二〇二〇年三月
「倫理学紀要」第二十七輯　抜刷

当為は可能を含意する、のか？

――Stit 義務論理学における認識的要素の意味――

高山宏司

当為は可能を含意する、のか？
――Stit 義務論理学における認識的要素の意味――

高山宏司

1

「当為は可能を含意する」という命題はしばしばカントの定言命法を支える基盤とされてきたが、[1] 近年の義務論理学における義務と責任に関する認識の役割の研究は、行為者の主観性に起因する実践的認識と当為―可能問題との関係性を明らかにした。我々はこの問題解明へ向けての二つの立場、即ち、認識的要素を考慮した当為行為はタイプとトークンのどちらの面から捉えるべきなのかをジョン・ホーティとヤン・ブルーァセンの議論を比較する事で理解し、各の立場がこの当為―可能問題に与える影響を見て行きたい。[2]

2

ホーティの stit 義務論理学では、[3] 前方（即ち、未来方向）へのみ分岐する枝分かれ時間フレーム上に諸時点 m の空では無い集合 T（ree）を定義し、T 上の厳格な部分順序＜で順序づけられた諸時点 m の一つの最大集合

をヒストリ h（istory）、時点 m とそれを通る特定の h のペア（m/h）を指標 Index と呼ぶ。H^m は時点 m を通る諸ヒストリの集合を表すが、これは m において接近可能な諸世界と同一視され、m での諸命題は H^m の部分集合である接近可能なあるヒストリの集合と同一視される。故にモデル M からの時点 m で A と表現される命題は、そこで文 A が真であるような H^m のヒストリの集合と同一視され、$|A|^m_M = \{h \in H^m : M,m/h \vDash A\}$（背景モデルが省略可能なら $|A|^m$）と書かれる。なお、モデル M からの m/h で必ず真と定まる A の必然性□A とは、A が H^m からの各の h に対し M,h ⊨ A である場合であり、他方 A の可能性◇A は ┐□┐A として定義される。

　関数 Choice は m とエージェント α を、m を通る諸ヒストリの集合 H^m の一つの分割である $Choice^m_\alpha$ へと写す（map）が、$Choice^m_\alpha$(h) は α が m で選択する $Choice^m_\alpha$ からの h を含む特定の同値類であり、それ故 α によって指標 m/h で実行（perform）される行為トークンを表す。また K を $Choice^m_\alpha$ からの選択セルとすると K は α が m で利用可能な行為トークンなので、α は m/h で h が K に属するヒストリである場合に K を実行すると言う。

　α が T 上の一時点で利用可能な諸ヒストリの部分集合を選ぶ事で A の真を責任を持って保証する（α see to it that A）事を準備する stit フレームは、T と < にエージェントの集合 Agent と Choice を補完した <Tree,<,Agent,Choice> であり、M,m/h ⊨ [α stit: A] なのは $Choice^m_\alpha$(h) ⊆ $|A|^m_M$ な場合またその場合に限ると定義される。また義務的フレームは、各の h をそれら全体の価値または望ましさを表す数値 Value(h) へ写す関数 Value を加えた <Tree,<,Agent,Choice,Value> となるが、エージェント的義務演算子の定義はこの Value 関数で与えられたヒストリの順序付けからは直接は与えられず、その順序付けに基づいて定義される、エージェントに利用可能な行為トークン上の優越性（dominance）順序付けに基づいて行われる。即ち、その優越性順序付け ≤,< は、α を一人のエージェント、m を一つの義務的 stit フレームからの時点とし、K と K' が $Choice^m_\alpha$ に属する時、K ≤ K'（K' は K を弱く優越する）なのは、各の h ∈ K と h' ∈ K' に対し Value(h) ≤ Value(h') である場合またその場

合に限り、$K \lhd K'$（K'はKを強く優越する）なのは、$K \unlhd K'$でありかつ$K' \unlhd K$ではない場合またその場合に限る、と定義されるのである。

次にホーティは、mが一つの義務的stitフレームからの時点である場合、αがmで利用可能な最適行為トークン$\text{K-Optimal}^m_\alpha$を、$\text{K-Optimal}^m_\alpha = \{K \in Choice^m_\alpha : K \lhd K'$である$K' \in Choice^m_\alpha$が存在しない$\}$事と定義し、エージェント的当為演算子⊙[α stit : A]の意味は、陳述Aの真がαに利用可能な各の最適行為トークンによって正しく保証されている場合、αはAである事を責任を持って保証すべきである事だと定義する。

ホーティはここでエージェント当為演算子⊙[α stit : A]に関する重要な規則が得られると言う。彼はαがエージェント、m/hが義務的stitモデルMからの指標である場合、M,m/h ⊨ ⊙[α stit : A]なのは、各の$K \in \text{K-Optimal}^m_\alpha$に対して$K \subseteq |A|^m_M$である場合またその場合に限ると定義するが、この定義は⊙[α stit : A]形式の諸陳述を時点決定的に持ち、形式⊙[α stit : A] ⊃ ◇[α stit : A]の妥当性という形で真であり得ている「当為は可能を含意する」というカント的原理を持つ通常の様相論理を生むと言う。ではカント的原理はstit義務論理学で担保されたのだろうか？いや、残念ながら、事はそう簡単では無いのである。

3

実は、エージェントの義務表現には行為トークン上の順序付けに加え認識的情報が必要な場合がある。ホーティは時点mとm'の区別がαには認識できない事を$m \sim_\alpha m'$で表現するstitフレーム上の諸時点間の同値関係「$\sim_\alpha$」を考え、前述の義務的stitフレームにAgent内の諸エージェントには区別不可能な諸関係を含む認識的構成要素$\{\sim_\alpha\}_{\alpha \in Agent}$の集合を加えて$\langle Tree, <, Agent, Choice, Value, \{\sim_\alpha\}_{\alpha \in Agent} \rangle$形式とする事でその必要を補う。

その具体的必要性を理解する為に、ここでコインを弾いてから手元に置いたエージェントβと、結果が隠されている状況でコインが表か裏かを賭けるエージェントαが居る例を考えよう。αは5を賭けて負ければそれを失うが、当たれば10になり、賭を控えれば5のままだとする。

図1のm_1はβがコインを置いた時点であり、行為トークンK_1で表が上にK_2で裏が上に置かれる。次にαが表か裏かを選ぶのだが、この行為はm_1でのβの最初の選択に依存しつつも、枝分かれ時間のより後の時点m_2かm_3で起こる。βが表を上にした場合のαの選択は時点m_2で起こり、αはK_3を実行し表に賭ける事も、K_4の実行で裏に賭ける事も、K_5の実行で賭を控える事も出来る。裏が上の場合のαの選択はm_3で起こるが、αはK_6、K_7、K_8の実行でm_2でのK_3、K_4、K_5と同様な事が出来る。αは選択時にβの設置結果を知らないのでm_2とm_3はαには区別不能（$m_2 \sim_{\alpha} m_3$）だが、αが正しく賭けたh_1とh_5は価値10を、賭け損なったh_2、h_4は価値0を、賭けを控えたh_3、h_6は価値5を持つ。

図1でのH（ead）はβがコインを表を上に、T（ail）は裏を上に、置いたという命題を表し、前者は指標m_2/h_1、m_2/h_2、m_2/h_3で妥当し、後者はm_3/h_4、m_3/h_5、m_3/h_6で妥当する。B（et）HとBTはαが表または裏に賭けるという命題を表し、前者はm_2/h_1とm_3/h_4で妥当し、後者はm_2/h_2とm_3/h_5で妥当する。BH∨BTと同値な陳述G（amble）はαがとにかく賭けるという命題を表し、BHかBTが真なら任意の指標で真、αが賭けを控えている指標m_2/h_3とm_3/h_6で偽である。

さてαが選択時点でm_2にいる場合、m_2で利用可能な唯一の最適行為K_3が表に賭ける事を責任を持って保証している以上、それがαの為すべき事である。即ち、$\text{K-Optional}_{\alpha}^{m_2} = \{K_3\}$かつ$K_3 \subseteq |\mathrm{BH}|^{m_2}$なので$\odot[\alpha\ \mathrm{stit} : \mathrm{BH}]$は$m_2$で真と定まり、この状況でαは最大価値10を得られる表に賭けるべきである。だがこの客観的な当為陳

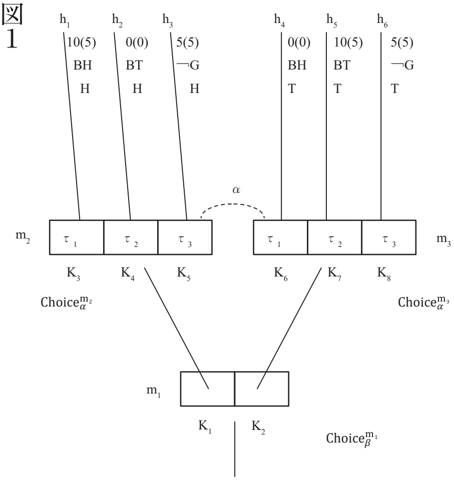


図1

述は主観的にそれと知りつつ為すべきだという認識的当為ではない為、αがその当為に違反しても批判されるべきでは無い事になる。なぜなら認識的当為ではαが選択に失敗した時の批判は為すべき事への違反そのものにでは無く、αが為すべきだと知っている事への違反にのみ結びついており、それと知らずに行った事での失敗は批判可能ではないからである。

ホーティは認識的当為を形式的に捉える為に、αが~だと知っている事を表す演算子 K_α を枝分かれ時間フレーム上に導入し、m/h が認識的 stit モデル M からの指標である場合、M,m/h ⊨ $K_\alpha A$ なのは m'$\sim_\alpha$m かつ h'∈$H^{m'}$ である全ての m'/h' に対し、M,m'/h' ⊨ A である場合またその場合に限る、と定義する。それはαが m から区別不能な一つの時点 m' における各の指標 m'/h' で A が妥当する時は常に指標 m/h で A だと知っているからである。

知識演算子 K_α が導入されると、批判可能性の点から重要なのは α が客観的に為すべき事を記述している ⊙[α stit : A] では無く、α は A を為すべきだと α 自身が知っている事を記述している K_α⊙[α stit : A] 形式の当為陳述になる。例えば ⊙[α stit : BH] は m_2 で妥当するが、α は表に賭けるべきだとは知らなかったので表に賭けなかった事では批判され得なかった。この場合、m_2 から区別できない各の時点で α に利用可能な最適行為トークンの全てが α が表に賭けるべき事を責任を持って保証する訳ではないので K_α⊙[α stit : BH] は妥当しない。即ちコインが表か裏かを知らない α が m_2 から区別できない時点は m_2 自身と m_3 であり、これらの時点で α に利用可能な最適行為トークンは K-Optimal$_\alpha^{m_2}$ = $\{K_3\}$ 及び K-Optimal$_\alpha^{m_3}$ = $\{K_7\}$ となるが、α の m_2 における唯一の最適行為は α が表に賭ける事を責任を持って保証するのに、m_3 での唯一の最適行為はそうしない。即ち $K_3 \subseteq |BH|^{m_2}$ だが $K_7 \subseteq |BH|^{m_3}$ ではないからである。

だが、批判は当為に関する知識と不可分だというこの考えは厄介な問題を引き起こす。

（1）第一の問題：図1でコインは表を上に置かれ、α はそれと知らずに m_2 にいるとする。α にとって m_2 と区別不能な時点で利用可能な最適行為トークンは K-Optimal$_\alpha^{m_2}$ = $\{K_3\}$ と K-Optimal$_\alpha^{m_3}$ = $\{K_7\}$ であり、最適行為トークンの全てが α が表に賭ける事を責任を持って保証する訳ではないので、K_α⊙[α stit : BH] は m_2 で偽と定まり、α は表に賭けるべき事を知らない。同様に裏が上の場合、最適行為トークンの全てが α が裏に賭ける事を責任を持って保証する訳ではないので、Kα⊙[α stit : BT] は偽と定まり、α は裏に賭けるべき事を知らない。即ち $K_7 \subseteq |BT|^{m_3}$ ではあるが $K_3 \subseteq |BT|^{m_2}$ ではないのである。

他方「賭ける事（G ≡ BH ∨ BT）を責任を持って保証すべきだと知っている」を意味する K_α⊙[α stit : G] は

m_2 で真と定まる。なぜなら定義上それはαに利用可能な、m_2 から区別不能な任意の時点での各の最適行為トークンは表に賭けるか裏に賭けるかだと責任を持って保証するから、即ち $K_3 \subseteq |G|^{m_2}$ かつ $K_7 \subseteq |G|^{m_3}$ だからである。だがこの状況で $K_\alpha\odot[\alpha \text{ stit} : G]$ への違反に結びつく「賭けを控える事」は価値5を安全に確保する以上、批判に値するとは思えず、$K_\alpha\odot[\alpha \text{ stit}:G]$ の真と、通常の「αは（表にであれ裏にであれ）賭をすべきだと知っている」が真だという事の直観的意味とはズレがあるように思える。

（2）第二の問題：図1のカッコ内の数値の事例では、賭け損なうヒストリ h_2 と h_4 は価値0、賭けを控える h_3 と h_6 は価値5を持つが、正しく賭ける h_1 と h_5 も価値5しか持たない。

ここではコインは表を上に置かれているが、それと知らずに m_2 にいるαには m_2 と m_3 の区別はつかない。従って所在しうる時点でαに利用可能な最適行為トークンは K-$Optimal_\alpha^{m_2}$ = $\{K_3,K_5\}$ と K-$\mathrm{Optimal}_\alpha^{m_3}$ = $\{K_7,K_8\}$ だが、各の片方は賭けを控える事を責任を持って保証しても他はそうしない。即ち、$K_5 \subseteq |\neg G|^{m_2}$ で $K_8 \subseteq |\neg G|^{m_3}$ なのだが、$K_3 \subseteq |\neg G|^{m_2}$ でも $K_7 \subseteq |\neg G|^{m_3}$ でもないので、$K_\alpha\odot[\alpha \text{ stit} : \neg G]$ は m_2 で偽と定まる。つまり、αは自分が賭けるべきでないのを知らない事になる。だがこの条件ではαが元より賭けるべきでないと知っているのは当然だと思えるし、また批判が $K_\alpha\odot[\alpha \text{ stit} : \neg G]$ に関する違反と結びつくなら、この陳述は偽なので賭けはこれに抵触せず、賭けるべきでは無いのに賭ける事への批判は適切ではないだろう。

（3）第三の問題：図1でコインは表を上に置かれ、αがそれと知らずに m_2 にいる状況で W ≡（BH∧H）∨（BT∧T）とすると、この陳述は m_2/h_1 と m_3/h_5 のみで真である。即ち、m_2 から区別できない時点で利用可能な最適行為トークンは K-$Optimal_\alpha^{m_2}$ = $\{K_3\}$ と K-$\mathrm{Optimal}_\alpha^{m_3}$ = $\{K_7\}$ の成員であり、これらの最適行為の双方が W（勝つ）

を責任を持って保証し、$K_3 \subseteq |W|^{m_2}$ かつ $K_7 \subseteq |W|^{m_3}$ である結果、定義上 $K_\alpha \odot[\alpha\ \mathrm{stit} : W]$ は m_2 で真と定まり、α は勝つべきであると知っている事になる。一方、最初から勝てない事を知らない場合は勝ち損なっても批判はされ得ず、批判され得るのは勝ち得る場合に限られる、即ち「当為は可能を含意する」のだが、この場合、賭けで勝つ事を責任を持って保証する事がαの能力内にあるとは思えない。

4

これらの難問を解く鍵は行為トークンと対比される行為タイプにあるとホーティは考える。エージェントの行為能力には因果的意味と認識的意味があり、行為批判の正当化に関わる後者は行為トークンに関する標準的 stit フレームワークでは探求できない。即ち、異なる時点では同じ「～に賭ける」等の実施（execute）が異なる行為トークンの実行（perform）に終わり得る以上、stit 意味論に組み込むべきは行為者自身に不明な時点では実行可能かどうか分からない特定の諸個人の特定の行為トークンではなく、「～に賭ける」「～を控える」等の具体的で行為者に制御可能な行為タイプであり、それに合わせて stit 行為フレームを拡張すべきだとホーティは言う。

彼は行為タイプの集合 Type ＝ $\{\tau_1, \tau_2, \ldots \tau_n\}$ を考えると、行為トークンと行為タイプとの間には両者を繋ぐ二つの関数があると言う。まず [] は、エージェント α によって時点 m で行為タイプ τ が実施されている時にそこから結果する、α が m で利用可能な特定の行為トークン $[\tau]^m_\alpha \in Choice^m_\alpha$ へ τ を写す部分実行関数であり、また Label は $Choice^m_\alpha$ からの各の行為トークン K を Type からの特定の行為タイプ Label(K) へと写す一対一ラベル関数であって、そこで K に割り当てられたラベルは、その下にこの特定のトークンが分類されるような行為タ

イプとなる。そして両者は次の関係を持つ。

（1）もし K ∈ $Choice^m_\alpha$ なら、その時 $[\mathrm{Label}(K)]^m_\alpha = K$,

(もし K が、m で α に利用可能でタイプが Label(K) である行為トークンなら、その時 α による m でのその行為タイプの実施は K そのものの実行を結果する)

（2）もし τ ∈ Type と $[\tau]^m_\alpha$ が定義されるなら、その時 $\mathrm{Label}([\tau]^m_\alpha) = \tau$

(もし τ が、α による m での実施が行為トークン $[\tau]^m_\alpha$ の実行に終わる行為タイプなら、その行為トークンは τ そのものである)

これらに依る事で、一つの時点 m ないし指標 m/h でエージェント α に利用可能な行為トークンの定義は行為タイプにも応用する事ができる。$Choice^m_\alpha$ は α が m で利用可能な行為トークンの集合でもあるが、α が m で利用可能な行為タイプの集合を $\mathrm{Type}^m_\alpha = \{\mathrm{Label}(K) : K \in Choice^m_\alpha\}$ とすれば、$Choice^m_\alpha$(h) は α が m/h で実行する特定の行為トークンに、$Type^m_\alpha$（h）＝ Label（$Choice^m_\alpha$（h））は α が m/h で実施する行為タイプとなる。またラベル化義務 stit フレームは <Tree,Agent,Choice,Value,$\{\sim_\alpha\}_{\alpha\in \mathrm{Agent}}$,Type,[],Label> で定義されるようになる。

次にホーティは「α は A の真を責任を持って保証している行為トークンを実行する」をも意味する [α stit：A] に対して、[α kstit：A] の形で「α は α が A の真を責任を持って保証する事を知っている行為タイプを実施する」を意味する新演算子 [...kstit...] を導入し、ラベル化義務 stit モデル M からの指標 m/h で実施された行為タイプ $Type^m_\alpha$（h）が、α には m と区別不能な m' においても A の真を責任を持って保証する時に [α kstit: A] は m/h で真だと定義する。それ故、他の時点 m' でのその行為タイプの実施（の結果）は $[Type^m_\alpha(h)]^{m'}_\alpha$ になり、M,m/h ⊨ [α kstit：A] なのは $m' \sim_\alpha m$ である全ての m' に対し $[Type^m_\alpha(h)]^{m'}_\alpha \subseteq |A|^{m'}_M$ である場合またその場合に限る事になる。

この場合、αが m/h で実施した行為タイプが m' でも実施可能な事を保証する必要があり、stit フレームにおける同じ行為タイプはαには区別不能な任意の二つの時点でαに実施可能、即ち、もし $m' \sim_\alpha m$ なら $Type_\alpha^{m'} = Type_\alpha^{m}$ である必要がある。さらにαはどの行為タイプが実施の為に利用可能なのかも知らなくてはならない。

図1では Type = $\{\tau_1, \tau_2, \tau_3\}$ で、τ_1、τ_2、τ_3 は各、表に賭ける、裏に賭ける、賭けを控える、という行為タイプであり、具体的行為としては、K_3 と K_6、K_4 と K_7、K_5 と K_8 が各、表に賭ける、裏に賭ける、賭けを控える、というタイプのトークンである。それ故 $[\tau_1]_\alpha^{m_2} = K_3$、$[\tau_1]_\alpha^{m_3} = K_6$、$[\tau_2]_\alpha^{m_2} = K_4$、$[\tau_2]_\alpha^{m_3} = K_7$、$[\tau_3]_\alpha^{m_2} = K_5$、[4] $[\tau_3]_\alpha^{m_3} = K_8$ となる。m_2/h_1 での場合、$Choice_\alpha^{m_2}(h_1)$ は K_3、かつ $Type_\alpha^{m_2}(h_1)$ が τ_1 である（行為タイプ τ_1 の実施が行為トークン K_3 の実行となる）。さて（BH ∧ H）∨（BT ∧ T）と同値である W はαが勝つという命題を、BH ∨ BT と同値である G はαが賭けるという命題を表しているが、$K_3 \subseteq |W|^{m_2}$ なので [α stit : W] はこの指標で真であり、αは通常の stit 演算子で捉えられた因果的意味での勝利を責任を持って保証する。だがαの実施する行為タイプ τ_1 が W の真を保証する行為トークンの実行に終わる時点 m_2 からはαには区別できない時点 m_3 が存在し、$[\tau_1]_\alpha^{m_3} = K_6$ だが $K_6 \subseteq |W|^{m_3}$ ではない為、[α kstit : W] は偽であり、αが kstit 演算子による認識的意味でαの勝ちを責任を持って保証する事は無い。他方、αが賭ける事を認識的意味でも責任を持って保証する [α kstit : G] が m_2/h_1 で真なのは、この指標でαが実施する行為タイプはαには m_2 から区別できない各の時点においても G の真を保証する行為トークンの実行に終わるからである。

5

次に行為タイプの優先順序付けに基づく認識的当為演算子が定義される。ホーティはαの占める諸時点の、

もし$m, m' \in I$なら$Type_\alpha^m = Type_\alpha^{m'}$というタイプ／情報の制約に従うような、空では無い集合を情報集合Iとして定義するが、αがこの情報集合内のある時点に居るという制約は、集合内の各時点でαの実施から同じ行為タイプが利用可能な事を意味する。彼は時点mでのαに関聯する当為の付値については、α自身に利用可能な、形式$I_\alpha^m = \{m' : m \sim_\alpha m'\}$なる情報集合に集中し、情報集合からの諸時点の領域を網羅する事で、その諸時点でのαに利用可能な行為タイプ上の優先順序付けの定義を、以前の行為トークン上の順序付けを行為タイプ上の順序付けへと移す（lift）事で行う。即ち彼は、αをラベル化義務stitフレームからのエージェント、Iをαに関する情報集合、τとτ'をIからの各の時点mに対する$Type_\alpha^m$に属する行為タイプとすると、$\tau \preceq_\alpha^I \tau'$（Iに基づきτ'はτを弱く優越する）なのはIからの各の時点mに対し$[\tau]_\alpha^m \leq [\tau']_\alpha^m$である場合またその場合に限り、また$\tau \prec_\alpha^I \tau'$（Iに基づきτ'はτを強く優越する）なのは$\tau \preceq_\alpha^I \tau'$で、かつ$\tau' \preceq_\alpha^I \tau$ではない場合またその場合に限る、と定義するのである。

さらにホーティは⊙[α kstit : A]で「αは認識的な意味でAである事を責任を持って保証すべきである」を意味する新しい認識的当為演算子⊙[...kstit...]を導入する。この形式の認識的当為の意味論はエージェント的当為とは異なり、行為トークンではなく行為タイプの最適性の観念に依存するが、ここでは一つの情報集合に基づく最適行為タイプは、他のタイプから強くは優越されず、αがラベル化義務stitフレームからのエージェント、Iがαに関わる情報集合、mがIからの一つの時点である場合、$T\text{-}Optimal_\alpha^I = \{\tau \in Type_\alpha^m : \tau \prec_\alpha^I \tau'$である$\tau' \in Type_\alpha^m$は存在しない$\}$と定義される。すると認識的当為演算子⊙[α kstit : A]は、Aが保証されている場合は常に一つの情報集合に基づき、その各の時点での最適な行為タイプの実施によってその時点で妥当しているものとして定義され得る。対象となる情報集合は、この形式の認識的当為への付値の時点でα自身に利用可能な情報を表現し

ている情報集合 I_α^m である。

そして $\odot$[α kstit : A] の付値規則は、m/h がラベル化義務 stit モデル M からの一つの指標である時、$\mathrm{M},m/h \vDash \odot$[α kstit : A] なのは各の $\tau \in$ T-$Optimal_\alpha^{I_\alpha^m}$ 及び各の $m' \in I_\alpha^m$ に対し $[\tau]_\alpha^{m'} \sqsubseteq |\mathrm{A}|_M^{m'}$ である場合またその場合に限る、と定義される。この認識的当為は通常の様相演算子であり、その認識的当為陳述は時点決定的で、もしαがAである事を責任を持って保証すべきなら、αは認識的な意味でもAである事を責任を持って保証する能力を持つ、という極めて強い義務的な原理を充足する。即ちここでも「当為は可能を含意する」を意味する定式 $\odot$[α kstit : A] ∪ ◇ [α kstit : A] は妥当するのである。

そしてホーティは $\odot$[α kstit : A] で表される認識的当為は $K_\alpha\odot$[α stit : A] とは異なり、かの三つの難問にも答え得るエージェント的、義務的、認識的観念を結合する演算子だと主張する。

第一の問題への解：コインが表に置かれた時、αの居る m_2 では真と定まっているはずの $K_\alpha\odot$[α stit : G] だが、その事はαが自分は賭けるべきだと知っているとも、αが賭け損なう事で合理的に批判されうるとも思えない以上は疑わしい。だが少なくとも認識的意味ではαは賭けるべきだとは予測しないから、$\odot$[α kstit : G] の方は m_2 で偽と定まるので問題は無い。即ち $\odot$[α kstit : G] は、情報集合 $I_\alpha^{m_2} = \{m_2,m_3\}$ の各の成員の内で、この情報に基づく最適な各の行為タイプの実施がαが賭ける事を責任を持って保証する事例でのみ妥当するが、そこでの最適行為タイプの集合は全体集合 T-$Optimal_\alpha^{I_\alpha^{m_2}} = \{\tau_1,\tau_2,\tau_3\}$ であり、その各は他から優越されず全て最適だが、賭けを控える τ_3 は m_2 でも m_3 でもGを保証せず、$[\tau_3]_\alpha^{m_2} \sqsubseteq |\mathrm{G}|^{m_2}$ でも $[\tau_3]_\alpha^{m_3} \sqsubseteq |\mathrm{G}|^{m_3}$ でもないのである。

第二の問題への解：τ_1,τ_2,τ_3 は各、表に賭ける事、裏に賭ける事、控える事の行為タイプを表している。ここで $K_\alpha\odot[\alpha \text{ stit} : \neg G]$ は m_2 で偽と定まるので、α が m_2 で賭けるべきでないと知っているとは予測できない。だが $\odot[\alpha \text{ kstit} : \neg G]$ は m_2 で真と定まるので問題を回避できる。即ち情報集合 $I_\alpha^{m_2} = \{m_2,m_3\}$ に基づくその唯一の成員 $T\text{-}Optimal_\alpha^{I_\alpha^{m_2}} = \{\tau_3\}$（賭けを控える）は他の各に強く優越するので α に唯一利用可能な最適行為タイプであり、$[\tau_3]_\alpha^{m_2} \sqsubseteq |\neg G|^{m_2}$ と $[\tau_3]_\alpha^{m_3} \sqsubseteq |\neg G|^{m_3}$ の両方が成立する。

第三の問題への解：$W \equiv (BH \wedge H) \vee (BT \wedge T)$ とする。α が m_2 にいる場合、$K_\alpha\odot[\alpha \text{ stit} : W]$ は m_2 で真と定まり、これは α が自分が勝つべきだと知っている事を予測するが、α は認識においてはそれを為し得ない為、勝ち損なっても正当には非難されないのである。だが $\odot[\alpha \text{ kstit} : W]$ は m_2 で偽と定まる為、それは少なくとも勝ち損なう事が批判を招くような認識的意味においては α が勝つべきだとは予測せず、問題を回避できる。即ち α の情報集合 $I_\alpha^{m_2} = \{m_2,m_3\}$ に基づき α が利用できる最適行為タイプの集合は全体集合 $T\text{-}Optimal_\alpha^{I_\alpha^{m_2}} = \{\tau_1,\tau_2,\tau_3\}$ だが、これらの最適行為タイプの各の実施は α の情報集合の各の時点での勝利を保証はしないからである。

さて、認識的 kstit 演算子は因果的 stit 演算子より厳格に強いのに認識的当為演算子とエージェント的当為演算子とは強弱関係を持たない。即ち、$\odot[\alpha \text{ kstit} : A] \supset \odot[\alpha \text{ stit} : A]$ でも $\odot[\alpha \text{ stit} : A] \supset \odot [\alpha \text{ kstit} : A]$ でもない。行為トークンは最適行為タイプの実施から結果せずとも最適であり得るし、行為タイプはその情報と無矛盾な時点での実施が最適行為トークンを結果せずとも、エージェントの情報に基づき最適であり得るからである。だが通常は強弱関係を持たない両演算子もエージェント α が自分の居所を知っている完全情報下モデルでは同値である。この事例では時点 m での α の為の情報集合は $I_\alpha^m = \{m\}$ であり、そこから $K\text{-}Optimal_\alpha^m = \{[\tau]_\alpha^m : \tau \in$

$\text{T-}Optimal_{\alpha}^{I_{\alpha}^{m}}\}$、即ち最適行為トークンは最適行為タイプの実施から結果すると結論できるからである。この同一性が与えられると二つの当為は一致し $\odot[\alpha\ \text{kstit} : A] \equiv \odot[\alpha\ \text{stit} : A]$ が妥当する事になる。

また $\odot[\alpha\ \text{kstit} : A] \supset K_{\alpha}\odot[\alpha\ \text{kstit} : A]$ も妥当するので、α は認識的な意味で何かを為すべきだという事実から α は α がそれを為すべきだと知っている事が帰結し、我々が為すべき事をし損なう事で批判され得るのは我々がそれを為すべきだと知っている時だけだという事が確認されるのである。

6

これまで論じてきたホーティの論考と同様に、Horty & Pacuit（以下 H&P）も前者の場合と本質的には同様な、知識と「を為すべき」（ought-to-do）に関する標準的意味論が機能しない三つの難問を例示し、行為タイプに訴えずには当為、知識、行為に関する論理学の公理化は困難なので、認識的義務 stit 論理学ではタイプを使用すべきだと主張している。[5] だが Broersen と Abarca（以下 B&A）は行為タイプなしでも難問の解消や、そのような形式的理論の公理化は可能な事を示そうとする。[6] B&A はカントの「当為は可能を含意する」や、可能性と実践的知識の関係を通じて、義務演算子を伴う認識的 stit 意味論での客観的当為と主観的当為の違いを示し、さらにはエージェントが当為を果たす為の実践的知識を欠く場合には義務に出会わず容赦され得るような「知識依存的な当為」を stit の枠組でモデル化する為に、緒選択上の一つの義務的な順序を情報の諸集合上の一つの順序へと移すという方法を取る。

B&A はコロドニーとマクファーレンによって有名になった以下の「鉱夫達のパラドックス」[7] を客観的当為と

主観的当為の違いを表す実例として挙げる。

十人の鉱夫達がAかBのどちらかの縦穴に捉えられるが、我々はそれが正確にどちらなのかを知らない。出水が発生した為、縦穴が溢れる恐れがあるのだが、そこには縦穴の両方をではなく一方だけを塞ぐのに十分な砂袋しか存在しない。もし一方の縦穴が塞がれるなら、全ての出水は他の縦穴に向かいその中にいる全ての鉱夫達を殺すだろう。もしどちらの縦穴も塞がないなら、双方の縦穴は部分的に水浸しになるが、最大でも一人の鉱夫を殺すに留まる。

この場合、功利主義的観点からは、鉱夫達の居場所が不明な状況下で犠牲者の数を最小化する為には、次の（1）は正しいように見える。

（1）我々はどちらの縦穴も塞ぐべきでは無い。

しかし以下の前提（2）、（3）と背景的知識（4）もまた正しいように思え、それらは（5）を含意するように思える。だが（5）は（1）と矛盾するように見えるのである。

（2）もし鉱夫達が縦穴Aにいるなら、我々はAを塞ぐべきである。
（3）もし鉱夫達が縦穴Bにいるなら、我々はBを塞ぐべきである。
（4）鉱夫達は縦穴Aにいるか、またはBにいる。

（5）我々は縦穴 A を塞ぐべきであるか、または縦穴 B を塞ぐべきである。

B&A はまず問題解決の第一歩として認識的要素を取り入れ、（2）と（3）の読みを「もし我々が鉱夫達は縦穴 A に居ると知っているなら、我々は縦穴 A を塞ぐべきである。」と「もし我々が鉱夫達は縦穴 B に居ると知っているなら、我々は縦穴 B を塞ぐべきである」へと修正する。それに加え、知識演算子とホーティの行為功利主義的な「～を為すべき」演算子を持つ言語の為の認識的義務 stit モデルを用い、生命救済に対して効用を与え、当為を他者から弱くすら優越されない行為トークンとして計算する事でこのシナリオは形式化され得るが、そこでは知識を考慮した（2）と（3）でも救出者が鉱夫の居所を知らなければ（5）が真のまま残り得てしまう。

こういう知識―依存的な当為枠組でも上記の（1）、（2）、（3）、（5）での当為の種類が区別されず、推論における当為の客観的意味と主観的意味が混同されている点に B&A は矛盾の原因を見いだす。この場合、もし全ての当為が客観的なら、功利主義的道徳の視座からは鉱夫達が居る方の縦穴を塞ぐという、より好ましい選択肢が存在する以上（1）は偽だし、全ての当為が主観的なら（2）、（3）は偽だと主張されうる。なぜなら主観的な道徳的当為はエージェントが行為に関する実践的知識を持つ事を要求するが、この場で救出を試みるエージェント達は鉱夫達の居場所という実践的知識を欠く為、それと知りつつ一方の縦穴を塞いで彼らを救う行為は実行不可能だからである。

多くの場合、それと知りつつ成功裏にその当為に応じて行動する可能性を要求する主観的当為は、カントの格言「当為は可能を含意する」またはその対偶「不可能は当為の免除を含意する」と同じ内容を持つ。カントの原理もエージェントの道徳的責任性を彼の実践的知識と結びつけていることもあって、現在の状況の不確定性以外

は戦略的に斉一な行為パターンを取る点でカント的とも言える行為タイプは、実践的知識をモデル化する為に必要だと一般に信じられているが、B&A は行為タイプにはそのような必然性は無いと言う。また H&P の三つの難問に関してもB&A は、コイントスと賭の例の一つは鉱夫シナリオと同等なので、これらは認識的に補強された行為功利主義的な stit 論理学で扱えると考える。

7

その為にまず B&A は p∈P であるような命題 p の可算集合を P, $\alpha \in Ags$ であるエージェントの名の有限集合を Ags として、以下のように形式言語 $\mathcal{L}_{KCo}$ の為の文法を定める。

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid \Box\varphi \mid [\alpha\ Cstit]\varphi \mid K_{\alpha}\varphi \mid \odot[\alpha\ Cstit]\varphi$$

通常の命題結合子に加え、φ のヒストリ的必然性を表す $\Box\varphi$（$\Diamond\varphi \equiv \neg\Box\neg\varphi$）、そして知識演算子 K や義務的 Cstit 演算子[8]等で構成される $\mathcal{L}_{KCo}$ の構文論を基に、B&A は有限選択の認識的功利主義的 KCo フレームをホーティに準じ $\langle T,\sqsubset,Choice,\{\sim_{\alpha}\}_{\alpha\in Ags},Value\rangle$ と定めるが、このフレームは各の原子諸命題にそれが真である諸状況（指標）$\langle m,h\rangle$ の集合を割り当てる付値関数 $V: P \rightarrow 2^{T\times H}$ の付加でモデルへと拡張される。そのモデルに関する $\mathcal{L}_{KCo}$ の諸定式の為の意味論は以下の真理条件によって再帰的に定義される。（L は選択セルを表す）

$$\langle m,h\rangle \vDash p \quad \Leftrightarrow \quad \langle m,h\rangle \in V(p)$$

$$\langle m,h\rangle \vDash \neg\varphi \quad \Leftrightarrow \quad \langle m,h\rangle \nvDash \varphi$$

$\langle m,h\rangle \vDash \varphi \wedge \psi \Leftrightarrow \langle m,h\rangle \vDash \varphi$ かつ $m,h\rangle \vDash \psi$

$\langle m,h\rangle \vDash \Box\varphi \Leftrightarrow \forall h' \in H_m, \langle m,h'\rangle \vDash \varphi$

$\langle m,h\rangle \vDash [\alpha\ \mathrm{Cstit}]\varphi \Leftrightarrow \forall h' \in \mathit{Choice}^m_\alpha(h)$, $\langle m,h'\rangle \vDash \varphi$

$\langle m,h\rangle \vDash K_\alpha\varphi \Leftrightarrow \langle m,h\rangle \sim_\alpha \langle m',h'\rangle$ となるような $\forall\langle m',h'\rangle$ で、$\langle m',h'\rangle \vDash \varphi$

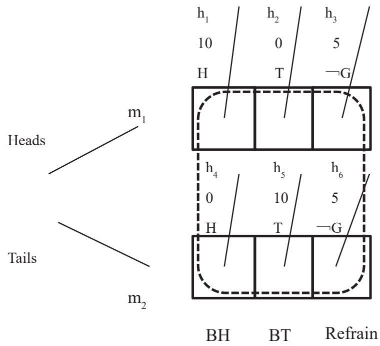
$\langle m,h\rangle \vDash \odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]\varphi \Leftrightarrow \forall L \in \mathit{Optimal}^m_\alpha$, $h' \in L$ は $\langle m,h'\rangle \vDash \varphi$ を含意する。

そしてH&Pの三つの難問は以下のように要約される。どの事例でもコイントスの結果はαには隠されている。

（1）αは表にも裏にも賭けられ、賭けを控える事も出来る。もし正しく賭ければ10を得るが、掛け損なえば何も得られず、賭けを控えれば5を得る。表に賭けるHを縦穴Aを塞ぐ事、裏に賭けるTを縦穴Bを塞ぐ事、賭を控える¬Gをいずれの縦穴も塞がない事N、と解釈すればこれは鉱夫シナリオの変形である。

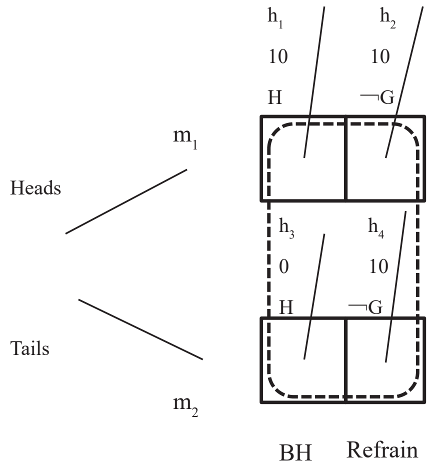
図2の点線内は任意の所与の状況でこの現時点がm_1かm_2かを区別できないエージェントαの認識的類を表すが、このαの認識的状況では各の$i \in \{1,2\}$と$h \in H_{m_i}$にとって$\langle m_i,h\rangle \vDash K_\alpha\odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]G$である事には問題が生じる。それは（3節で示したように）結果が0になる危険があっても「賭けるべきだとαが知っている」事で、この意味で客観的な最適性に関するαの知識はαを危険を冒す賭けへと導きかねない。

図2コイントス問題#1（鉱夫シナリオの変形）



（2）αは表に賭けるか賭けを控え得る。もし正しく賭ければ10を得るが、賭けを控えても同じく10を得る。

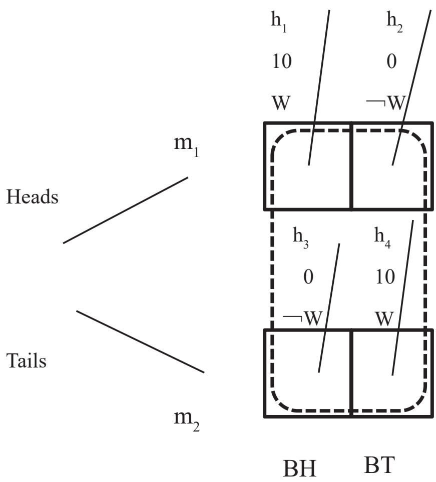
図3コイントス問題#2



この事例ではαは賭を控え、危険無しに正しく賭けたのと同額を得るべきである。問題は、各のi∈{1,2}とh∈H_{m_i}に対し、$\langle m_i, h\rangle \nvDash K_\alpha \odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]\neg G$である為、利用可能な情報がそれと示唆しても、αは賭けを控えるべきだとは知らない事である。

（3）αは表にも裏に賭けられ、正しく賭ければ10を得るが、賭け損なえば何も得られない。

図4コイントス問題#3



H&Pの定式化での問題は各のｉ∈{1,2}とh∈H_{m_i}に対し$\langle m_i,h\rangle \nvDash K_\alpha \odot[\alpha\ Cstit]W$だという点であり、この、αは任意の所与の指標で勝つべきだと知っている、という定式は、現在の指標が不明なら勝てない状況下では為すべき選択を与えず行為を導かない。αはそれと知りつつ勝つべきなのに、知識を欠く為その手段を持たずそれが出来ない。即ち（$\langle m_i,h\rangle \nvDash K_\alpha \odot[\alpha\ Cstit]W \rightarrow \Diamond K_\alpha[\alpha\ Cstit]W$）であり、ここではカントの原理「当為は可能を含意する」は充足されないのである。

H&Pは認識的義務論理学への構文論的、意味論的な追加物の導入で三つの難問の解決を試み、それと知りつつ行う事の概念を演算子[...kstit]で符号化する為に言語を拡張するが、この演算子の為の意味論では同じタイプ

の行為が異なった結果へと通じ得る以上、「表に賭ける」や「裏に賭ける」は行為タイプとして受け取り得る。B&A も H&P の方法の成功を認めるが、そのような付加物が認識的モデルに与える制約[9]を嫌い、行為タイプを用いなくても成功しうる事を示そうとする。

8

まず B&A は諸選択の優越性の順序づけを情報集合内での諸選択の順序付けへと移す二種類の知識依存的な「〜を為すべき」を定義する。

（1）ホーティの行為功利主義的な「〜を為すべき」と同じ客観的なそれでは、現在時点で可能な諸選択に直面するエージェントは、全ての弱くすら優越化されない選択に対して真である事をなさねばならない。

（2）エージェントがそれと知りつつなし得る行為の集合から最善の候補を選び出す主観的なそれでは、現時点での現実の他の選択から見て最善の候補を、それと認識的に同値なものは全てその情報集合では優越化され無いものを選ぶ事で決定する。

その主観的当為を表現する為、B&A は $\mathcal{L}_{KCO}$ を拡張した形式言語 $\mathcal{L}_{KCO}$ の為の文法を以下で与える。

$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi\wedge\psi \mid \Box\varphi \mid [\alpha\ Cstit]\varphi \mid K_{\alpha}\varphi \mid \odot[\alpha\ Cstit]\varphi \mid \odot S[\alpha\ Cstit]\varphi$

有限選択の認識的功利主義的 KCO- フレームは組 $\langle T,\sqsubset,Choice,\{\sim_{\alpha}\}_{\alpha\in Ags},Value\rangle$ であり、ここでの $T,\sqsubset,Choice$, 及び $\sim_{\alpha}$ は $\mathcal{L}_{KCO}$ と同様なやり方で定義される。$\mathcal{L}_{KCO}$ の諸定式の為のモデルと意味論の提示に関しては、主観的な

優越性順序付けを情報集合内での諸選択へと移す事で、主観的当為を表す $\odot S[\alpha\ Cstit]\varphi$ の為の適切な意味論の定義が与えられる。

即ち $\alpha \in Ags$ を一人の固定されたエージェント、$m_* \in T$ を一つの固定された瞬間とすると、一つの空では無い $L \in H_{m_*}$ と $m \in T$ に対し、m における L の認識的分割集合 $[L]^m_\alpha$ は $[L]^m_\alpha =_{def} \{h \in H_m \mid \langle m_*, h_* \rangle \sim_\alpha \langle m, h \rangle$ となるような $\exists h_* \in L\}$ と定義され、その際もし $\langle m,h \rangle \sim_\alpha \langle m',h' \rangle$ である $h \in H_m$、$h' \in H_{m'}$ が存在するなら $m \sim_\alpha m'$ と書かれる。

そして $Choice^{m_*}_\alpha$ 上の主観的順序 $\preceq_s$ は、$L, L' \subseteq H_{m_*}$ に対し $L \preceq_s L'$ なのは $m_* \sim_\alpha m$ である各の m と、各の $h \in [L]^m_\alpha$ と $h' \in [L']^m_\alpha$ に対し $Value(h) \leq Value(h')$ である場合またその場合に限る、と定義され、諸行為の主観的に最適な集合 $S\text{-}\mathit{optimal}^{m_*}_\alpha$ は、$S\text{-}\mathit{optimal}^{m_*}_\alpha =_{def} \{L \in Choice^{m_*}_\alpha$; $L \prec_s L'$ である $L' \in Choice^{m_*}_\alpha$ は存在しない$\}$ と定義される。なお $L \prec_s L'$ なのは $L \preceq_s L'$ かつ $L' \npreceq_s L$ である時またその時に限るとされる。

このフレーム $\langle T, \sqsubset, Choice, \{\sim_\alpha\}_{\alpha \in Ags}, Value \rangle$ は原子諸命題に関する付値 V を加える事でモデル $M = \langle T, \sqsubset, Choice, \{\sim_\alpha\}_{\alpha \in Ags}, Value, V \rangle$ へと拡張される。また $\mathcal{L}_{KCO}$ の諸定式の為の意味論は、以前の $\mathcal{L}_{KCO}$ での規則を真理条件、$\langle m,h \rangle \models \odot S[\alpha\ Cstit]\varphi \Leftrightarrow \forall L \in S\text{-}\mathit{optimal}^m_\alpha$, $m \sim_\alpha m'$ である $\forall m'$ に対し $[L]^{m'}_\alpha \subseteq |\varphi|^{m'}$、によって拡張する事で再帰的に定義される。

このような準備の下、B&A は三つの難問への解を示す。

（1）への解：図5ではコイントスの結果を知らない α に $\sim_\alpha$ は、表に賭ける $\{\langle m_1,h_1 \rangle, \langle m_2,h_4 \rangle\}$、裏に賭ける $\{\langle m_1,h_2 \rangle, \langle m_2,h_5 \rangle\}$、賭を控える $\{\langle m_1,h_3 \rangle, \langle m_2,h_6 \rangle\}$、という三つの同値類で定義されている。その配置から示されるように、α は一つの行動を性格づけている一つの所与の条件が施行される事（表に賭ける、裏に賭ける、賭を

控える、といった）を、それと知りつつ責任を持って保証するという意味で、それと知りつつ行動できる。この場合、各の i∈{1,2} と h∈H_{m_i} に対し ⟨m_i,h⟩ ⊨ K_α⊙[α Cstit]G であっても、それが客観的「～を為すべき」の知識だと考えれば問題は解消される（鉱夫達の例で言えば、各の i∈{1,2} と h∈H_{m_i} に対して ⟨m_i,h⟩ ⊨ K_α（⊙[α Cstit]A ∨ ⊙[α Cstit]B）、即ち鉱夫の居る縦穴が A か B か分かるなら当該の縦穴を塞げば良いのだから）。だが主観的には、各の i∈{1,2} と h∈H_{m_i} に対して ⟨m_i,h⟩ ⊭ ⊙S[α Cstit]G であり、それは ⟨m_i,h⟩ ⊭ K_α⊙S[α Cstit]G を含意する為、α は賭けるべきだとは知り得ない。鉱夫達の例だと、各の i∈{1,2} と h∈H_{m_i} に対して ⟨m_i,h⟩ ⊭ ⊙S[α Cstit]A かつ ⟨m_i,h⟩ ⊭ ⊙S[α Cstit]B であり、さらには ⟨m_i,h⟩ ⊨ ⊙S[α Cstit]N でもないので[10]、α は何かをする義務によっては強制されず、また間違った縦穴を選択する悲劇に陥っても許される事になろう。

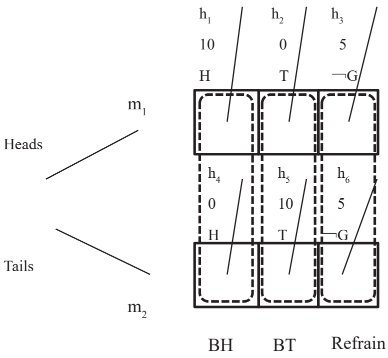


図5コイントス問題#1再訪

（2）への解：図2と図5の関係のようにαが表に賭ける $\{<m_1,h_1>,<m_2,h_3>\}$ と賭けを控える $\{<m_1,h_2>,<m_2,h_4>\}$ という二つの同値類で定義された $\sim_\alpha$ によって、B&A は図3の例を縦割にして解釈し、αは任意の所与の時点でそれと知りつつ行動しうると想定する。各の $i\in\{1,2\}$ と $h\in H_{m_i}$ に対し $<m_i,h>\vDash\odot S[\alpha\ Cstit]\neg G$ かつ $<m_i,h>\vDash K_\alpha\odot S[\alpha\ Cstit]\neg G$ なので、この意味論での問題は解決されており、その論証は主観的順序付けと主観的に最適な集合の定義、即ち、S-$optimal_\alpha^{m_1}=\{\{h_2\}\}$ と S-$optimal_\alpha^{m_2}=\{\{h_4\}\}$ の定義から為される。この状況での行動に関する知識はαに無用な危険を避けさせるので、αは主観的に賭けを控えるべきなのである（共に値10の各の $h\in H_{m_1}$ に対しては $<m_1,h>\nvDash K_\alpha\odot[\alpha\ Cstit]\neg G$ はなお妥当するのだが）。

（3）への解：同じく、αが表に賭ける $\{<m_1,h_1>,<m_2,h_3>\}$ と裏に賭ける $\{<m_1,h_2>,<m_2,h_4>\}$ という二つの同値類で定義された $\sim_\alpha$ によって、B&A は図4の例を縦割にして解釈する。各の $i\in\{1,2\}$ と $h\in H_{m_i}$ に対し、コイントスの結果を知らないαにとっては S-$optimal_\alpha^{m_1}=\{\{h_1\},\{h_2\}\}$ かつ S-$optimal_\alpha^{m_2}=\{\{h_3\},\{h_4\}\}$ である為、$<m_i,h>\nvDash\odot S[\alpha\ Cstit]W$ が得られ、この意味論での問題は解決される。即ちそれは $<m_i,h>\nvDash K_\alpha\odot S[\alpha\ Cstit]W$ を含意するので、αは客観的には（当然！）勝つべきだと知っていても主観的には勝つべき事にはならない。即ち、αは勝つという主観的義務に従って勝利を目指す行動をそれと知りつつは導けないのである。

H&P のものと比べ、B&A の解決は定式化が状況間の識別不可能性の関係を保持している点で異なるが、両者の解決は実質的に同じで、B&A の $\odot S[\alpha\ Cstit]$ は H&P の $\odot[...kstit]$ の類似物として作用する。

これらの結果から B&A は客観的及び主観的な認識的当為の形式化を目指す公理体系Λの構築を試みる。Λは、

命題論理学の全ての古典的恒真式、□の為のS5諸公理、[α Cstit]、K_α、及び以下の諸公理と推論規則で定義される公理体系である。

（A1）$\odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}](p \to q) \to (\odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \to \odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]q)$

（A2）$\Box p \to [\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \land \odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p$

（A3）$\Box \odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \lor \Box \neg \odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p$

（A4）$\odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \to \odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]([\alpha\ \mathrm{Cstit}]p)$

（Oic）$\odot[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \to \Diamond[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p$

n≥1かつ二つ一組で異なる$\alpha_1,\ldots,\alpha_n$に対して

（IA）$\bigwedge_{1\leq k\leq n} \Diamond[\alpha_i\ \mathrm{Cstit}]p_i \to \Diamond\left(\bigwedge_{1\leq k\leq n}[\alpha_i\ \mathrm{Cstit}]p_i\right)$

（A5）$\odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}](p \to q) \to (\odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \to \odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}]q)$

（A6）$\Box \odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \lor \Box \neg \odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p$

（A7）$\odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \to \odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}](K_\alpha p)$

（KX）$K_\alpha p \to [\alpha\ \mathrm{Cstit}]p$

（US）$\Diamond K_\alpha p \to K_\alpha \Diamond p$

（s.N）$K_\alpha \Box p \to \odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p$

（s.Oic）$\odot S[\alpha\ \mathrm{Cstit}]p \to \Diamond K_\alpha p$

（C1）$\odot S[\alpha\ Cstit]p \rightarrow K_{\alpha} \Box \odot S[\alpha\ Cstit]p$

推論規則：Modus Ponens、置換、□の為の必然化

（IA）は「諸エージェントの独立性」の為の公理で、公理（KX）は「実践的知識」の制約を、公理（US）は「諸戦略の斉一性」の制約を符号化する。公理（Oic）と公理（s.Oic）はカントの命法「当為は可能を含意する」の客観的及び主観的ヴァージョンと関係している。公理（s.N）（主観的必然性）は認識的に識別不能な状況におけるヒストリ的に必然的な全ては主観的義務でなくてはならないと述べ、公理（C1）（closure）はもし人が主観的に何かを為すべきなら人はそういう事態だと知っている、という論理学の望ましい特性を性格づける。公理体系Λは認識的功利主義的二値 KCO- モデルの類に関して健全かつ完全に見え、そのモデルは形式 $\langle T,\sqsubset,Choice,\{\sim_{\alpha}\}_{\alpha\in Ags},ValueO,ValueS\rangle$ となるが、付値関数 ValueO は客観的な為すべき事の為の、ValueS は主観的なそれの為の物である。

B&A はこの公理体系Λの認識的功利主義的二値の KCO- 諸モデルに関する健全性と完全性の証明を試みるが、B&A による健全性の証明はかなり長大であり、完全性については執筆中の論考に掲載予定の証明の概略が示されるだけなので紙幅の関係から双方とも割愛する。結果として認識的功利主義二値 KCO- 諸モデルに関する健全性と完全性が証明されると、責任性の問題に関してこの体系は、認識的な次元を持つ主観的義務では「当為は可能を含意する」は必ずしも成り立たない事、即ち、$\nvDash \odot[\alpha\ Cstit]\varphi \rightarrow \Diamond K_{\alpha}[\alpha\ Cstit]\varphi$、となる属性を持つ事が分かるのである。

9

これらからコイントスと賭の問題や、その変形としての十人の鉱夫問題で露わとなる、認識と当為に関わる難問の多くは当為の主観性と客観性の混同から生じる事が分かった。主観的当為はエージェントの実践的知識と深く関わる為、カント流の「当為は可能を含意する」という原理はなお多くの場合に妥当するとは言え、認識的要素を取り入れたstit義務論理では常には妥当せず、その事は実践的知識を取り入れたそのモデル化に際してカント的原理と整合性の高い行為タイプを選択しない場合に顕著になるのである。

そしてさらに、当為の主観客観の区別のもたらすものを論理学的手段で精密に解析したH&PやB&Aの方法は、例えば主客の当為性が絡む「道徳的運」のような問題に対しても適用可能ではないかと我々は考えるのである。

注釈

1 その一端は、King,Alex: 2019: What We Ought and What We Can: Routledge 巻末の文献表での近年のこの問題に関する研究の豊富さにも伺われる。

2 この論考の2-5節は、Horty,John: Epistemic Oughts in STIT Semantics（Abbreviated Version）,2018: in Deontic Logic & Normative Systems 14th International Conference, DEON 2018: pp.157-175 中の当為／可能問題に焦点を当てた解説的要約である。

3 基本的には以下はHorty,John 2001: Agency & Deontic Logic: OUP の諸概念である。

4 原論文の τ_2 を τ_3 に修正している。

5 Horty,John & Pacuit,Eric: Action Types in STIT Semantics: Review of Symbolic Logic 2017

6 6-8 節 は Broersen,Jan & Abarca,Aldo.I.R.: 2018: Knowledge & Subjective Oughts in STIT Logic: in Deontic Logic & Normative Systems 14th International Conference, DEON 2018: pp.51-69 中の当為／可能問題に焦点を絞った解説的要約である。この論文が直接対峙しているのは Horty & Pacuit 2017 であるが、これと Horty 2018 との間には基本的な立場の相違は無い。なお Broersen & Abarca 2018 と Hoty 2018 とでは同じ概念の記法に若干の違いがあるが（指標が状況に、H^m が H_m に、集合 Agent が Ags に、∧が⊓に、∪が↓に、K が L に、stit が Cstit に等々）類推は容易なので原論文を参照する際の便を考え無理に統一はしなかった。

7 Kolodny,Niko & MacFarlane,John 2010: IFS AND OUGHTS: in Journal of Philosophy Vol.CVII. No.3,MARCH:p.115ff. これについては解説を試みた拙論「助けを待つ十人の鉱夫達」2018 in 倫理学紀要２５輯：東京大学大学院人文社会系研究科倫理学研究室、がある。

8 Cstit は B.Chellas が The Logical Form of Imperatives 1969（博士論文）で導入したものに似た stit 演算子の一種である。

9 （i）認識的区別不能性の関係を m/h ペアから諸瞬間へ移すのは意味論的制限を伴う事、
（ii）諸戦略の斉一性の制約で、区別不能な諸状態が同じ諸タイプを提供するなら構文論的に性格づけられない事、が挙げられている。

10 原論文の m_1 を m_i に修正している。