまでもなく①は分離均衡，②は一括均衡である。

安定性をそれぞれチェックする。①では B による（決闘しない，決闘する）

に対して，強いAがウォッカからビールへ行動戦略を切り替えると，強いAにとっては2から1へ利得が減少する。弱いAがビールからウォッカへ行動戦略を切り替えると，弱いAにとってもやはり2から1へと利得が減少してしまう。他方，Aによる（ウォッカ，ビール）に対しては，Bが情報集合$I_1$において“決闘しない”から“決闘する”へ切り替えると，Bの利得は，1から0へ減少する。また，Bが情報集合$I_2$において決闘するから決闘しないへ切り替えると，Bの利得は同じく1から0へと減少することになる。したがってAとB共に均衡①における行動戦略から敢えて変更するインセンティブを共に持たないことになる。

②ではBによる（決闘する，決闘する）に対して，強いAと弱いAが共にビールからウォッカへ行動戦略を切り替えると，強いAにとっては1から0へ利得が減少し，弱いAにとっても2から0へと利得が減少する。他方，Aによる（ビール，ビール）に対しては，$I_1$が均衡経路外の情報集合となるので，Bによるウォッカ目撃の可能性をここでの考慮から外す。そこでBが$I_2$において“決闘する”から“決闘しない”へ切り替えると，Bの利得は，決闘相手が強いAであれば0から1へ増加し，決闘相手が弱いAであれば1から0へ減少するものの，期待値としては0.9から0.1へ減少してしまう。したがってAとB共に行動戦略を敢えて均衡から変更するインセンティブを持たないことになる。

こうして均衡①と②はいずれも安定性を満たしていることが確認される（以上，図8参照）。

次に整合性に関してのチェックである。信念は①においては分離均衡であるため，$p=1$，$q=0$である。②においては一括均衡であるため，均衡経路外の情報集合$I_1$で思いがけずウォッカを飲んでいるAを目撃すれば，“決闘する”が選択されるので，そのときに$p$が高ければ均衡として矛盾してしまう。整合的であるためには0.5を上回ってはならない。また均衡経路上では両タイプ共ビールを選ぶため，信念は事前確率のまま変更されない。よって追加される

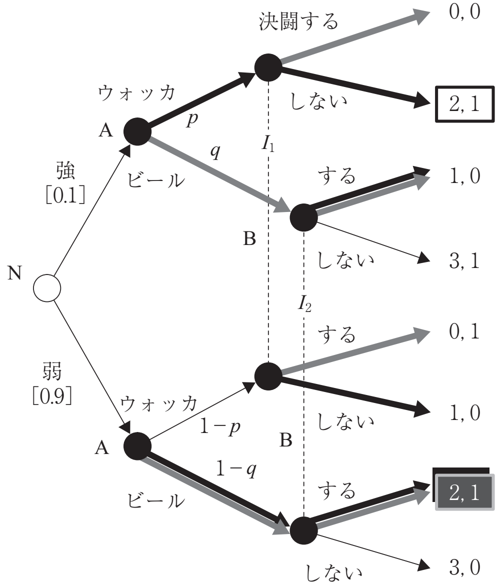


**図 8**

信念に関する制約は $p \leqq 0.5$, $q=0.1$ である。以上，完全ベイズ均衡として，均衡①{((ウォッカ，ビール)，(決闘しない，決闘する)，$p=1$，$q=0$}，②{(ビール，ビール)，(決闘する，決闘する)，$p \leqq 0.5$，$q=0.1$} がそれぞれ成立することになる。

最後に精緻化である。分離均衡である①について議論はほぼ自明であるので，均衡②に集中する。ここでは強い A がビールを飲んだときの最悪の結果は利得 1 で，ウォッカを飲んだときの最良の結果は 2 であるので，ウォッカの選択は支配されていない。ただし均衡支配はされている。他方，弱い A がビールを飲んだときの最悪の結果は 2，ウォッカを飲んだときの最良の結果は 1 なので，ウォッカの選択は支配されていることが分かる。弱い A にとってはウォッカの選択はビールに支配されており，強い A にとってのより緩い条件である均衡支配より優先するため，$1-p$ の方にゼロを割り振ることが正当化されう

る。つまりここではウォッカの選択は相対的に劣った手なので $1-p=0$，つまり $p=1$ となるが，これは完全ベイズ均衡における信念に課された制約 $p \leqq 0.5$ と不整合である。こうして不自然な信念の前提の下で成立している②については，精緻化の過程で排除されることになり，分離均衡のみが成立しうることとなっている。

このように強いタイプが決闘回避を，弱いタイプがウォッカ回避を，それぞれ相対的に重視し，かつ弱いタイプの方に事前確率の偏りが見られるとき，分離均衡のみが成立し，アドバース・セレクション問題を回避できることになる。

## 5．ウォッカ-ビール・ゲーム：ケースⅢ

想定を大きく変えよう。ここでも強いタイプは利得ゼロを基準とするが，ウォッカを回避できればプラス２，B との決闘を避けられればプラス１とし，他方で弱いタイプではウォッカ回避にプラス１，決闘回避にプラス２とする。このケースⅢにおいては，ケースⅠの想定に替え，強いタイプの A は決闘回避に比してウォッカ回避を高く評価し，他方，弱いタイプの A はむしろ決闘を回避できることの方を高く評価する想定となり，ケースⅠとは正反対の状況が反映されている。つまり変更点は，プレイヤー A の選好の程度に関する好きな物の飲食と決闘回避との兼ね合いである。ケースⅠ，ケースⅡにおいては強いタイプは利得ゼロを基準としてウォッカを回避すればプラス１，B との決闘を避けられればプラス２とするのに対し，弱いタイプは好ウォッカ回避にプラス２，決闘回避にプラス１と，利得ゼロを基準としてそれぞれ加算されていた。つまり強いタイプは決闘回避に比してウォッカ回避を高く評価しているのに対して弱いタイプの A はむしろ決闘を回避することの方を高く評価していた。ここではその利得の大小関係を逆転させ，強いタイプはウォッカ回避にプラス２，決闘回避にプラス１，弱いタイプはウォッカ回避にプラス１，決闘回避にプラス２だけ加算されるものとなっている。強いタイプはウォッカ回避を，弱

タイプは決闘回避を，それぞれ相対的に重視していることになる。この想定は一見もっともらしく映るかもしれない。強いAが決闘回避を軽視し，弱いAが決闘回避を重視するからである。その結果，強いAはウォッカの飲酒回避の方を相対的に高評価することとなり，他方，弱いAはそれを低評価することとなっている。ただ，ここでの議論の出発点は弱いAの一括戦略狙いを断念させるに足るアルコール度数のウォッカを選択肢として取り上げることにあった。つまり強いAに追随しがたい程のアルコールを敢えてウォッカとして登場させることで，その飲酒よりむしろ決闘の方がマシとの判断を弱いAに強いることである。したがってもともとの意図とは矛盾する事態を想定することになってしまう。しかし敢えてここでは参考のため取り扱っていることに注意されたい。以下，これまでと同様，均衡を導出した上で結果を比較してみる。

なお強弱のタイプに関する事前確率はそれぞれ0.9と0.1であり，Aが強いタイプである可能性が高い状況を考えている。この点はケースⅠやオリジナルのビール-キッシュ・ゲームなど，これまでの通常のケースと共通している。ケースⅠとⅡの関係を踏襲し，ケースⅢにおけるこの確率を逆転させたケース，すなわち，弱いタイプが多数を占めているとみなされるケースについては，次の節で取り扱うことになる（以上，図9参照）。

ここでの完全ベイズ均衡を導出する。逐次合理性に関しては，行動戦略の組み合わせとして① {(ビール，ビール)，(決闘する，決闘しない)}，② {(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘しない)} という2つの一括均衡が存在している。

これらの安定性に関して確認してみると，まず①においてBによる（決闘する，決闘しない）に対して，強いAと弱いAが共にビールからウォッカへ行動戦略を切り替えると，強いAにとっても弱いAにとっても3から0へと利得が減少してしまう。Aによる（ビール，ビール）に対する$I_1$が均衡経路外の情報集合となるので，Bによるウォッカ目撃の可能性をここでの考慮から外す。このときBが$I_2$において“決闘しない”から“決闘する”へ切り替え

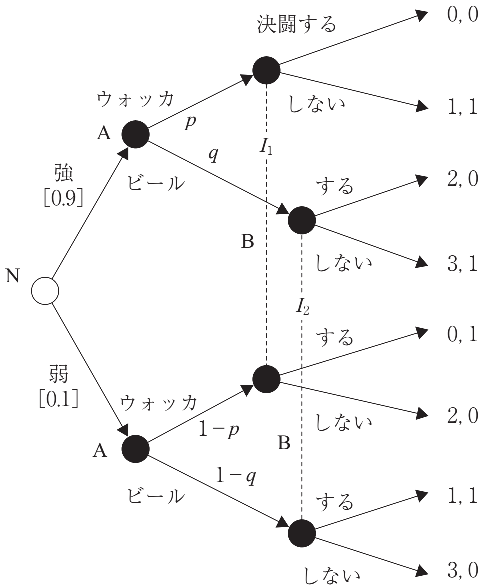


**図 9**

ると，B の利得は，決闘相手が強い A であれば 1 から 0 へ減少し，決闘相手が弱い A であれば 0 から 1 へ増加するものの，期待値としては 0.9 から 0.1 へ減少してしまう。このようにやはり A と B 共に変更するインセンティブは存在しないことが分かる。

②においても同様に，B による（決闘しない，決闘しない）に対して，強い A と弱い A が共にビールからウォッカへ行動戦略を切り替えると，強い A にとっては 3 から 1 へと利得が減少し，弱い A にとっても 3 から 2 へと利得が減少することになる。A による（ウォッカ，ウォッカ）に対しては，$I_1$ が均衡経路外の情報集合となるので，B によるウォッカ目撃の可能性をここでの考慮から外す。このとき B が情報集合 $I_2$ において“決闘しない”から“決闘する”へ切り替えると，B の利得は，決闘相手が強い A であれば 1 から 0 へ減少し，決闘相手が弱い A であれば 0 から 1 へ増加するものの，期待値としては 0.9

から 0.1 へ減少してしまう。ここでも，このようにして A と B 共に変更するインセンティブが存在しないことが確認できる。

次は整合性に関してである。ここで信念は①においては一括均衡であるため，均衡経路外 $I_1$ で思いがけずウォッカを飲んでいる A を目撃すれば，“決闘する”が選択されるので，そのときに $p$ が高ければ均衡として矛盾してしまう。均衡経路外の情報集合上での行動戦略と整合的となるために，不等号の制約が課されるべきである。また均衡経路上では両タイプ共ビールを選ぶため，信念は事前確率のまま変更されない。このように信念に関しては $p \leqq 0.5$，$q = 0.9$ でなければならないことが分かる。②においても①と同様に一括均衡であり，（ビール，ビール）が一括戦略となり，したがってやはり $q = 0.9$ となる。ただ $I_1$ が同じく均衡経路外の情報集合となっているものの，そこでの均衡経路外での意思決定が“決闘する”ではなく，むしろ“決闘しない”であるので，ちょうど逆の関係で $p \geqq 0.5$ となっていなければならないことになる。

以上より，このケースにおける完全ベイズ均衡としては，①{(ビール，ビール)，(決闘する，決闘しない)，$p \leqq 0.5$，$q = 0.9$}，②{(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘しない)，$p \geqq 0.5$，$q = 0.9$} の計 2 つが見出されうる。これら 2 つの一括均衡の内，どれがよりもっともらしいか，少なくともどれがより不自然でないかを，最後に確認してみよう。それには均衡経路外の信念に課された制約の整合性をチェックすることとなる。

まずここでは強い A がウォッカを飲んだときの最良の結果は利得 1 であり，ビールを飲んだときの最悪の結果は利得 2 であるので，ここではウォッカはビールの選択に支配されている。他方，弱い A がウォッカを飲んだときの最良の結果は利得 2 で，ビールを飲んだときの最悪の結果は 1 であるので，ウォッカの選択は支配されてはいないが，均衡支配されていることが分かる。

そのため均衡経路外での信念としては $p = 0$ となるべきであり，①において先に課された制約 $p \leqq 0.5$ と整合的であるのに対して，②においての制約 $p \geqq 0.5$ とは不整合であることが確かめられる。こうして相対的に不自然な信念

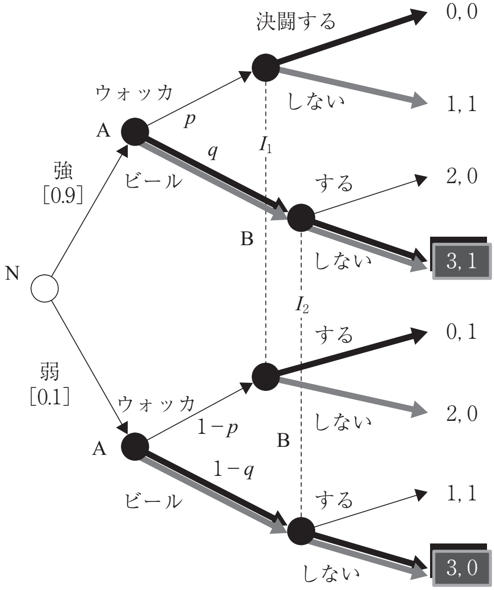


図 10

の前提の下で成立している②の方については精緻化の過程で排除され，結果的に理に適った信念の制約に基づく均衡経路外の意思決定がなされている①の完全ベイズ均衡のみが正当化されることになる（以上，図 10 参照）。いずれにしてもこのケースでは分離均衡は導出され得ないことが確かめられた。

## 6．ウォッカ-ビール・ゲーム：ケースⅣ

最後のケースを取り上げる。ケースⅠに対してケースⅡを取り扱ったように，ケースⅢと同様に，強タイプはウォッカ回避にプラス 2，決闘回避にプラス 1，弱タイプはウォッカ回避にプラス 1，決闘回避にプラス 2 との想定を維持しながらも，タイプの確率分布のみをここで逆転させる。すなわち強弱のタイプ事前確率をそれぞれ 0.1 と 0.9 とし，A が弱いタイプである可能性が高い状況を考えることになる。このゲーム状況は図 11 のように表される。

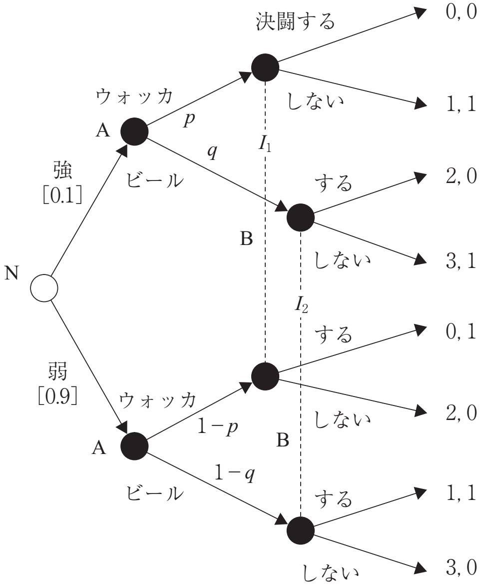


**図 11**

まず完全ベイズ均衡の導出である。逐次合理性に関して行動戦略の組み合わせ {(ビール，ビール)，(決闘する，決闘する)} が，単一で存在する一括均衡として求められ，安定的となっている。この点を確認する。B による（決闘する，決闘する）に対して，強い A と弱い A が共にビールからキッシュへ行動戦略を変更すると，強い A にとっては 2 から 0 へ，弱い A にとっては 1 から 0 へと，それぞれ利得が減少し，ゼロになってしまう。今度は A による（ビー，ビール）に対して，が均衡経路外の情報集合となるので，B によるキッシュ目撃の可能性をここでの考慮から外す。このとき B が情報集合において“決闘する”から“決闘しない”へ切り替えると，B の利得は，決闘相手が強い A であれば 0 から 1 へ増加し，決闘相手が弱い A であれば 1 から 0 へ減少するものの，期待値としては 0.9 から 0.1 へ減少してしまう。このようにここでの組み合わせから A と B 共に戦略を変更するインセンティブは持たない。

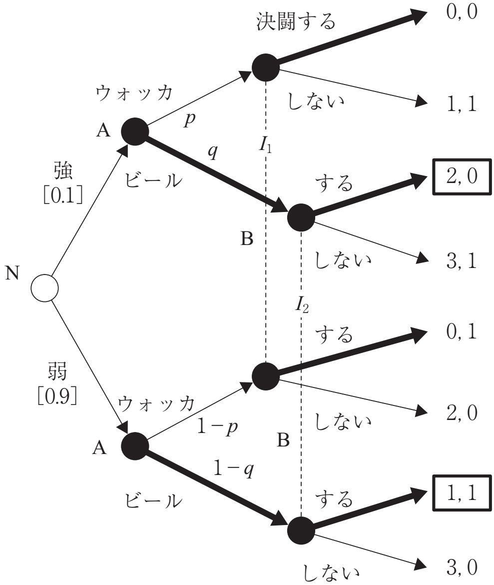


**図 12**

以上，図 12 で確認されたい。

また整合性に関しては信念がそれぞれ $p≦0.5$，$q=0.9$ とならなければならず，予期せず目撃されたウォッカという均衡経路外の情報集合上での行動戦略と均衡経路上での両タイプによるビール選択というシグナル発信の状況と整合的であるため，ここでの必要な制約となっている。こうして均衡 {(ビール，ビール)，(決闘しない，決闘する)，$p=0.9$，$q≦0.5$} が唯一成立する完全ベイズ均衡となる。

最後に念のため，ここで成立している単一のこの均衡に対し，精緻化プロセスの手続きを適用しておく。強い A がビールを飲んだときの最悪の結果は 2 で，ウォッカを飲んだときの最良の結果は利得 1 であるので，ウォッカの選択は支配されている。他方，弱い A がビールを飲んだときの最悪の結果は 1，ウォッカを飲んだときの最良の結果は 2 なので，ここではウォッカの選択は支

配されていない。ただし均衡支配はされている。つまりここでは強いAにとってウォッカの選択は相対的に劣った手になるので$p=0$となるが，これは完全ベイズ均衡における信念に課された制約$p\leqq 0.5$とも整合的である。このようにして精緻化のチェックに耐える結果となっていることが確かめられる。

以上，このケースにおいてもケースⅢとほぼ同様に，分離均衡は成立し得ない。こうして強いタイプのAがウォッカ回避を相対的に重視し，弱いタイプのAが決闘回避の方をより重視するときには，タイプの分布に拘らず分離均衡が導出され得ないことが確認できたことになる。

## 7．結びにかえて

前稿においては，オリジナルのビール-キッシュ・ゲームでの暗黙裡の想定である諸条件を明示かつ相対化し，大きく4つの派生ケースが比較された。そこで明らかとなったことは，ビール-キッシュ・ゲームにおける想定をより現実的に修正したとしても，結局，オリジナルなケースにおいてのものと，大同小異の結果しか得ることができないということであった。つまり合理的なものとしては，先行プレイヤー両タイプのAによる（ビール，ビール）という一括戦略の完全ベイズ均衡しか成立し得ず，先行プレイヤーとして両タイプのAによる一括戦略の下で私的情報が後続ブレイヤーのB，ひいては社会を構成する第三者にはまったく伝達されない構図となっており，弱いタイプのAのメリットが際立つことになっている。

このことは個人の属性を社会的厚生として評価しようとする際のデメリットとなってしまう。そこで本稿では弱いタイプのAの利害に敢えて反する形で，この種のアドバース・セレクションを回避し，どのような制度設計によって分離均衡が可能となるのか，つまりどのような条件下でならば分離均衡が成立しうるのかを議論した。この種の分離均衡成立のため本稿で主として取り扱ったのは，ウォッカ-ビール・ゲームと名付けられた特殊なゲーム状況である。そこではビールのアルコール度数を超えるウォッカが新たに選択肢とされる。こ

の下で，首尾よく甘党である弱いタイプに辛党の強いタイプを騙るインセンティブを失わせ，後続プレイヤーであるBへのミスリードを断念させることができるかどうかを議論した。

結果的には強弱両タイプにおける飲酒と決闘回避への選好の兼ね合いによっては可能となることが明らかとなった。つまり強いタイプのAが決闘回避を相対的に重視し，弱いタイプのAがウォッカ回避の方をより重視するとき，分離均衡は成立する。ただし強いAの方に確率分布の偏りがある場合は，そのとき一括均衡も同時に存在しうる。他方，強いタイプのAがウォッカ回避を相対的に重視し，弱いタイプのAが決闘回避の方をより重視するときには，強弱のタイプの確率に拘らず一括均衡のみが成立する。以上が本稿で確認されたことになる。今後はこれまでで明らかとなった点を手掛かりに，結果をモデル分析に基づき，経済学上の問題に応用することにする。

**注**

1）強弱それぞれのタイプA，そしてBとの三者の中で，弱いタイプAの一人勝ちともいえる状況である。

2）これについてはCho and Kreps（1987）の他，松本（2009）第6章，グレーヴァ（2011）第7章も参照されたい。

3）ここではフォワード・インダクションのテクニックが援用される。バックワード・インダクションと対比したこの概念の詳細については松本（2009）第5章やMas-Colell Whinston and Green（1995）第9章での議論を参照されたい。

4）ある情報が追加されたときにどのように確率分布が変化するのかを示す法則は，ベイズ・ルールと呼ばれる。シグナルを観察することによる初期の信念からのアップデートは，このルールに従ってなされる。ここでの信念は0か1あるいは事前確率そのままに0.1，0.9であることの計4パターンのみであり，特にこの公式を用いるまでもなくルールの下での修正結果はほぼ自明である。

5）本稿でも前稿と同様に，純粋戦略のみを考察対象とする。

6）均衡の精緻化についてはCho and Kreps（1987），Gibbons（1992）第4章を参照されたい。

7）ビール-キッシュ・ゲームには強弱それぞれのタイプAには飲食に関して好きな物があった。強いタイプはビール，弱いタイプにはキッシュである。今回のウォッカ-ビール・ゲームにおいては，依然，強いタイプに選択肢としてビールという好きなものがあるのに

対し，弱いタイプにはもはや好きな飲食がそこでの選択肢になく，決闘回避との兼ね合いで，相対的に好きな（マシな）飲酒しか対象にないことに注意されたい。

8）第1節や2節からも明らかなように，もともとのビール-キッシュ・ゲームにおいても弱いタイプには決闘を回避するためにキッシュを食すことを断念し，敢えてビールを飲み，強いタイプへ偽装するインセンティブが強かった。ビールよりアルコール度が高い，例えばウィスキー程度ではそのインセンティブを多少，弱めることができるであろうが，それでも弱いタイプに対し，それを飲むくらいなら決闘した方がマシ，とはならないはずである。明確な差別化戦略とすべく，より一層，偽装インセンティブを下げるため，ここではビールからウォッカまで1段階というよりも，むしろ2段階ハードルを上げたと解釈すべきかもしれない。

9）自明であるが，以下，ウォッカ-ビール・ゲームにおいては，$p$ はウォッカが観察されたときそれが強いタイプによるものである確率，$q$ はビールが観察されたときそれが強いタイプによるものである確率となる。

## 参　考　文　献

Cho I-K. and D. M. Kreps（1987）“Signaling Games and Stable Equilibria” *Quarterly Journal of Economics*，vol. 102，pp. 179-221.

Gibbons R.（1992）*Game Theory for Applied Economists*，Princeton : Princeton University Press. 福岡正夫・須田伸一訳『経済学のためのゲーム理論』創文社。

Mas-Colell A. M. D. Whinston and J. R. Green（1995）*Microeconomic Theory*，New York : Oxford University Press.

グレーヴァ香子（2011）『非協力ゲーム理論』知泉書館。

松本直樹（2009）『企業行動と組織の経済分析』勁草書房。