優越戦略と最大期待効用戦略

Dominant Strategy and Maximum Expected Utility Strategy

榛葉 豊*
Yutaka SHINBA

Abstract: Game theory tells us, there are major strategies, namely the dominant strategy and maximum expected strategy. However, they are contradicted each other, occasionally. The notorious example is so called Newcomb's Paradox. This problem said to be a deformation of the Prisoner's dilemma. We put in order the controversy between two strategies in the examination of probabilistic backward causation. The interpretation of probability re-discussed.

1．はじめに

2人のプレイヤーがいて，それぞれが複数の戦略から選択出来るとき，プレーヤーの一方から見た，優越戦略（支配戦略）とは次のことを言う．「相手がどの選択をしようとも，他の戦略より必ず自分の効用が高くなっている．」[7] すなわち，k を自分の戦略の添え字，j を相手の戦略の添え字，U を効用として，戦略 k_0 が優越戦略であるとは

$$\forall j,\ \forall k,\quad U_{k_0 j} \geq U_{k j}\quad ,$$

である．

一方最大期待効用戦略とは，確率的状況の中で戦略の期待効用が，戦略の集合の中で最大になっている様な戦略である．すなわち

$$U_k = \sum_{j=1}^{n} p_j U_{k i}$$

を最大にするような戦略である．

優越戦略を選ぶというのが DP(Dominance Principle)で，期待効用が最大に成るような戦略を選ぶのが MEU (Maximum Expected Utility）である．

この2つの原理が，矛盾するという状況がある．その例題として有名なのが，ニューカム問題である．ニューカム問題は色々な問題を含んでいる，合理性の哲学の練習場である．それが本当にパラドックスなのかそうでないか，合理性と首尾一貫性に対する信念のリトマス試験紙であるのか．遡及因果はどうなるのか．完全なる予測とは，自由意志は可能なのか，客観確率と主観確率の較正等々である．

ニューカム問題の本当の問題点はなんであろうか．それを考えてみたい．

2．問題の設定と解説

まず，ニューカム問題の設定を提示しておこう．

「ここに箱1と箱2がある．箱1には必ず10万円入っている．箱2には1億万円入っているか何も入っていないかのどちらかである．あなたの取れる戦略は（1）両方の箱の中のもの受け取る，(2)箱2に入っているものだけを受け取る，のどちらかである．しかしここに困った問題がある．箱2に1億円入れるか入れないかは，予言に関して超能力を持つものが決める．彼はあなたの戦略決定を，事前に非常に正確に予言できる．またあなたも彼の予言能力を信じている．彼はあなたの選択を予言し，その予言に依存して以下のことをあなたの選択よりずっと前に行う．もし彼が，あなたは両方の箱をとるとの予言に達した場合，箱2には1億円は入れない．すなわち箱2の中身は0である．もし，かれが，あなたが箱1の10万円は放棄して，箱2の中に入っているものだけを受け取るとの結論に達した場合には，1億円を箱2に入れる．以上の事をあなたは良く理解しているし，またあなたが理解していることも超能力者は知っている．さてあなたの最適戦略は1箱のみ受け取るか，2箱とも取るか，どちらであろう」

というものである．

DP に従った行動は次の通り．超能力者の戦略は，箱2に，1億円を入れる，または入れないである．1億円入れ

2009年3月10日受理
*　総合情報学部　人間情報デザイン学科

た場合，箱1に10万円，箱2に1億円である．入れなかった場合には，箱2は空である．2箱取った方が（限界効用逓減の法則などという事は言わないことにして）得である．2箱取れば1億10万円か10万円である．1箱の場合は，それぞれ1億円かゼロである．どちらにしても10万円多い．

表1

	予言 2箱取る	予言 1箱取る
あなた 2箱取る	10万円	1億10万円
あなた 1箱取る	0円	1億円

超能力者の精度の高い予言だかなんだか知らないが，その行為は既に終わっている．正規形のゲームのように表しているが，両者同時に手を出すのではなく，超能力者の手が先である（本当にそうであろうか，超能力者の選択の原因は何なのであろうか，そこが問題なのである）．現に目の前の箱に，金が入っていて，私が何をしようと，（超能力者の予測を裏切って）どう選択を変えようともう変化しようがないのである．

一方MEUに従った推論は，次のようになる．精度の高い予測というのだから，その当たる確率をpとしよう．$1/2 \le p \le 1$ である．効用は金額そのものであるとする．

あなたが，1箱受け取るという戦略を選択した場合．予言が当たったと言うことは，超能力者は1箱と予言していて，箱2に1億円入れていた．また外れた場合というのは，超能力者は2箱と予言いて，箱2は空である．

$$U_1 = p \times 10000 + (1-p) \times 0$$

単位1万円．あなたが2箱取るという戦略を選択した場合．当たったと言うことは，超能力者は2箱取ると予言していて，箱2には金を入れなかった．また外れた場合というのは，超能力者は1箱取るだろうと予言して，箱2に1億円を入れてあった．このときに2箱取れば1億10万円である．

$$U_2 = p \times 10 + (1-p) \times 10010$$

となる．予言は90％当たるとしてみよう，すなわち$p = 0.9$としてみれば，$U_1 = 9000$，$U_2 = 9 + 1001 = 1010$となる．すなわち，MEUから言えば，1箱のみ受け取るというのが，$p = 0.9$ の時の最適戦略である．$p = 0.99$とすれば，$U_1 = 9900$ ，$U_2 = 9.9 + 100.1 = 110$ となり更に，1箱受け取る戦略の方が有利である．

pの値で最適戦略は変わるから，$U_1 = U_2$になるようなp を求めてみる．予言が当たらないなら箱2に1億円が入っているかいないか今の選択によらず分からないのだから，2箱取った方が当然得であろうからである．その値は $p = 0.5005$である．

予言が全然当たらないとは，$p = 0.5$ であることを言うのであろう．それでは逆の予言をする（反対の相関である） $p = 0.1$ としたらどうなるか． $U_1 = 1000$ ，$U_2 = 9010$である．この場合には予言能力はあると言うべきではある．予言に基づく褒賞と懲罰について，反対の行為するのであるから当然の結果である

上のことを踏まえて考えてみよう．境界値が0.5005であるから，完全に外れる場合を除いてほとんどの場合，MEUから言えば，2箱取るのが最善である．

ここでちょっと問題がある．期待効用最大原理は，多数回の試行ができる事が前提されている．単一事象の場合を考えるとどうなるであろうか．元々意志決定理論は，主に単一事象を，主観確率で取り扱うのであった．繰り返し試行ならばMEUは納得しやすいが，単一事象でも当然この原理は主張しうるものである．

しかし，ほとんどの人は直感的に，遡及因果は信じないであろう．遡及因果とは，現在の行為によって過去の現象が変わると言うことである．

逆に，遡及因果を信じるという立場は難しい．現在の事象と，過去の事象が相関しているという事は設定より明らかである．しかし，因果と言ってしまうほど単純ではない．設定された相関に合わせるように，（私は知ってはいないが，過去は変えようが無く与えられているから）せめて，選択しうる現在の事象でその相関を保とう，（当然自分にとって効用が高いケースにおいて），とするのであろう．

Nozick[1-3]やSainsbury[5]の意見は2箱派である．諸説まとめて言えば，遡及因果を信じるかどうかで，

信じる → EMU → 1箱派 （2箱の場合も）
信じない → DP → 2箱派

となる．しかしこの様に単純明快に区分け出来るものではない．サイエンス誌上でのアンケートがあって DP派とMEU派は，上記の聞き方（誘導）をすると，2.5：1 だったそうである．

遡及因果と言ってもここでの遡及因果は確率的遡及因果であるから，正確に言えば，MEUが導くのは 1箱派

の時と2箱派の時があって，それは予言が当たる確率の値pによると言えるだろう．

3．リスク・テイカー かどうか

もうひとつの観点として，あなたが大もうけをしたいかそうでないかという事がある．または，リスク・テイカーかどうかと言うようなことである．

大もうけしたい　→　1箱派
確実派　→　2箱派

あなたは，DPによって2箱取れば，恒にMEUより得をするであろう．しかしそれは極僅かである．すなわち，成功した場合でも，MEUより極僅かましなだけで，成功の効用の大きさと区別出来ないほどである．（1億10万円と1億円）

一方，選択が失敗した場合を見てみよう．あなたはDPによって，10万円受け取る．これは，1億円がかかっているという状況を考えると，残念賞のようなものである．勿論，MEUによれば，あなたは0円ではあるが，1億円失った事に比べれば，悔しさは同じようなものである．

その上決定的なことは，pが1に近いのであるからDPはほぼ確実に残念賞．MEUは1億円である．

リスク・テイカー（成功確率$p \approx 1$であるから，これはもう「リスク」の名に値しないかも知れないが．しかし，ごく稀に外れることがあるのだからリスクと言って良いであろう．統計的分散によるリスクの定義に合致する）にとっては，MEUに一致する1箱選択肢かあり得ないと言う事になる．

ここの議論では，「残念賞」が，問題になっている最大額に比べて無視に値するほど小さいことが決定的である．

リスクの程度を変えてみよう．

表2

	予言 2箱取る	予言 1箱取る
あなた 2箱取る	800万円	1300万円
あなた 1箱取る	0円	500万円

つまり箱1にいつも800万円，箱2には超能力者が1箱取ると予言した場合に限って500万円入れるという設定である．このマトリックスであれば，2箱戦略が優越戦略である．DPにより2箱という人がほとんどになるのでは無かろうか．念のため期待効用も計算しておこう．

$$U_1 = p \times 500 + (1 - p) \times 0$$

$$U_2 = p \times 800 + (1 - p) \times 1300$$

であるから，$p = 0.9$と仮定した場合，$U_1 = 450$，$U_2 = 720 + 50 = 770$となり，この場合は，DPとMEUが一致する．表2の場合でもDPに反した選択をMEUが示唆するためには，$U_1 \geq U_2$　とならなければならないが，そのためにはpが1以上となり解はない．つまりどんなpの値であっても（予言の精度如何に拘わらず）DPとMEUは一致している．

注意しなければならないのは，リスク・テイカーの議論は，遡及因果を信じるかどうかとは別の話であると言う事である．遡及因果などあり得ないと思っていても，単に統計的な相関からだけで，リスク・テイカーは1箱派たるのである．

4．優越戦略原理が失敗する場合

しかし優越戦略がいつも正しいのではない．次の例を考えてみよう．

アメリカが，アフガニスタンから撤兵しようかどうしようかと考えている．効用表は表2の通りであるとする．表中の数値はアメリカの効用である．

アメリカにとって一番都合の良いのは，戦闘が終息してアメリカ軍政下で立て直しを図ることである．最もまずいのは，撤兵した後でタリバンの攻勢が強まり，親米政権が倒れることである．

表3

	アメリカ 撤兵	アメリカ 撤兵しない
タリバン 攻勢	−5	−2
タリバン 終息	2	2.5

このマトリックスでは，「撤兵しない」という戦略が，タリバンがどういう戦略をとった場合であろうとも，より良い選択である．すなわちDPである．

しかし，高い確率でアメリカが撤兵しないとするとタリバンが攻勢に入り，また撤兵したとするとタリバンの攻勢は終息するだろうと考えられている．一方残留したときタリバンは終息せずに攻勢に入るであろう．また撤兵したときタリバンの親米政権への攻勢が終息することはあり得ないとする．そうだとすると最適戦略は，撤兵しない事ではないだろうか．

ここでの教訓は，マトリックスの各マスにその実現性について確率的な重みが付いていることである．それも単に統計的な確率的相関ではなく，マスの間の因果的相関関係が存在するのである．

Nozick[1] は次のような例も提出している．

次の表 4 は，あなたが白組に賭けるか紅組に賭けるかの利得の表である．

表 4

	白組が勝つ	紅組が勝つ
あなた白に賭ける	1 万円	−500 円
あなた紅に賭ける	−600 円	9500 円

このマトリックスには，優越戦略は存在しない．白組が勝つ場合には，白組に賭けた方が良いし，紅組が勝つなら紅組に賭けた方がよい．

ところが表 3 を，勝つ組が，あなたが賭けた方の組なのかどうかという観点で整理し直すと，

表 5

	賭けた組が勝つ	賭けた組が負ける
あなた白に賭ける	1 万円	−500 円
あなた紅に賭ける	9500 円	−600 円

となる．このマトリックスには，優越戦略がある．それは白組に賭けることである．賭に勝ったときには，白の方が 500 円多い．一方賭に負けたときでも，白に賭けた方が負けは少ない．表 3 と 4 で事実関係になんの違いもない．整理の仕方が違うだけである．

Nozick はこの理由を，表 5 の方に優越戦略が存在するのは，賭の判断と実際にどちらが勝ったかという状態が，独立ではないからであると論ずる．この状況では，紅組は穴だ．一方白組は本命だ．ならば白に賭けることは勝つ確率は高い．それに賭けるべきである．

つまり，表 5 の中で実際には起こりにくいマスがあるという場合である．

このことから，優越戦略原理が妥当するのは戦略の選択が結果に影響しないときのみであると結論づけた．ニューカム問題で言うなら，1 箱か 2 箱かのあなたの現在の選択が，予言者の予言に確率的因果しないという場合にのみ，DP が妥当する．§2 で述べたことである．

ここに，Ayer や Dumett そして大森[11] らの，遡及因果（大森は「後の祭りを祭る」と言い表している）の議論が関係してくるのである．

しかし表 4，5 がニューカム問題と違うのは，あなたの選択が，時間的に先である点である．ニューカム問題では相手或いは状況の決定はあなたの選択より先である．だるからこそ「遡及」因果と述べたのである．それとは反対にここでは，どちらの組が勝つかという決定は，あなたの賭という選択の後である．これが本質的違いである．従って Nozick のいう，「超能力者の予言に確率的因果しないという場合にのみ」は，「過去においてなされ完了した超能力者の予言者の予言に確率的遡及因果しないという場合にのみ」に変更されなければならない．Nozick のいった制限より更にもっと難しい制限が付いているのである．

念のために，ニューカム問題の表 1 を予言が当たるか当たらないかで整理し直しておこう．次の表 6 の様になる．

表 6

	予言当たり	予言外れ
あなた 2 箱取る	10 万円	1 億 10 万円
あなた 1 箱取る	1 億円	0 円

この表で見ると，2 箱戦略は優越戦略ではなくなっている．予言が当たった場合には，1 箱の方が圧倒的に有利である．しかもほぼ確実に予言は当たるのである．MEU の計算は表 1 に基づいたのと全く同じであり，MEU は 1 箱戦略を示唆する．その一方で，DP はそもそも優越戦略が存在しないのである．

さきに表 6 を見せられれば，表 1 と全く同じ問題なのであるが，ほとんどの人は MEU を採用するであろう．

5．$p=1$ の場合

予言が当たる確率がほとんど 1 であるとしよう．確率が 1 であると言うことは，表 1 で右上と左下はないと言うことである．これなら，MEU が $p\to 1$ での極限で示す戦略と一致して，2 箱取ると 10 万円，1 箱取ると 1 億円であるから，1 箱取ることが最適戦略である．

といっても，あなたが1箱取るか2箱取るかは，過去の超能力者の予言で決まっているので，選択と言うには当たらない．自由意志は存在しないとも言える．一つの逃げ道は，予言者の予言に従ってそれが成就する様にあなたは振る舞う性質だ，と言う事である．それを裏切って選択を変えるという事態は，$p \neq 1$ なら残されているとも言えるが，p が何を記述しているのかという意味合いを変えれば救えるとも言える．

6．囚人のジレンマ との関係

ニューカム問題は囚人のジレンマの変形であると，良く言われる．

しかし，初等的なゲームの理論の教科書では，次のことが出張される．くり消し設定ではない2人非零和ゲームのお互いに情報交換も談合もせずに，合理的推論で選択を決める．マトリックスは相互の完全情報として公開されている．この限りにおいては，確率という事態は現れない．それは，混合戦略などと言う，繰り返し設定のスキームで初めて概念であった．そして，双方のプレイヤーは，外界からの影響，強制などはなくて独立に戦略を選択しうる（有利不利など別にすれば）．

だが，それはあくまで，最初の段階で，第一近似としての数学的な理論を作るときのことである．実際のゲームの理論の政治経済軍事などでの使われ方は，当然戦略対の起こりやすさ，戦略対の間の相関を考慮に入れている．

囚人のジレンマとは周知のように，2人非零和ゲームで

表7

	相手 自白	相手 黙秘
あなた 自白	(－5，－5)	(－1，－10)
あなた 黙秘	(－10，－1)	(－2，－2)

と言うような，利得表で表されるものである．社会心理学者 Rapaport によって効用の数値に対して，大小関係で特定されている．別々に取り調べられている共犯の2人だが，両方自白すれば，双方懲役5年．裏切って仲間を売れば（自分のみ自白する）あなたは懲役1年で済ませて貰えるが，裏切られて方は懲役10年である．両方共黙秘した場合は証拠があまりないと言うことで双方懲役2年である．

（自白，自白）対は Nash 均衡点[7] で，共倒れ状態と言われる．一方（黙秘，黙秘）対が，共栄状態であり，協力状態とも言われる．しかし，この状態（に対する決断）は不安定で，裏切って助かりたい誘惑が強くある．あなたも相手もそうであるから結局共倒れ状態に陥ってしまう．なお（自白，黙秘），（黙秘，自白）で特をする側を「フリー・ライダー」と言われる．また，（自白，自白）以外の3点は，Pareto 最適点[7] に成っている．

表を見てすぐ分かるように，裏切りが，双方にとって優越戦略なわけであり，DP 原理によって Nash 均衡点に落ち着くのである．

これから発展した研究が，繰り返しスキームの囚人のジレンマである．裏切られる不安を乗り越えて，どういう条件でいかにすれば協力が発生しそして安定するかという心理実験と計算機実験による研究が沢山されている．戦略選択の系列を通して意志を伝えると言うような事である．例えば，相手の出方にお返しする TIT-FOR-TAT 戦略である．最近では，スモールワールド・ネットワーク上の囚人のジレンマに於ける協力の島の安定性，などという研究がされている．

この繰り返し囚人のジレンマで，初めて教科書的には確率要素が入ってくる．

さて，ニューカム問題の一つの大きな論点は，遡及因果である．そしてその様な疑いが出てくるのは，「非常に高い精度での予測」という完全な知識，情報などに係わる概念からである．

囚人のジレンマに，その様なほぼ完全な予測の要素をとり入れたのが，次の問題である．

一卵性双生児の囚人のジレンマ：

囚人のジレンマの，2人の共犯容疑者が，同じように育てられた一卵性双生児であったとする．90％行動様式は遺伝的に決まっているという．このときの囚人の推論は次のようになろう．相手は遺伝子が私と全く同じなのだから，私とほとんど完全に同じ推論をするだろう．

私は強調したい性質だから（裏切りたい），私の片割れも強調しよう（裏切ろう）とするだろうし，また私のこの推論と同じ推論をしているだろう．となってフリー・ライダー状況は起こらない．そうすると2つの両方が同じ戦略をとる対のうち，黙秘の方が，双方にとって効用が高くて共栄である．片割れもそう推論するはずだから，私は黙秘にする．

この推論には確率的要因が侵入してきている．片割れも90％私と同じ行動をとるであろうと言うところである．すなわち，戦略を自由に選択できる訳ではなく，実現が困難な確率の低い戦略対がある．ここではフリー・ライダー状態である．

これでの推論は，一種遡及因果の考えと似ている．「癌になると砂糖が欲しくなると言う．今無性に砂糖が欲しくなった．しかし癌だと嫌だから，砂糖は控えておこう．」という型の行動選択と似ている．

ニューカム問題とも同じ方である．ニューカム問題の時

には，超能力者の予言は 90%当たってきた．しかしだからといって，いまから私が決定することが過去に影響出来るわけではない．

同様に，この一卵性双生児の推論は，確率的遡及因果を仮定している．共通原因は，一卵であったとき同一の遺伝子であったことである．それが分割分離され別々の個体になった．高い確率で同じ行動をとると言うことも承認しよう．しかし完全に $p=1$ というのでないならば，あなたのこれから下す決定は，過去の共通原因に遡及して，そこから片割れの思考にブーメラン因果出来るわけではないのである．ましてや共時的な現在において，あなたの思考が片割れの思考に対し直接因果出来る事はあり得ない．

7．相関と確率的因果

ニューカム問題は，DP が正しいか，それとも MEU が正しいのか単純に排他的に決められるというのでは無いようである．全く同じ設定でも整理の仕方を変えて問うと，同じ人でも意見が変わってくる．またリスク・テイカーであるかどうかでも反対の意見になる(リスクや効用ということは排除して数値の最適化に徹するべきかも知れないが)．そして DP と MEU のどちらが有利かには，予言の精度 p の閾値があり，判定はそれを境に変わってきたりもする．

DP による説明を提示するときに，状況の全貌がうまく説明出来ないがために，DP に従う事が，他の選択があり得ないぐらい当然で，そうでないのは気が狂っているかのごとく思わせてしまう．そうすると MEU は妥当な原理だと思っても，しかしそれは正しい DP に矛盾することがあるのであるから，何かある条件下でしか妥当しない原理なのであろうとまで考えさせてしまう．このことがニューカム問題をパラドックスと言わせてきた理由だと思う．

だがその上で，もし確率的遡及因果が有りうるなら，MEU が正しいと言う事になる．何が間違っているのであろうか．「超能力者は非常に高い精度で予言が出来て」と言う設定を，予言が「当たる」確率 p で表現するところに問題があるようである．確率 p は，もし測定するのなら，超能力者に予言をさせて（無理なことではあるが，同じ状況を沢山作って），その成功頻度の統計をとると言うことになるだろう．

しかし，予言と同じ事態が後で起こったとして，それで予言が成功したと言えるのであろうか．予言とはどういう事を言うのであろうか．スーパーコンピュータで，あなたや世界の詳細なデータに基づいた計算をするのであろうか．または，気象シミュレータや分子動力学の ab initio の様な計算をさせるのか．占星術を発展させるのか．とにかく，神に聞くにしろ，何かのメカニズムによる予言を言うのであろう．そんな事は実現出来ないだろう．しかしニューカム実験は成功する可能性があるのである．

予言などしなくて良いのである．§2 で，$p=0.5005$ が MEU が成功する閾値である事を計算した．$p=0.5$ ということは，全然予想出来ないと言うことである．するとそれより極僅か当たる率が高ければいい．デタラメな予想にほんのちょっと，あなたについての知見を加えて 1 箱か 2 箱かを予想し，箱に 1 億円入れたり入れなかったりすればいい．

ここでいう確率が高い予想というのは，何かのメカニズムによって予想していなくても大丈夫なのである．それは単に，超能力者の 1 箱か 2 箱かの予想と，あなたがその後 1 箱にするか 2 箱にするかの，時間を隔てた相関が高いかどうかだけなのである．あなたと超能力者の戦略対の間の時間を隔てた確率的相関なのである．

この相関関係を，確率的因果関係ととってしまうから，混乱してくるのである．その上，ニューカム問題の場合には，時間順序が逆になった遡及因果関係の形式になっていることから更に紛れが生じている．あなたの決定と目の前の箱の中の 1 億円の因果であれば，ブーメラン因果である．確率的相関関係と確率的因果関係は違う事に注意しなければならない．単に相関関係と言うだけと捉えれば，遡及因果などと言う概念上の困難は発生しない．

これからの決定が，過去に既に決まっている分岐（その結果である，現在の箱の中の 1 億円の有る無し）に影響出来るわけがないとするなら，遡及因果を我々は認証出来ないのであるから，ニューカム問題に現れる確率的関係は単なる相関関係としか，解釈し得ないのである．

因果関係という思い込みを捨てるなら，ニューカム問題は，これまでの議論で見てきたように，パラドックスではなく，単なる意志決定理論の練習問題である．

参考文献

1） R. Nozick, “Newcomb’s Problem and Two Principles of Choices” , *Essays in Honor of Carl Hempel*, Reidel(1969)

2） R. Nozick, “Newcomb’s Problem and Two Principles of Choices”, *Paradoxes of Rationality and Cooperation*, University of British Columbia Press.(1985)107-133

3） R. Nozick, *The Nature of Rationality* , Princeton University Press(1993)

4） D. Lewis, “Prisoner’s Dilemma is a Newcomb Problem”, *Philosophical papers I,* Oxford(1983)

5） R.M. Sainsbury,『パラドックスの哲学』勁草書房（1993 年）
原書 *Paradoxes*, Cambridge U.P.(1988)

6） W. Poundstone,『パラドックス大全』, 青土社 (2004 年)
原書 *Labyrinth of Reason*, Anchor Books(1988)

7） 榛葉 豊，『意志決定理論・社会的選択理論』SIST（2006 年）

8） 榛葉 豊，「ニューカム問題 — 遡及因果と辻褄合わせ —」，静岡理工科大学紀要，16 巻（2008 年）47

9） 一ノ瀬正樹，『原因と理由の迷宮』，勁草書房（2006 年）

１０） 三浦俊彦，『論理パラドクス』，二見書房（2002 年）

１１） A.J. Ayer, 『知識の哲学』，みすず書房（1981 年），原著 *The Problem of Knowledge*（1956）
M. Dummett,「結果は原因より先行できるか」，『真理という謎』，勁草書房（1986 年）
大森荘蔵，「「後の祭り」を祈る」，『時は流れず』，青土社（1996 年）