

租税法におけるベイズ推論の活用について

田中 晶国

(京都大学大学院法学研究科教授)

目 次

1. はじめに
2. ベイズ推論の構造
 - (1) ベイズの定理
 - (2) 主観確率
 - (3) 確率論と事実認定に係る論争
 - (4) ベイズ意思決定理論と証明度
 - (5) 小括
3. ベイズ推論に基づく事実認定
 - (1) 仮説と証拠
 - (2) 事後確率の計算
 - (3) 理由不十分の原理
 - (4) 頻度確率の利用
 - (5) 尤度比
 - (6) ベイズ更新
 - (7) 証明力と尤度比
 - (8) 非独立の場合
 - (9) 証明責任
 - (10) 小括
4. ベイジアンネットワークの活用
 - (1) 概説
 - (2) 条件付き独立
 - (3) 関連仮説の考慮
 - (4) 証拠の信用性
 - (5) 仮説⇒証拠
 - (6) 総合

- (7) 小括
 - 5. 必要経費・損金の立証
 - (1) 事実上の推定
 - (2) 納税者の反証の程度
 - (3) 架空の仕入れ
 - (4) 小括
 - 6. 規範的要件とベイズ推論
 - (1) 法的三段論法の限界
 - (2) 規範的要件と論証責任
 - (3) 不当性要件
 - (4) 小括
 - 7. おわりに
-

1. はじめに

ベイズの定理 (Bayes' theorem)、そして、それに依拠したベイズ推論 (Bayesian inference) は、今日の意思決定問題に広範に行き渡っている。メールフィルター、医療診断、自動運転、マーケティング、翻訳、戦争—そのすべてにベイズの定理は関わっている。それは単なる数学的公式ではなく不確実性の時代を切り開く知的エンジンになっているといえるであろう¹。

科学界へのベイズ推論の影響力の拡大とともに、ベイズ推論を法学へ導入する議論も積極的に行われてきている²。わが国の最高裁判所においても、ベイズ推論を意識したとも考えられる判決が出されており³、今後ますます法学においても、ベイズ推論の理解は不可欠なものとなってくると予測される⁴。その議論は、主として刑事法学の事実認定において行われているが⁵、租税法では十分とは言い難い。租税法の文脈でも、刑事法と同様に、合理的な事実認定は極めて重要である。税務官庁の事実認定に基づき課税処分は行われ、租税訴訟でも事実認定が争いとなる場面は多い。ベイズ推論による事実認定は、その合理性と透明性を担うことができるであろう。

また、本稿で紹介するベイジアンネットワークを用いた解析は、これまでベイズ推論が敬遠されてきた理由の一つともいえる計算の難解さを克服する極めて強力な手段となる。しかしながら、ベイジアンネットワークは、社会科学の諸分野において活発な利用が進んでいるものの、いまだわが国の法学には十分な導入がなされていない。

どれだけ精巧な理論であっても、現実に租税法を実践している税務官庁職員や税理士・弁護士・裁判官らが理解可能であり、かつ活用できなければ、その理論は画餅に帰するしかない。そこで、本稿は、わが国の租税法へのベイズ推論に係る議論の紹介とともに、ベイズ推論を租税法実務において実践的に用いるための道標となることを目的とするものである。

本稿は以下の構成をとる。第2節においてベイズ推論の基本構造を確認し、第3節ではそれを租税訴訟における事実認定と接続させる。第4節ではベイジアンネットワークによる証拠構造の視覚化を行い、第5節にて具体的な裁判例を素材にベイジアンネットワークの適用を試みる。第6節では規範的要件と論証度を鍵としてベイズ推論と法適用の理論的接点を示し、第7節において、総括する。

2. ベイズ推論の構造

(1) ベイズの定理

ベイズの定理は、数学上の定理であるが、それは数学の世界だけにとどまるのではなく、事前の経験や知識に照らして証拠から何らかの判断を行うための推論ツールとして活発に利用されている。本稿では、ベイズの定理に依拠した推論をベイズ推論ということにする⁶。ベイズ推論では、観察されたデータ（証拠）から仮説の確率⁷を更新していくことができる。裁判での事実認定も、当事者が主張する事実について、裁判に顕出された証拠に照らして、その存否の判断を更新していく作業であり、ベイズ推論と親和性が高い⁸（なお、本稿では主に事実認定者として裁判官を念頭においた記述をするが、税務官庁職員が課税処分を行う際の事実認定などを排除する趣旨ではない。）。

ベイズ推論により行う法的な事実認定を概括的に説明する。事実認定をする際に、裁判官は、当事者の主張する事実（ベイズ推論としては「仮説」(Hypothesis) とよぶのが一般的である。以下「H」という。）に対して、どの程度確からしいかについての信念を有しているはずである。その信念の度合い（確信の程度）を、主観確率（後述(2)参照）という。証拠調べ前の段階では、この主観確率を事前確率（prior probability）という。そして、証拠（Evidence：以下「E」という。）が提出されると、仮説Hが真実であるとし

たら、どの程度証拠Eが出現するのかという尤もらしさ（これを「尤度」⁹という。）を勘案して、仮説Hに対する信念の度合いが更新される。更新後の主観確率は、事後確率（posterior probability）という。つまり、事前確率と証拠の尤度からベイズの定理を介在して、事後確率を導出して事実認定を行うのがベイズ推論による法的事実認定ということになる。ここで、重要となってくるベイズの定理¹⁰は、一定の条件を前提とした確率である「条件付き確率」に関する以下の関係式をいう¹¹。

$$P(H | E) = \frac{P(E | H) \times P(H)}{P(E)}$$

$P(H)$ は、仮説Hについての信念の度合いを示す確率を意味する。これは、証拠Eを前提としない確率であるから、事前確率である。次に、「証拠Eがあるという条件の下での仮説Hが真である確率」を $P(H | E)$ と表記できる。縦棒（|）は「（縦棒の右の）条件の下で」という意味を持ち、「条件付き確率」はこのように表記される。これは、証拠Eを前提とした確率であるから、事後確率である。さらに、仮説Hが真であるとしたら、証拠Eが出現する尤もらしさ（尤度）は、「仮説Hが真であるという条件の下で、証拠Eがあるという確率」といえるから $P(E | H)$ と表記できる。

このように、ベイズの定理は、尤度 $P(E | H)$ と証拠が出現する確率 $P(E)$ ¹²を定めれば、証拠Eを観察する前の事前確率 $P(H)$ から、証拠Eを観察した後の事後確率 $P(H | E)$ に修正してくれる推論ツールとなる。なお、本稿では、以降においても、必要な部分では数式を用いた説明も行うが、重要なことは、数式の理解よりも、その背景にあるベイズ的な思考方法である（後述するが、計算はすべて直感的操作が可能なソフトウェアで実行可能であり、自ら数式を操って計算する必要はない。）。

(2) 主観確率

ベイズ推論は、信念の度合い（degrees of belief：確信の程度）を意味する主観確率を扱う。一般に、租税訴訟を含む行政訴訟においても、民事訴訟と同様に、その主要事実の証明度として、「高度の蓋然性」が求められる¹³。この「高度の蓋然性」¹⁴は、例えば「8割がた確かであるとの判断」¹⁵とも敷衍して説明される。心証を確率論によって理解可能だとする立場に立つならば、こういった「Aという事実が存在するのは8割がた確かだ」や「5分5分だ」といった事実の存否についての割合的な思考が、信念の度合いとしての主観確率と理解できる。

ところで、主観確率以外にも、数理上の確率論における主要な「確率」として、ラプラスの確率、頻度確率（経験的確率）などがある¹⁶。ラプラスの確率は、複数の事象の発生が同様に確からしいと仮定した場合の確率である（例えば、サイコロの出目をそれぞれ6分の1と考えること）。頻度確率は、経験的事実に基づく確率概念であって、一般に事象Aを生みうる実験を無限に繰り返して事象Aが出た割合（相対頻度）の極限をいう（例えば、サイコロを無限に転がした場合の出目を数え上げて割合を計算すること）。主観確率は、既述のとおり、信念の度合い（確信の程度）を数値として表現したものである¹⁷。

ラプラスの確率は数理上の仮定であるから、ここで、問うべきことは、我々が抱く法的事実認定に関する心証が主観確率ではなく、頻度確率の可能性はないのかということである。この点、社会的・経済的事象だけでなく自然界における事象もほとんどの事象について頻度確率を考えることはできないこと¹⁸、訴訟で問題となるのはおおむね過去の一回的な事実の存否であって試行を無限に繰り返した頻度を前提とする頻度確率の理解がそぐわないこと¹⁹、頻度確率を前提とした統計学（ネイマン・ピアソン統計学）に依拠した推測統計により導出される結論も過去の一回的な事実の「推測」をしているわけではないこと²⁰、などからして事実認定で行う例えば「ある事実Aが存

在したのは、8割がた確かであるとの判断」の場合には、前者の意味での主観確率を意味しているものと捉えるべきであろう²¹。つまり、この値が100%に近ければ、事実認定者（裁判官など）が、Aという事実が存在すると確信していることを意味し、0%に近ければ、事実が存在しないと確信していることを意味する²²。

「主観」²³という、確率として数理を用いた取り扱いができないような印象も受けるが、この主観確率も、確率論の公理を満たす限りにおいて、数理的に正当な対象となることが認められている²⁴。

もちろん、我々が日常において、主観確率の意味において「8割がた確かである」と考える場合に、その背景に確率論の公理を満たすことを意識してはいないし、それを満たさないで物事を決断し行動にでる²⁵。であるならば、公理を満足する主観確率に依拠した推論をなぜ推奨するのか疑問が生じるかもしれない。この点、確率論の公理を満たさない主観確率に従った判断をする場合の帰結として、デ・フィネッティ（Bruno de Finetti）による証明が引用されることがある²⁶。彼は、主観確率が確率論の公理に従わない場合、必ず損をするような賭け（Dutch book；ダッチ・ブック）を仕掛けられることを数学的に示した（ダッチ・ブック論証）²⁷。つまり、一貫しない信念は非合理であり、損失を招きうるのである。

(3) 確率論と事実認定に係る論争

本稿では、確率の公理に従った主観確率理論を基礎として、ベイズ推論に基づいた法的事実認定の方法を紹介するが、法的事実認定を確率に依拠して行うこと、またはベイズ推論に基づき行うことについては、長年の論争がある²⁸。近年でもその利用に賛成する多くの論者がいる一方で²⁹、反対論もある³⁰。欧米の裁判例では、むしろベイズ推論を明示的に否定する論調が目立つ³¹。

ベイズ推論を支持する根拠として最も強力になりえるのは、それが真実発

見につながるというものである。しかしながら、過去の事実を認知することが不可能である以上、正しい事実認定なのかは究極的には判断が困難と言わざるを得ない。真実を導けるから、主観確率に準拠した事実認定をすべきだという論証は強力なものだが、実際には難しいだろう³²。先程のダッチ・ブック論証は、あくまで強固な仮定をおき「賭け」を前提としたものである。裁判官は「賭け」をして事実認定をしているわけではないし、この論証は、確率の公理に従わなければ、必ず「間違った」事実認定になることを示したわけでもない。

ここで、ベイズ推論に基づく法的事実認定に対する批判としてトライブの批判を紹介しておこう³³。著名な憲法学者のローレンス・H・トライブが³⁴、1971年に発表した論考で、ベイズ推論に基づく事実認定³⁵と刑事手続の諸規律に対する数理的解析について「実りよりも危険が大きい」ことを論じ³⁶、大きな影響を与えた。トライブはベイズ推論に依拠する事実認定に関して以下の趣旨の批判を行った。

①数学的精密さの過大な説得力の危険、②他の仮説の見逃し・証拠評価の恣意性、③事前確率の設定が困難、④証拠を二重に評価する可能性、⑤計算が煩雑となり効率的に用いることができない³⁷。

トライブが指摘するように、確かに、信念の度合いを数理的に表現しても精密さを装ったことによってかえって間違った結論を導く懸念は理解できる³⁸。しかしながら、トライブのこれらの指摘は、それ以後の研究によって、反論がなされてきており³⁹、それは成功しているようにみえる。まず②に対しては、ベイズ推論特有の問題ではない。むしろ、複数の仮説を明示的に並列して評価できることがベイズ推論の強みである。数値化が難しい証拠の評価は、従来も事実認定者の直観に委ねられてきたのであり、それを明示的にモデルに組み込めるベイズ推論の方がより望ましいといえる⁴⁰。③に対しては、事前確率の恣意性に懸念を示す論者は多いものの、現在行われている事実認定においても、何らかの事前確率を想定せずに事実認定をすることは不

可能ではないかと考えられる⁴¹。ここでも、暗黙のうちに存在する先入観を数値で表現できるベイズ推論の方がより適切である。④に対しては、証拠の相関性や依存関係を明示的に表現できる本稿で紹介するベイジアンネットワークを使えば、その二重評価は回避できる⁴²。⑤に対しては、トライブの時代と異なり、コンピューターによる計算技術の進歩によりベイズ推論の煩雑さは解消されており、複雑な事件でも容易にベイズ推論の計算を実行可能である。そして、②から⑤が解決するに伴い、①の解決にもつながる。適切に構築されたベイジアンネットワークを用いれば、個々の証拠は他の証拠と総合して評価されて、証拠構造と主要事実・間接事実の全体像も可視化されるため、一つの数値だけが不当に支配的な影響を及ぼすことはなくなるものと考えられる⁴³。また、そもそも、わが国の現在の租税訴訟は、熟練した裁判官が事実認定者であるから、①のリスクは、トライブの想定する陪審制のある米国よりも低く見積もってもよいであろう。

少なくとも、ベイズ推論に依拠した事実認定は、裁判官や税務官庁の事実認定の可視化を進めるし、緻密な検証を可能なものとする。これは、人間の認知能力の限界に由来する誤謬を避けるための有効なリスク管理手法となりうる⁴⁴。また、ベイズ推論の活用によって役割誘発バイアスによる事実認定の歪みを矯正できるとする論者もいる⁴⁵。ベイズ推論を利用することで、事実認定に何らかのバイアスが混ざっている場合には、それらを可視化し、検証可能な形で顕出されるからである。我々は無意識のバイアスから逃れ難いから、裁判官や税務官庁職員自身によるベイズ推論を利用した事実認定の内部的な検証にとどまったとしても、それは効果的である。さらにいえば、ベイズ推論が現実に社会実装されており現代社会の根幹となっているという経験自体が、法的事実認定にその実装に係る議論を進めるべきことの強力な根拠になると考える。比喩的にいえば、現在のところ、ベイズ推論は世界の在りようを一定程度説明しうるように見える。

そこで、ひとまず本稿では、裁判官や税務官庁職員は、その事実認定にお

いて、確率の公理の条件を満たした形での主観確率に依拠した判断を下すべきであると考えておきたい⁴⁶。以上の意味において、ベイズ推論に依拠した事実認定は、現実の事実認定者の心証を一定程度解明する記述モデルという側面はありつつも⁴⁷、あくまで規範モデルの提案である⁴⁸。

(4) ベイズ意思決定理論と証明度

ベイズ推論に基づいて信念の度合いを算出したとして、どの程度で、事実を認めるのかについては確率論からは直接に答えは出てこない。例えば、裁判官の抱いた主要事実が存在するという信念の度合いが60%である場合に、その事実を認定すべきか否かは、その数値によって答えが決まるわけではなく、何らかの基準に依拠して決定をしなければならない（民事訴訟法的には、証明度の問題）。このような場面で、主観確率を基礎にしていかなる意思決定を行うべきかを検討するのがベイズ意思決定理論である。ベイズ意思決定理論を用いた裁判での証明度（閾値）の設定は、例えば以下のように説明される⁴⁹。

誤判（真実と異なる判決）がなされることによる原告・被告の損失に加えて、法の正しい実現が阻害されたことにより、広く社会に与える負の影響を「社会的費用」として、その社会的費用を最小化する証明度を考えてみる。つまり、誤判によるコストを最小化できる証明度はどこかを考察するのである。

まず、仮説Hについて、①真実の状態は仮説Hが「真」（仮説Hが正しい）である場合に、正しく「真」と認定する場合の社会的費用はゼロ（誤判でないから）、②真実の状態は仮説Hが「真」であるのに、「偽」（仮説Hが誤り）と誤判することによる社会的費用を Π （パイ）、③真実の状態は仮説Hが「偽」である場合に、正しく「偽」と認定する場合の社会的費用はゼロ（誤判でないから）、④真実の状態は仮説Hが「偽」であるのに、「真」と誤判することによる社会的費用を Δ （デルタ）とする。そして、裁判官の当該事件に関する証拠調べ後の仮説が「真」であることの信念の度合いを $P(H)$ とする。

裁判官にも真実の状態は不明であるから、裁判官が仮説Hを「真」であると $P(H)$ で信じている場合に、「真」と判断することの社会的費用は、期待費用（平均的にどの程度の社会的費用が発生するかの見積もり）として考察することが適切である。とすれば、自らが信じる「真」と「偽」のそれぞれの確率と社会的費用を乗じて合計した値が、裁判官における「真」と判断することの期待費用となる。今、裁判官は、真実の状態が「真」だと $P(H)$ で信じており、逆にいうと、「偽」の可能性も $1-P(H)$ あると考えていることになる⁵⁰。したがって、「真」だと判断することによる期待費用は、 $P(H) \times 0 + (1-P(H)) \times \Delta = (1-P(H)) \times \Delta$ となる。

次に、裁判官が、「偽」と判断することの期待費用はどうなるか。これも上と同じように考えると、今、裁判官は、真実の状態が「真」だと $P(H)$ で信じており、かつ、真実の状態が「偽」だと $1-P(H)$ で信じている。この場合に、「偽」だと判断することによる期待費用は⁵¹、 $P(H) \times \Pi + (1-P(H)) \times 0 = P(H) \times \Pi$ となる。

そして、裁判官が、仮説が「真」であることを $P(H)$ で信じている場合に、「真」と判断すべきか「偽」と判断すべきかは、それぞれの選択に伴う期待費用を比較して、小さい方を選ぶのが合理的である。すなわち、「真」と判断する場合の期待費用が、「偽」と判断する場合の期待費用よりも小さいならば $((1-P(H)) \times \Delta < P(H) \times \Pi)$ 、「真」と判断すべきである（Ⅰ）。「偽」と判断する場合の期待費用が、「真」と判断する場合の期待費用よりも小さいならば $(P(H) \times \Pi < (1-P(H)) \times \Delta)$ 、「偽」と判断すべきである（Ⅱ）。上記の不等号を $P(H)$ で整理すると、

$$P(H) > \frac{\Delta}{\Pi + \Delta} \Rightarrow \text{「真」と判断すべき（Ⅰ）}$$

$$P(H) < \frac{\Delta}{\Pi + \Delta} \Rightarrow \text{「偽」と判断すべき（Ⅱ）}$$

となるから、証明度は、

$$\frac{\Delta}{\Pi + \Delta}$$

とするのが、期待費用を最小化することが分かる。そして、例えば、民事の場合には、原告・被告とで誤判により被る損失と社会に与える影響は等しいと考えると、 $\Pi = \Delta$ となる。これを上記式に代入すると、証明度は50% (0.5)となる。米国での証明度は「証拠の優越」(50%超)とされており、この説明により正当化できる。他方で、わが国では、「高度の蓋然性」となっており、これが80%で、原告が「真」を証明する側だとすると、本当は勝つべき原告が誤判により敗訴する社会的費用よりも、本当は勝つべき被告が誤判により敗訴する社会的費用を4倍重く評価しているということになる(例えば、 $\Pi : \Delta = 1 : 4$)。刑事事件の場合には、無罪の者が有罪となる社会的費用(Δ)は有罪の者が無罪となる社会的費用(Π)よりも著しく大きいという社会的合意があると考えられるから、例えば、 $\Pi : \Delta = 1 : 999$ とすると、証明度は99.9%という極めて高度な値となる。すなわち、刑事事件において、合理的な疑いを超える程度の確信を求めている現実の運用を説明できる。この議論を租税訴訟に援用すると、租税訴訟における証明度は、国側に対する誤判による社会的費用と納税者側に対する誤判による社会的費用をどう見積もるかという点にかかってくる。仮に高度の蓋然性を80%とすると、国側に高度の蓋然性までの証明責任を負担するという現在の運用は、納税者側に対する誤判による社会的費用を国に対するものよりも4倍重く見積もっているということになる。

(5) 小括

以上のように、主観確率に依拠した法的事実認定は、なお議論の余地を残しつつも、合理性と透明性を備えた手法として有望である。また、ベイズ意

思決定理論に基づけば、証明度の設定について一定の理論的枠組みが提示可能であるが、どのような証明度が採用される場合であっても、その値に応じたベイズ推論による事実認定は成立し得る。本稿では証明度の正当化自体を深掘りすることはせず⁵²、次節においては、我が国で通説的に採用されている「高度の蓋然性」を前提として、ベイズ推論による事実認定の構造をさらに考察していくこととする。

3. ベイズ推論に基づく事実認定

(1) 仮説と証拠

それでは、ベイズ推論に基づく事実認定を具体的にみていこう⁵³。

事例1

ある納税者Xにおいて、取引先Zからの100万円の収入があったか否かが争われている。裁判において税務官庁は、Zに対する反面調査で入手したX名義の領収書を証拠として提出した。

この場合、X名義の領収書という証拠Eがあることを条件にして、裁判官が、Xに収入があるという仮説（主要事実：H）⁵⁴を信じる度合い（主観確率）は、条件付き確率を使って以下のように表記できる。

$$P\left(H\text{収入あり} \mid E\text{領収書あり}\right)$$

この表記は、条件付き確率であるから、「領収書がある条件の下での収入がある確率」を意味する。例えば、この領収書を検討した上での裁判官の信念の度合い（主観確率）が70%であれば、

$$P\left(H\text{収入あり} \mid E\text{領収書あり}\right) = 0.7$$

となる。そして、ベイズ推論に基づく事実認定では、この主観確率が、裁判

において求められる証明度を越えた状態になれば仮説Hを認める判断（事実認定）をすることになる。ここで、証明度として求められる「高度の蓋然性」を80%超であるとする、 $P(H | E) > 0.8$ ならば、証明度を越えるので裁判官は仮説H（収入あり）を認定するということになる。 $P(H | E) = 0.7$ では、証明度を越えないので、収入なしとして取り扱われる。なお、事実認定は、証拠だけでなく、弁論の全趣旨や公知の事実などにも基づくため、それらを背景知識（background knowledge : K）として一括すると、求めるべき主観確率は、より正確には、 $P(H | E \cap K)$ であるが⁵⁵（証拠E及び背景知識Kという条件の下で、Hが真である確率。以下「 \cap 」は「 \cdot 」で表す。）、本稿ではKは基本的に省略する。なお、証拠が複数ある場合（証拠が E_1, E_2, \dots, E_n までである場合）は、 $P(H | E_1, E_2, \dots, E_n)$ が求めるべき主観確率となる。

(2) 事後確率の計算

ベイズ推論に基づく事実認定では、事実認定は $P(H | E)$ を算出する作業であることになるが、 $P(H | E)$ を算出するために、いかなる事情を考慮すればよいか、このままでは分からない。そこで、 $P(H | E)$ を算出するために必要な事情を抽出するために式の変形を行う。ここで用いられるのがベイズの定理である。再度記すと、

$$P(H | E) = \frac{P(E | H)P(H)}{P(E)} \dots\dots \text{I}$$

である。さらにここから、 $P(E) = P(E | H)P(H) + P(E | \neg H)P(\neg H)$ とできるから⁵⁶、以下の式を導出することができる（「 $\neg H$ 」はHでないことを意味する。H=収入あり、とすると、 $\neg H$ =収入なし、である）。

$$P(H | E) = \frac{P(E | H)P(H)}{P(E | H)P(H) + P(E | \neg H)P(\neg H)} \dots\dots \text{II}$$

上記Ⅱ式からすると、 $P(H|E)$ を算出するためには $P(H)$ 、 $P(\neg H)$ 、 $P(E|H)$ 、 $P(E|\neg H)$ が分かればよいことになる。事例1でみると、 $P(H)$ とは、領収書Eという条件が付されていない場合における、「収入あり」に対する主観確率であるから、証拠調べする前の段階における、収入があることに対する裁判官の信念の度合いである（事前確率）。 $P(\neg H)$ は、「収入なし」に対する信念の度合いである。そして、これは、Hが真である場合以外の余事象の確率であるため、 $P(\neg H) = 1 - P(H)$ である。

次に、 $P(E|H)$ は、 $P(H|E)$ とは、条件と事象が逆になっており、「収入がある条件の下での領収書がある確率」である。 $P(E|\neg H)$ は、「収入がない条件の下での領収書がある確率」である。 $P(E|\neg H)$ は、 $P(E|H)$ の余事象ではないことには注意が必要である。つまり、合計すると1になる必然性はないし、そのように設定する必要もない。

以上のことから、事例1でみると、最終的な目標である $P(H|E)$ = 「領収書がある条件の下での収入がある確率」を算出するためには、① $P(H)$ = (証拠調べ前の) 「収入がある確率」、② $P(E|H)$ = 「収入がある条件の下での領収書がある確率」、③ $P(E|\neg H)$ = 「収入がない条件の下での領収書がある確率」を考察すればよいということになる。

ベイズ推論に基づく事実認定を支持する論者から、通常的事実認定における誤謬の原因としてよく指摘されるのが、これらの確率の構造を十分に考慮していない、または取り違えることがままあるという点である⁵⁷。例えば、仮説H（有罪）を支持する証拠Eが提示されると、条件付き確率を混同し、Hが正しいと結論づけてしまうということは「検察官の誤謬（prosecutor's fallacy）」と呼ばれている⁵⁸。現在においても、このような誤謬は繰り返されているとの報告がある⁵⁹。

(3) 理由不十分の原理

①から③を順に検討していこう。まず、① $P(H)$ = (証拠調べ前の) 「収入

がある確率」であるが、これは証拠調べ前の裁判官の心証であるから、そもそも何の心証も抱いていないというのが現実には適合的であろう。この点、ベイズ推論では、ある事象について、どれが起こりやすいかについて何の情報（理由）も持たないときは、すべての選択肢に等しい確率を割り当てるべきである、という立場（理由不十分の原理、不知の原理）が受け入れられている⁶⁰。この理由不十分の原理に依拠するならば、選択肢は、Hか \neg Hかの二つだけだから、まずは、 $P(H) = P(\neg H) = 0.5$ と設定することになる。

ベイズ推論におけるこの立場は、一種の割り切りであるが（場合によってはかなり強い仮定となる）、裁判実務においては、むしろ適合的であるともいえる。証拠調べ前の裁判官は、当事者の主張を知ったのみであり、その内容自体が荒唐無稽なものでない限りは、当事者の主張する事実があるのかないのかどちらともいえない、という特段の心証を形成していない状態にあると考えられる⁶¹。したがって、実務における裁判官の初期姿勢を抽象化した想定として50%という設定は非現実的なものではないであろう。

とはいえ、この事前確率については、ベイズ推論を法廷に持ち込むことに対する根本的批判として取り上げられることも多く、様々な立場が主張されている⁶²。特にベイズ推論に基づく事実認定が主として論じられている刑事法の領域では無罪推定の原則との抵触が深刻な問題として認識されており、租税法の文脈でも脱税事件では慎重な考慮が必要になろう。

(4) 頻度確率の利用

次に、② $P(E | H)$ = 「収入がある条件の下での領収書がある確率」である。主観確率というと、あらゆる過程で主観的に確率が判断されるのかということそうではない。ベイズ推論の重要な点は、客観的な頻度確率を利用して、推論の確度を上げることができる点にある⁶³。例えば、「収入がある条件の下での領収書がある確率」は、具体的にXの事業内容について税務調査をした税務官庁であれば、その全体の割合を調査して、近似的な頻度確率として立

証することも可能であろう。税務調査によるXの過去の取引の観察から、Xは収入を得る場合に、領収書の発行を求められる場面が40%あったとすると、 $P(E | H) = 0.4$ とおくことができる。

他方で、Xの過去の取引の観察から、Xが収入を得ていない場合に領収書を発行した事例が見当たらないのであれば、そのような可能性は、ほぼあり得ないものとして（常識的にもそうであろう）、例えば、0.1%とすると、 $P(E | \neg H) = 0.001$ となる。

ここまでの数値が与えられると、Ⅱ式に代入して、領収書が存在する場合に、Aが収入を得た確率である $P(H | E)$ が求められる⁶⁴。

すなわち、

$$P(H | E) = \frac{P(E | H)P(H)}{P(E | H)P(H) + P(E | \neg H)P(\neg H)} = \frac{0.4 \times 0.5}{0.4 \times 0.5 + 0.001 \times 0.5} = 0.9975 \dots$$

となり、領収書がある場合に、Xに収入がある確率は約99.8%となる。当初の主観確率が50%であり、収入がある場合に領収書を発行する場合も40%しかないのであるから、領収書があったとしても、ほぼ100%の確信には至らないような印象も受けるが、重要なことは $P(E | H)$ と $P(E | \neg H)$ の比率なのである。今回は $P(E | \neg H)$ が極めて低い値0.1%であったから、 $P(E | H)$ が40%であっても、主観確率は約99.8%まで増大したのである。

(5) 尤度比

さて、ベイズの定理は、確率をオッズ (odds)⁶⁵（ある事象が起こる確率と、起こらない確率との比率）の形に変換して、証拠Eが提出される前のHの事前オッズから、証拠Eが提出された後のHの事後オッズを導出するⅢ式へと変形できる⁶⁶。

$$\frac{P(H|E)}{P(\neg H|E)} = \frac{P(H)}{P(\neg H)} \times \frac{P(E|H)}{P(E|\neg H)} \quad \dots\dots \text{III}$$

事後オッズ
事前オッズ
尤度比

上記式から分かるように、証拠調べ前の事前オッズに「尤度比」をかける
と、証拠調べ後の事後オッズに変化する。尤度比とは、 $P(E|H)$ と $P(E|\neg H)$
の比率であって、 $P(E|H)$ 「仮説Hが真である条件の下での証拠Eがある確
率」を分子とし、 $P(E|\neg H)$ 「仮説Hが偽である条件の下での証拠Eがある
確率」を分母とする。

この式の変形からは、尤度比が1を超えれば、証拠Eは事前オッズを上昇
させて事後オッズを大きくし、対応する事後確率も事前確率より高くなるこ
とが分かる。逆に、尤度比が1未満であれば、事後オッズ及び事後確率は減
少する。

$$\text{尤度比} = \frac{P(\text{証拠Eあり} | \text{仮説Hが真})}{P(\text{証拠Eあり} | \text{仮説Hが偽})}$$

例えば、事例1では、「収入がない条件の下での領収書がある確率」を分
母とし、「収入がある条件の下での領収書がある確率」を分子とすることに
なる。既述のとおり、裁判官がその洞察により、分母0.1%、分子40%と判断
するならば、尤度比400となる。

$$\text{尤度比} = \frac{P(\text{領収書あり} | \text{収入あり})}{P(\text{領収書あり} | \text{収入なし})} = \frac{0.4}{0.001} = 400$$

既述の(4)と同様に、領収書が提出される前に、100万円の収入があったこ
とに関する裁判官の心証を $P(H) = P(\neg H) = 0.5$ とすると、事前オッズは1で
ある。そして、事前オッズ【1】×尤度比【400】=事後オッズ【400】とな

る。この事後オッズ400をパーセント表記に直すと、(4)での計算と同じく、約99.8%となる。ベイズの定理をⅢ式へ変形すると、証拠を尤度比として捉えることの重要性がよく分かるだろう。

このように、ある証拠の意味や重みは、それ単独ではなく、比較対象となる仮説や事前確率との関係によって決まる相対的なものであって、その証明力は尤度比によって計測されるべきものである⁶⁷。

(6) ベイズ更新

ここまでの裁判官の事後確率は約99.8%であり、証明度として設定した80%を超えていることから、収入があるという事実が認定される。したがって、このままでは、納税者は敗訴する。そこで、納税者は、尤度比が1を下回る証拠を提出することで、事後確率を下降させて、80%未満となることを目指すことになる（主観的証明責任を納税者が負担する状態）。仮に、納税者が自らの銀行口座に100万円の入金がないという証拠を出したとしよう。ここでは証拠は相互に独立していると仮定する。

この場合には、(5)で算出した事後オッズを新たな事前オッズとして、新たな証拠の尤度比を乗じればよい。ここでの尤度比は、「収入がある条件の下での入金がない確率」を分子とし、「収入がない条件の下での入金がない確率」を分母とすることになる。例えば、現金取引の可能性から、裁判官が、分子50%、分母99%と判断すると、尤度比は、約0.505となる。先ほどの計算では、領収書が提出された段階の事後オッズは400である。これを新たな事前オッズとするのであるから、事前オッズ【400】×尤度比【約0.505】=事後オッズ【約202】となる。したがって、事後確率は、若干下がるが、ほぼ変わらず約99.5%となり、事実認定の結論は変わらない。これは、現金で収入する場合も十分考えられることからすると、妥当な帰結であろう。

このように、新たな証拠が得られた場合には、それまでの検討結果たる事後確率を、事前確率として、新たな証拠に基づく尤度比を検討することによ

り、新たな事後確率を算出することができる。これは、ベイズ推論における「ベイズ更新 (Bayesian updating)」と呼ばれる機能であり、裁判実務における事実認定の過程にも親和的な枠組みである⁶⁸。

(7) 証明力と尤度比

以上のことから、証拠を尤度比によって評価すれば、その証拠が事実認定に意味があるかを判定できる。ベイズ推論を裁判の事実認定に用いるにあたっては事前確率の設定が必要であるという点に対する異論も強いが、尤度比についていえば、Hの事前確率を設定する必要がない点が利点でもある。あらためてまとめると、証拠の尤度比は、以下の3パターンに分けられる⁶⁹。

$$\frac{P(E | H)}{P(E | \neg H)} > 1 \Rightarrow \text{証拠Eは仮説Hの事後確率を上昇させる。}$$

$$\frac{P(E | H)}{P(E | \neg H)} < 1 \Rightarrow \text{証拠Eは仮説Hの事後確率を減少させる。}$$

$$\frac{P(E | H)}{P(E | \neg H)} = 1 \Rightarrow \text{証拠Eは仮説Hの事後確率に影響がない。}$$

このような尤度比のみを事実認定に活かす主張もなされている⁷⁰。また、尤度比は証拠の証明力を客観的に示すことが可能な指標であるから⁷¹、欧州の刑事裁判においては、それを示すことが専門的な鑑定人に期待されている⁷²。

(8) 非独立の場合

上記では単純にそれぞれの証拠による尤度比を掛け合わせたが、独立の場合と留保を付けていたように、その計算は、それぞれの証拠が独立の場合に可能となる。ここで独立とは、証拠として E_1 、 E_2 がある場合、それぞれ発生する確率が互いに影響し合わないということの意味する⁷³。二つの証拠の発生確率が独立していない場合には、単純に双方の尤度比を掛け合わせるだけでは、証拠の情報量が二重に評価されてしまい、事後確率が不正確にな

る⁷⁴。このような非独立の証拠をベイズ推論で扱う簡単な手法は、それらを一括りにして、一つの条件として取り扱うことである。二つの依存する証拠 E_1 、 E_2 を想定すると、その尤度比は以下のように表記できる。

$$\frac{P(E_1, E_2 | H)}{P(E_1, E_2 | \neg H)}$$

先程の領収書と入金の場合でいうと、「収入がある条件の下での領収書ありかつ入金なしの確率」と「収入がない条件の下での領収書ありかつ入金なしの確率」とを考察して尤度比を算出するのである。二つ以上の証拠の場合には、この条件を増やせばよい。

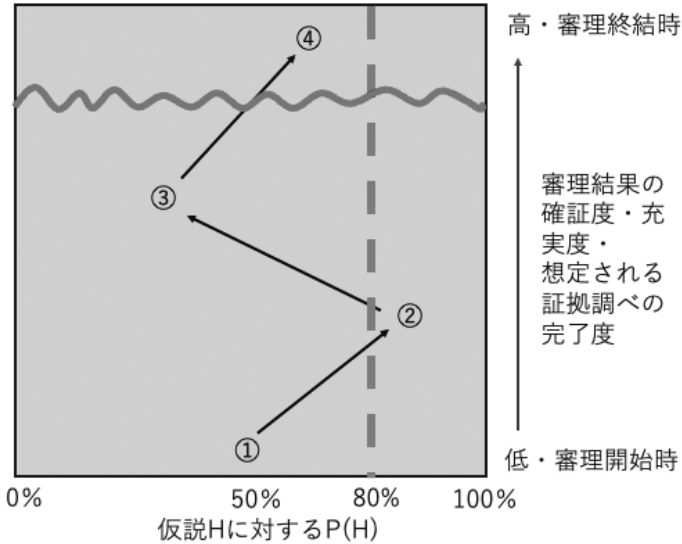
$$\frac{P(E_1, E_2, \dots, E_n | H)}{P(E_1, E_2, \dots, E_n | \neg H)}$$

以上をまとめると、提出される証拠が独立である場合、証拠全体の尤度比は、それぞれ尤度比を単純に掛け合わせればよい。また、非独立の場合も、可能であれば、複数の証拠の一括評価による主観確率を考察すればよい⁷⁵、ということになる。

(9) 証明責任

これまでのベイズ推論に基づく主観確率の変遷を踏まえた上で、裁判官の心証形成過程について、証明責任を加味して図式化すると以下の図3-1のように表すことができる⁷⁶。横軸は、左から右へ向って、主観確率の程度を示す。縦軸は、審理の進行の程度及び顕出された証拠の充実度を示し、下から上へ向けて、審理が進行していき、審理が充実していく程度を示す⁷⁷。この審理の充実度が一定のレベルを超えると、民事訴訟法上の「訴訟が裁判をするのに熟したとき」となり判決が行われる（民訴243条1項）。

※図 3-1



裁判官の心証は、審理開始時は、争いとなっている主要事実（仮説H）があるともないともいえない状況から開始することが通常であろう（ $P(H) = 0.5$ 、50%の①のポイント）。客観的証明責任を負担する当事者（国側とする）は、裁判官の主要事実の心証について証明度を越えさせなければ敗訴するので、①⇒②の立証を行うために、尤度比1を超える証拠 E_1 を提出する⁷⁸。破線のラインを証明度とすると（「高度の蓋然性」として80%超とする）、②に至れば（ $P(H | E_1) > 0.8$ ）、事実認定されることから、納税者に主観的証明責任が移動する（立証活動をしなければ納税者が敗訴する）。納税者が②⇒③の反証をすると（ E_2 ）、税務官庁が再度本証しないと敗訴する（主観的証明責任の移動）。そして、税務官庁が③⇒④の立証をして（ E_3 ）、裁判官の心証が、どちらかといえばHが存在するだろうというところまでは到達したが（ $P(H | E_1, E_2, E_3) = 0.6$ ）、証明度80%までは到達しなかったとする。この時点において、審理の充実度は、「訴訟が裁判をするのに熟したとき」（波線ライン）を超えているので、裁判官は、客観的証明責任に従って判断を行い、

どちらかといえば主要事実は存在すると考えてはいるが（60%）、主要事実が認められないとする判決を下すことになる。

(10) 小括

以上のように、ベイズ推論に基づく事実認定では、裁判官が証拠と背景知識に基づいて仮説の確からしさ（主観確率）を更新し、閾値である証明度に達すれば仮説を認定するという、定量的な判断プロセスが構築される。とりわけ、尤度比を通じて証拠の証明力を相対的に評価し、複数の証拠を段階的に反映させる「ベイズ更新」の仕組みは、裁判実務における心証の推移や主観的証明責任の移動とも整合的である。次節では、このベイズ推論を実践的に利用するためのベイジアンネットワークを使った具体的方法に検討を加える。

4. ベイジアンネットワークの活用

(1) 概説

証拠が少数であり単純な証拠構造の事件であれば既述のように計算すればいいが、証拠が多数あり複雑な証拠構造の事件の場合にはその処置は極めて困難である。証拠の一括評価ができればよいが、証拠が多数ある場合、一括評価は、各証拠の分析と積み重ねにより原因の推論の確実性を上昇させるベイズ推論の利点を損なうものにもなりかねない。一般論として数式にすると、仮説Hに対して、 E_1, E_2, \dots, E_n までの証拠があり、かつ、それぞれの証拠が非独立である場合には、すべての証拠を吟味した上での、仮説Hに対する主観確率である $P(H | E_1, E_2, \dots, E_n)$ は以下のように長大になる⁷⁹。

$$P(H | E_1, \dots, E_n) = \frac{P(H) \cdot P(E_1 | H) \cdot P(E_2 | H, E_1) \cdots P(E_n | H, E_1, \dots, E_{n-1})}{P(H) \cdot P(E_1 | H) \cdots P(E_n | H, E_1, \dots, E_{n-1}) + P(\neg H) \cdot P(E_1 | \neg H) \cdots P(E_n | \neg H, E_1, \dots, E_{n-1})}$$

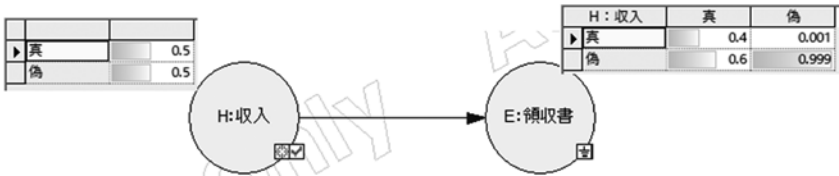
ベイズ推論に基づく事実認定を実行するに当たって、上記のように、あらゆる証拠の関係性をすべて考慮した上での条件付き確率を考察しなければならないとしたら、複雑な証拠構造の事件に対する実践的な利用は不可能に近い。

そこで提唱されているのが、ベイジアンネットワークとその計算を実行するソフトウェアの利用である⁸⁰。ベイジアンネットワーク (Bayesian network: 以下「BN」という。) は、ベイズ推論において用いられる有向非巡回グラフ (Directed Acyclic Graph: DAG) であり、因果関係や条件付き依存関係を一方向の矢印によって表現する構造となっている。各ノード (結節点) は、複数の値を取りうる確率変数を表し、その各値には確率が割り当てられている。そして、あるノードが別のノードに直接的な影響または因果関係を及ぼすとき、両者の間には有向辺 (アーク) が引かれる。各ノードには条件付き確率表 (conditional probabilities tables: 以下「CPT」という。) が関連づけられている。BNはすべての直接及び間接の依存関係を、明示的には直接の依存関係だけで表現できる⁸¹。その役割を法的な事実認定の場面で端的にいうと、複数の証拠と複数の仮説 (主要事実、間接事実) の因果関係の連鎖をグラフによって表現した上で、証拠を前提とした仮説の存在に係る主観確率を計算可能にする手段となる。

このようなBNを法的事実認定に用いる利点は、証拠と仮説の関係を視覚的なモデルとして表現することで因果関係の連鎖を視認して考察できる上に、条件付き確率が効率的に計算可能となる点にある。そして、そのようなBNの構築と計算を支援するソフトウェア (以下「BNツール」という。) が複数開発されている⁸²。BNツールは内部的には複雑な計算を行っているが、裁判官や税務官庁職員などの事実認定者がそのアルゴリズムを完全に理解する必要はない。BNツールによって、BNを構築して計算上必要となる条件付き確率を考察して入力すれば、計算結果として事後確率が導出される。租税法の実践ないし裁判において、そのような支援を受けることは、計算機を使って計算をするのと同じことであるから、忌避すべきものでもない⁸³。

まずは、簡単な例でBNを確認しよう。事例1での仮説H「収入」を原因として、証拠E「領収書」が生じるという因果関係があるとみたベイジアンネットワークを作成した場合、以下の図4-1のように表記される。図中の○アイコンが「ノード」である。図中の矢印が「アーク」であり、仮説Hが原因となって証拠Eが生じるという因果関係を意味する。この④→⑤の関係において、④を「親ノード」といい、⑤を「子ノード」という。図4-1の各ノードに付随している表が条件付き確率表（CPT）である。

※図4-1 事例1のBN



まず、親ノードであるHノードをみてみよう。Hノードに付随しているCPTは、縦列が当該ノードの真偽を意味する。したがって、Hノードの場合、真である確率50%、偽である確率50%を意味している（事前確率）。EノードのCPTをみると、縦列は当該ノードであるEの真・偽（存在する・存在しない）を意味する。さらに、これはHを条件としたCPTであるから、横列にHの真偽（収入あり・なし）が記載されている。例えば、表の左上欄は、「Hが真である条件の下でのEが真である確率」を意味する。表の左上欄から反時計回りに表を読み解くと、仮説Hが真のときに証拠Eが真（存在する）の確率は40%であり（収入ありのときに領収書がある確率）、仮説Hが真のときに証拠Eが偽（存在しない）の確率は60%であり、仮説Hが偽のときに証拠Eが偽の確率は99.9%であり、仮説Hが偽のときに証拠Eが真の確率は0.1%である、ということ表現している。このような単純なBNの場合は、尤度比や事後確率を算定するのは簡単で、CPTに記載されている条件付き確率をⅡ式（3、

(2)参照)に代入すれば足りる。計算結果は既述のとおりであるが(3.(4)参照)、この計算も手計算で行う必要はなく、BNツールが自動で行ってくれる。

(2) 条件付き独立

さて、これまで証拠の独立と非独立についてあまり突っ込んだ説明をしておかなかったが、ここで再度これらの関係性について検討を加えてみよう。以下のような事例があるとする。

事例2

ある納税者Xにおいて、取引先Zからの100万円の収入があったか否かが争われている。税務官庁は、「△月△日 Z 100」とのみ記載された業務日報と、翌日にXが預金口座に100万円を入金した履歴を証拠として提出した。

この事例をBNで表現したのが、下記の図4-2である。仮説「H収入」を親ノードとして、証拠「E1業務日報」と「E2入金履歴」を子ノードにしている。

※図4-2 事例2のBN

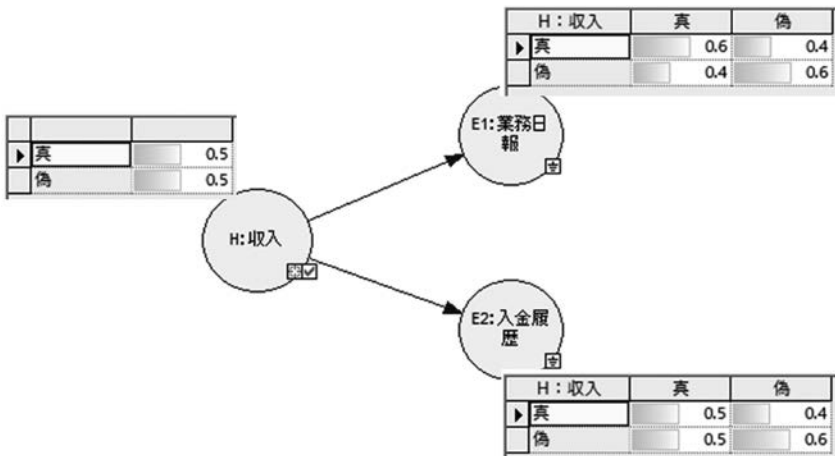


図4-2では、Hノードに付随しているCPTは、証拠観測前のHの事前確率を示している。それぞれの証拠に付随しているCPTについては、図4-1と同じく、横列でHが真である場合と偽である場合とで場合分けした条件付き確率を示している。縦列は各証拠の真偽である。CPTで設定されているそれぞれの確率は、業務日報の記載は不十分であるから収入があったとは断定できないこと、入金履歴についてもこれがZからの収入を入金したものと断定できないこと、また収入があったとしても口座に入金するとは限らないこと等を考慮して筆者の判断で設定した。

次に、それぞれの証拠が観測された場合にながらみ、次の図4-3は証拠E1のみが観測された場合のBNである。

※図4-3 事例2のBN (E1のみが観測された場合)

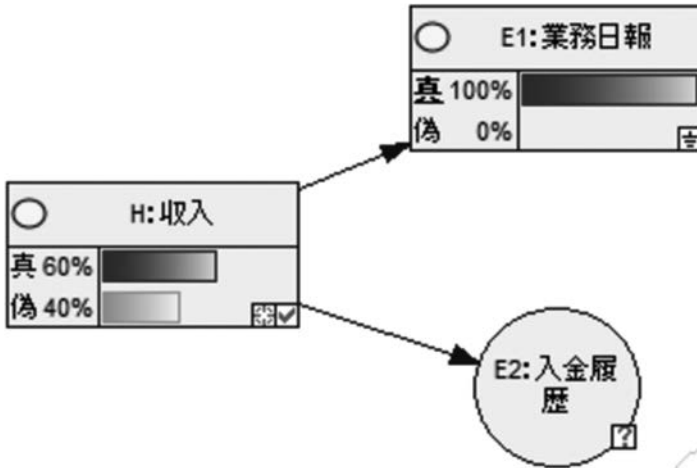


図4-3は、図4-2から、E1が真であることを、BNツール上で表現した場合に、Hの事後確率がどうなるかが表現されている。なお、ノードは○アイコンで表示してきたが、以降は視覚的に分かりやすいよう、各ノードの確率をバー（棒グラフ）で表示する方式に変更している。図中で「E1業務日

報」が「真100%」となっているのは、業務日報が観測された、つまり裁判上でいうなら証拠調べがされたことを意味する（以下では証拠が観測されたことをBN上に反映する場合に「証拠をセットする」ともいう）。E1が観測されたことによって、Hの事前確率50%が事後確率60%となっているが、証明度（80%）には到達していない。

それでは、次に、E1だけでなく、E2も観測された場合にどうなるかをみてみよう。

※図 4-4 事例 2 のBN (E1・E2が観測された場合)

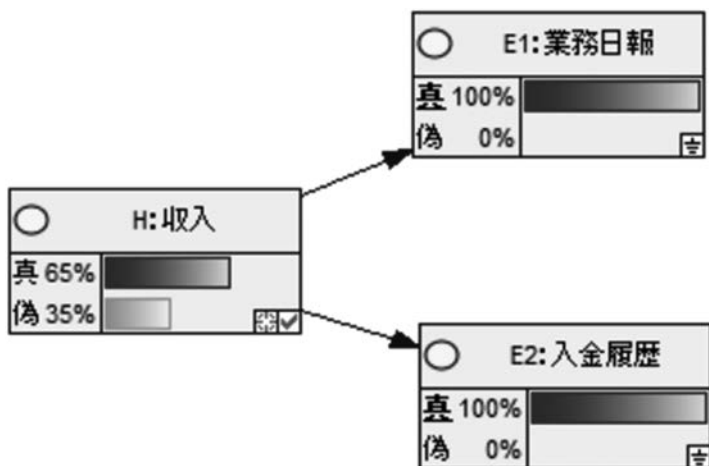


図 4-4 は、図 4-3 から、さらに E2 も真である（証拠が観測された）とセットした場合に H の事後確率がどうなるかが表現されている。E2 の追加情報が加わったことで、H が真である事後確率も 65%（小数点以下切り捨て）へ上昇している。このように BN ツールを使えば、全体の BN を構築した後に、それぞれの証拠の観測によってどれだけ仮説 H に対する事後確率が変わるかも手軽に観察することができる。

この BN は、あるノードを基点にして因果関係が分岐する「分岐結合」と

いわれるもので⁸⁴、各証拠ノードは、親ノードの状態が与えられた条件下では互いに独立しており、これを条件付き独立という⁸⁵。簡単にいえば、収入を条件とした場合に、業務日報を観察しても、入金履歴の真偽の確率が変わることはなく、その逆も同様という状況にあるということである。このことを「業務日報と入金履歴は収入を所与としてd-分離である」という。

業務日報と入金履歴は、裁判官が、業務日報を証拠調べすると、入金履歴があることに対する信念が高まるであろうし、入金履歴を証拠調べすると、業務日報があることに対する信念が高まるであろう。したがって、因果関係を考察しなければ、両者は非独立の関係にあるようにみえる。しかしながら、裁判官がこのように信念を変化させるのは、業務日報を証拠調べすると、無意識下で収入の信念が上昇し、その収入の信念が上昇することで、入金履歴の信念を上昇させているからである。この因果関係が正しいならば、収入が所与の条件として与えられていれば、業務日報が観察されても、入金履歴の信念に変化はないはずである。このように収入を親ノードにしてBNとして明示的に位置づけると、両者の関係は分離されて独立となるのである。

現実の裁判においては、証拠同士が無条件で完全に独立していると仮定することは困難な場合も多いが、このような条件付き独立が成立する限り⁸⁶、次に示すように、個別の証拠に基づく尤度比を乗算して総合的な判断に用いる操作が可能であって、実務的にも適用可能な場面は少なくないと考えられる。

ここで、ある仮説Hに対する証拠Eの尤度比 (Likelihood Ratio) を、 $LR(E)$ とする⁸⁷。証拠 E_1 と証拠 E_2 がHにおいて条件付き独立の場合には、

$$LR(E_1, E_2) = LR(E_1) \times LR(E_2)$$

が成り立つ。そして、これは任意の数の証拠 (E_1, E_2, \dots, E_n) に拡張可能である。すなわち証拠 (E_1, E_2, \dots, E_n) まであるとき、

$$LR(E_1, E_2, \dots, E_n) = LR(E_1) \times LR(E_2) \times \dots \times LR(E_n)^{88}$$

が成り立つ。このように、証拠が条件付き独立の場合、すでに説明した独立と同様に、単純に尤度比を掛け合わせることで、複数の証拠を合成した尤度比を算出できる。

例えば、事例2の場合、CPTから、E1の尤度比は、 $0.6 \div 0.4 = 1.5$ であるし、E2の尤度比は、 $0.5 \div 0.4 = 1.25$ である。したがって、両者を合成した尤度比 $LR(E1, E2)$ は $1.5 \times 1.25 = 1.875$ となる。この尤度比を用いて事後確率を計算すると、事前オッズ【1】×合成尤度比【1.875】=事後オッズ【1.875】となるから、事後確率が約65%になることが確認できる。

(3) 関連仮説の考慮

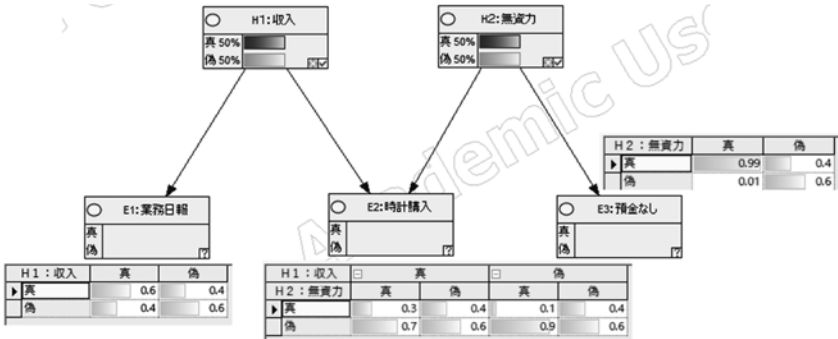
BNでは主要事実としての仮説以外にも間接事実も仮説として表現して、それぞれの関係性を考察することができる。次の事例をみてみよう。

事例3

ある納税者Xにおいて、取引先Zからの100万円の収入があったか否かが争われている。税務官庁は、「△月△日 Z 100」とのみ記載された業務日報、その翌日にXが100万円の時計を購入した証拠、当時のXの預金口座に預金がなかった預金履歴を証拠として提出した。

この事例をBNで表現したのが、下記の図4-5である。仮説として、「H1収入」と「H2無資力」(Xに資力がないという仮説)を設定した。H1とH2ノードにはCPTを付けていないが、棒グラフがそのまま事前確率を表示している。

※図 4-5 事例 3 のBN



このBNでは、「H1収入」から「E1業務日報」と「E2時計購入」へのアークを伸ばしている。また、主要事実であるH1だけでなく、この主要事実に関連する仮説「H2無資力」からその証拠である「E3預金なし」へアークを伸ばしている。このように、BN上に、複数の仮説を設置することで、間接事実の確率も考慮しつつ、主要事実の確率を計算することが可能となる。

さらに、「H2無資力」からは「E2時計購入」へもアークを伸ばしている。無資力であれば時計購入ができないので、このアークは因果関係といえるのか疑問が生じるかもしれないが、制約要因となる関係もBNとして認められている。ここでは、無資力であれば時計購入の確率が減少するという制約の関係があるといえる。仮説を支持する証拠とそれを制約する証拠を区別することなく、一つの仮説ノードに対して、それぞれの証拠を直接に繋げて、仮説に対する総合的な確率を計算することができるのである⁸⁹。

また、「E2時計購入」のCPTがやや複雑だが、これは二つの親ノードがあり条件が複数となったからである。CPTの横列はこのノードの条件となる親ノードH1とH2の真偽の組み合わせが表示されている。いずれも真・偽の2通りであるから、全部で4通りの組み合わせがある⁹⁰。例えば、H1偽（収入なし）、H2真（無資力）場合に、時計購入がなされた（真）の確率は通常あり得ないと考え、10%と設定している。

「E1業務日報」は事例2と同じCPTとしている。「E3預金なし」は、無資力の場合、預金はないであろうし、無資力でない場合には、いずれかといえば預金がある方が通常であろうという想定の下、CPTを設定した。

次の図4-6は、まず、E1とE3が観測されたものとして、BN上で、二つの証拠をセットしたものである。H1とH2について事前確率（50%）から二つの証拠を観測後の事後確率へと変化している。

※図4-6 事例3のBN（E1・E3が観測された場合）

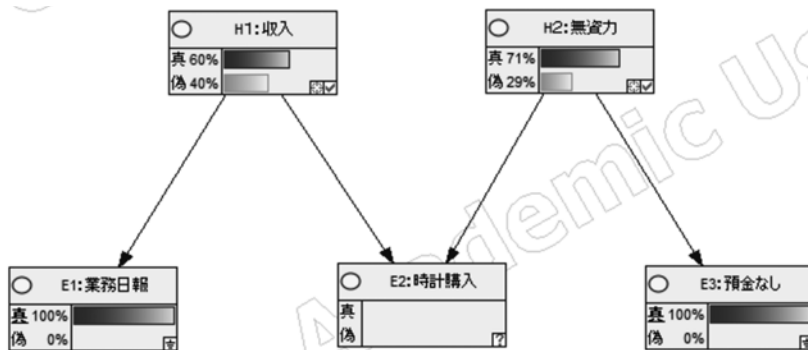


図4-3と同様にH1の収入が真である確率が60%であるから、この場面ではE3が真であることはH1に影響を与えておらず、E1が真であることのみが影響を与えていることが分かる。これは、H1とH2・E3間には、E2を介在して結びつくが、直接にはアークで繋がっておらず、E2が観測されるまでは確率に影響しないためである。次の図4-7でE2が観測された場合にならうかをみよう。

※図4-7 事例3のBN (E1・E2・E3が観測された場合)

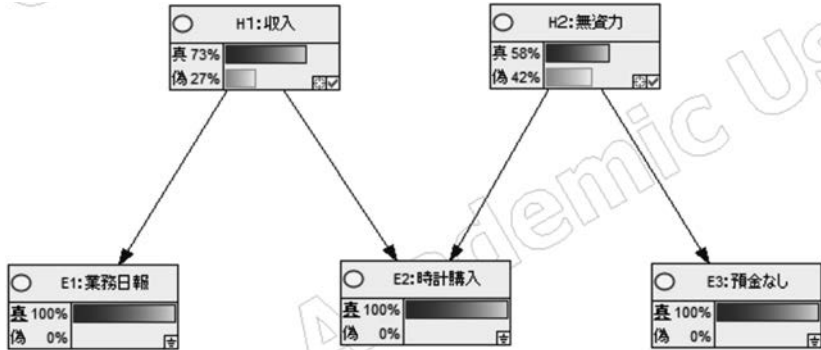


図4-7では、「E2時計購入」が観測されたことで、「H1収入」の確率を上昇させていることが分かる（60%⇒73%）。このようなH1・E2・H2の構造は、「合流結合」といい⁹¹、無資力と収入は、それらだけでは独立であるとみて直接のアークを伸ばしていないが、それらが結合する「E2時計購入」が観察されたことで、無資力の情報も時計購入を介して収入へ伝播して影響を与える関係になるのである⁹²。ここでは、無資力の可能性の方が高いにもかかわらず、高額な時計購入を行えたのは収入があったからだという推論により、H1の確率が高まったと説明できる。

(4) 証拠の信用性

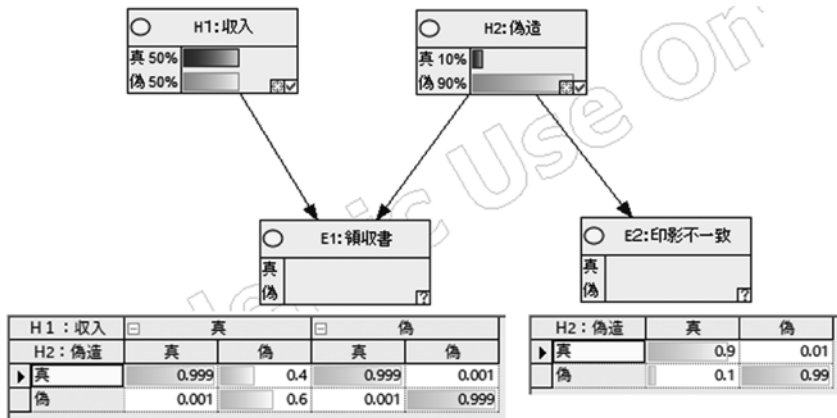
証拠の信用性について争いがあるような事例のBNをみてみよう。

事例4

ある納税者Xにおいて、取引先Zからの100万円の収入があったか否かが争われている。裁判において税務官庁は、Zに対する反面調査で入手したX名義の領収書を証拠として提出した。納税者は、Xの印影と税務官庁が提出したX名義の領収書の印影が異なる証拠を提出し、証拠となっている領収書はXが作成したものではないと主張した。

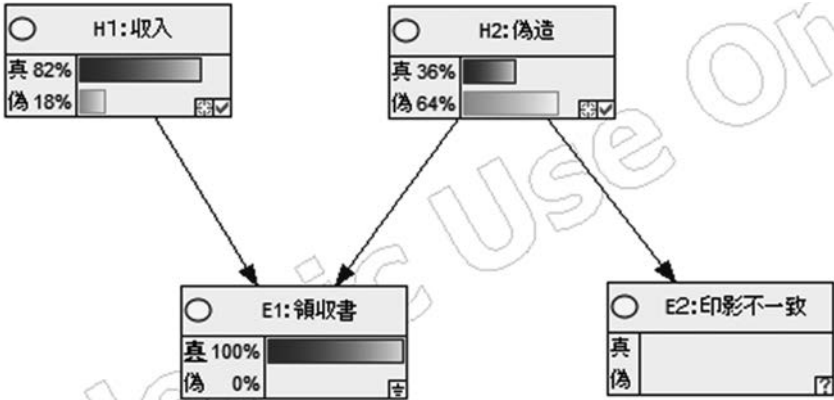
このように、証拠の信用性が争われている場合には、当該証拠を子ノードとして、証拠の信用性に関連する仮説を親ノードとするBNを設計する⁹³。ここでは偽造としている。「H2偽造」からは「E1領収書」以外に、偽造に関係のある証拠を紐づけることで、親ノードを介して「E1領収書」の信用性を評価できるのである。これをBNでモデル化すると以下の図4-8ようになる⁹⁴。

※図4-8 事例4のBN



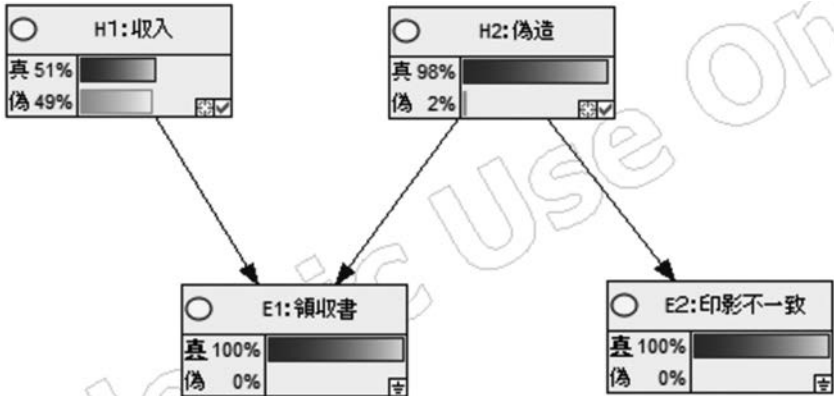
H1は理由不十分の原理から真である事前確率50%、H2について偽造は通常ないという経験から真である事前確率10%とした。E1のCPTとしては、偽造がある場合に領収書はほぼ確実に存在するであろうから、99.9%としている。また収入がなく偽造もない場合に領収書はほぼ確実に存在しないであろうから、0.1%としている。E2のCPTは、偽造がされた場合には印影不一致となる可能性が高度に高いであろうが、偽造がされていない場合には印影不一致はほぼあり得ないと評価したものである。次の図4-9は、領収書のみが観測されて、印影不一致はまだ観測されていない場合である。

※図 4-9 事例 4 のBN (E1が観測された場合)



印影不一致が観測される前は、偽造の可能性が低いために、領収書を元にした収入ありの確率は82%となっている。次に、図 4-10は、E2印影不一致も真としてセットした場合である。

※図 4-10 事例 4 のBN (E1・E2が観測された場合)



印影不一致を観測すると、偽造の可能性が高まり、領収書を元にした収入ありの確率は51%へ下降している様子が見て取れる。このように証拠自体の信用性が確実でない場合にも、その評価を踏まえた上で、最終的に求めるべ

き仮説の主観確率を計算できる。

(5) 仮説⇒証拠

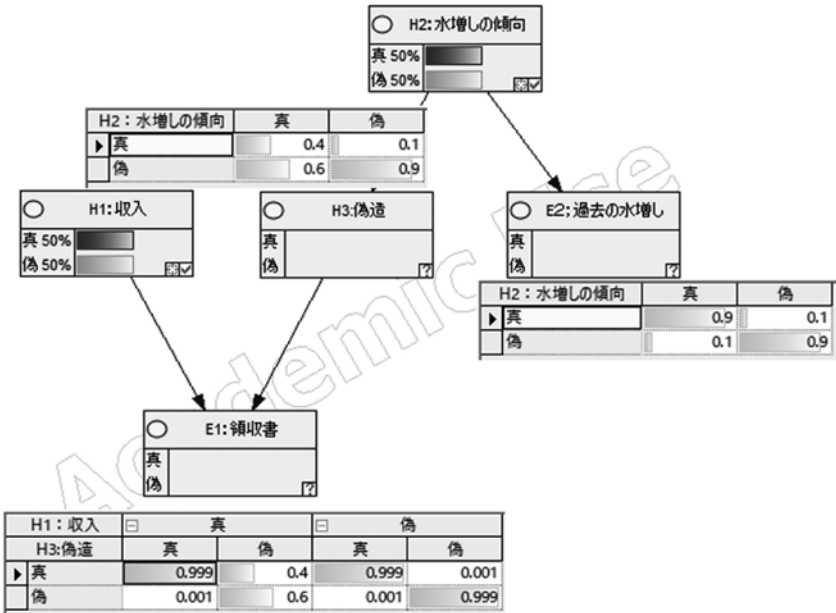
これまでのBNでみてきたとおり、法的事実認定では、通常、証明すべき事実（仮説）があり、その痕跡として証拠が生じることから、仮説⇒証拠という関係を組み合わせてBNを構築することになる⁹⁵。他方で、これとは逆向きに、証拠⇒仮説というBNを構築することが理にかなうようにみえる場面もある。それは、ある行為に関する「動機」や「機会」などのように行為の結果ではないが、行為の発生に影響を与える証拠が存在するような場面である⁹⁶。

事例5

ある納税者Xにおいて、取引先Zからの100万円の収入があったか否かが争われている。裁判において税務官庁は、Zに対する反面調査で入手したX名義の領収書を証拠として提出した。Xは、Zが過去に経費の水増しをしていた証拠を提出し、領収書はZが偽造したものでXが作成したものではないと主張した。

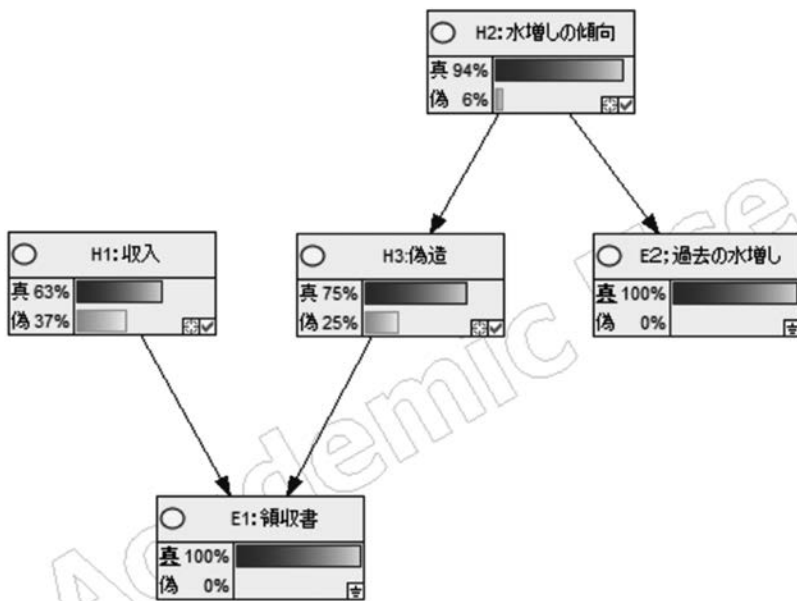
Zの過去の経歴は、偽造の結果として生まれる証拠ではなく、偽造という仮説を支える背景的な原因として機能するので、偽造の親ノードに位置づけることもできる。ただし、より緻密なモデルを構築するならば、Zの前歴は、「Zが経費水増しする性格・傾向がある」というZの性格から導きだされた証拠であると捉えることができる⁹⁷。次の図4-11は、以上を考慮して、Zの水増しの傾向を親ノードとして、そこから偽造ノードにアークを伸ばしている。

※図 4-11 事例 5 のBN



「H3偽造」のCPTであるが、通常、偽造はないことを前提に、水増しの傾向がある方が偽造の確率を高くする設定とした。「E2過去の水増し」のCPTは、水増し傾向がある場合、通常、過去の水増しもあり、水増し傾向がなければ、通常、過去の水増しもないとして設定した。次の図 4-12は、「E2過去の水増し」と「E1領収書」を観測した後のBNである。

※図 4-12 事例 5 のBN (E1・E2が観測された場合)

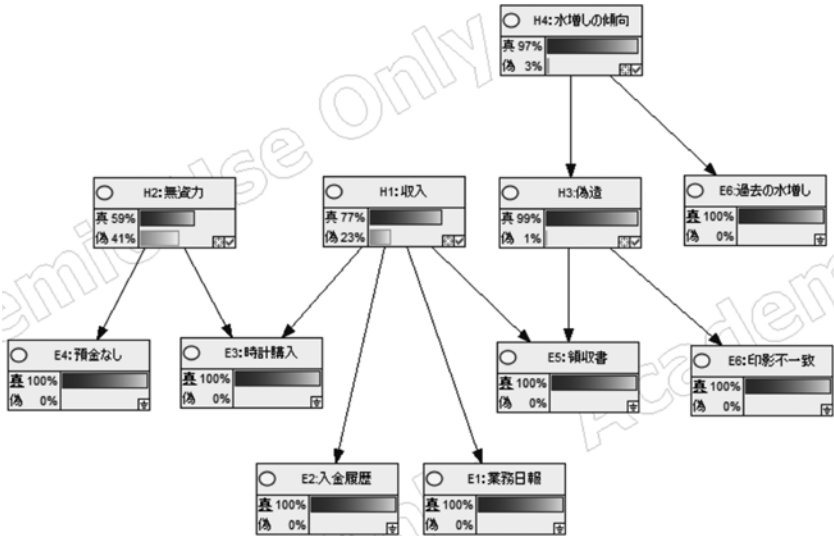


過去の水増しの証拠から、水増しの傾向を介在して、今回の偽造の可能性が75%と算出されている。この75%の偽造の確率を勘案することから、領収書が存在するものの、最終的な目標である収入ありの確率は63%にとどまっている⁹⁸。

(6) 総合

次の図 4-13は、若干違和感のある事例となってしまいが、これまでの事例 2 から事例 5 を統合した事例を想定し、それぞれの証拠が同時に存在したものとみたBNである。

※図 4-13 事例 2 から事例 5 の統合BN



E1からE6までの証拠を証拠調べしたのとして「真」とセットすると、「H1収入」の事後確率である $P(H1 | E1, E2, E3, E4, E5, E6)$ は、77%となっている。このBNでは、過去の水増しと印影不一致が相まったことで、領収書はほぼ偽造であるという信念に至ったので、収入を根拠づける証拠にはほなっていない。ここでは、E1からE4が収入の根拠づけとなっている。このようにBNは、因果関係を分析しCPTを設計することで、多数の証拠がある場合についても、その計算を可能とするのである⁹⁹。

(7) 小括

ここまでBNの設計と計算方法を簡単な机上設例を元にしてみてきたが、設定してきたCPTは恣意的と批判されても反論しようがない面はある。CPTに設定したのは、特に統計に依拠した数値でもなく、筆者の主観的な経験や洞察で割合を設定した。仮に、裁判官がBNを構築する場合であっても、同様に主観的な経験や洞察から設定せざるを得ない確率が多数である

う。ベイズ推論について、意味のある確率を付与することはできず空疎であるとの批判もあるが¹⁰⁰、一定程度的を射たものでもある。

他方で、ベイズ推論を利用しなかったとしても、事実認定には、実質上、事前確率と尤度比を考慮する必要があるから、裁判官は、意識的に数値化していないだけで、結局は、そもそも当該事実が存在しそうかしないか、そして、当該事実がある場合にその証拠が存在しそうか、逆に、当該事実がない場合にその証拠が存在し得るか、という思考を主観的な経験や洞察によって行っているはずである。その場合の事実認定も、客観的な根拠がないという点では、ベイズ推論を意識的に行う場合と変わらない。ベイズ推論を利用した帰結が、裁判官がその直観¹⁰¹により得ていた帰結と異なる場合には、その原因をBNの構造とCPTの設定を見直しつつ検証することができる。裁判官などが培ってきた事実認定の実践知を決して排除するわけではなく、BNと相互にフィードバックをすることで、その内容を洗練させつつ、より合理的な結論を導出していくことができるであろう。

5. 必要経費・損金の立証

(1) 事実上の推定

以上のベイズ推論に基づく事実認定を、わが国の具体的な裁判例を参考にして適用を試みてみよう。ここでは必要経費や損金の立証を取り上げることとする。裁判実務では、必要経費について、「必要経費は原告にとって有利な事柄であり、しかも原告の支配領域内の出来事であるから、これを認識し、また証拠資料を整えておくことは困難ではないから」、その主張・立証は容易なはずであり、「これを原告が積極的に主張・立証しないということは、事情によっては、当該経費の不存在について事実上の推定が働く」とされている。そして、その事情としては、「例えば、被告が具体的証拠に基づき一定額の経費の存在を明らかにし、これが収入との対応上も通常一般的と

認められる場合」などと説明されている¹⁰²。後に取り上げる裁判例でもこの事実上の推定が争点となっているので、まずこの作用について整理を加えておく。

国（税務官庁）に「一定額以上の必要経費の不存在」（仮説）についての証明責任があるという理解に立ったうえで、事前確率が50%であると設定する。税務官庁の主張を取り出すならば、この場合考慮されるのは、税務官庁の提出する一定額の経費の存在を明らかにする具体的証拠と、原告からそれ以上の必要経費に係る主張・立証がないこと（弁論の全趣旨）である。これらの合成尤度比を $LR(K)$ とすると、 $LR(K)$ は以下のとおりの表現できる。

$$LR(K) = \frac{P(\text{一定額の経費あり、原告の主張・立証がない} \mid \text{必要経費なし})}{P(\text{一定額の経費あり、原告の主張・立証がない} \mid \text{必要経費あり})}$$

事実上の推定を認める裁判法理は、納税者の主張・立証がなければ、高度の蓋然性をもって、必要経費の不存在を認めるということである。したがって、ベイズ推論から理解するならば、 $LR(K)$ によって、事後オッズ4（事後確率80%）を超える計算を経ているはずである。事前オッズ1とすると、証明度を超えるためには、 $LR(K)$ について4を超える数値を設定していることになる。

ここで、例えば、裁判官が、「必要経費が存在しない条件の下で『一定額の経費ありかつ原告の主張・立証がない』確率」を99%（必要経費がないのだから原告の主張・立証もない）、「必要経費が存在する条件の下で『一定額の経費ありかつ原告の主張・立証がない』確率」を5%（必要経費がある場合、原告の主張・立証は通常ある）と設定したとすると、 $LR(K) = 19.8$ となるから、事後オッズも19.8となり、パーセント表記では95.1…%となる。この場合、証明度を超えており、必要経費がないという事実が認定される。

(2) 納税者の反証の程度

必要経費に関する事実上の推定が成立する場合、「原告は、経費の具体的内容を明らかにし、ある程度これを合理的に裏付ける程度の立証をしなければ、上記推定を覆すことはできないものといえよう」¹⁰³とされている。これは一般的には、必要経費の不存在について国側に証明責任があることから納税者側には反証が求められる、という説明がされるが、これをベイズ推論から整理してみよう。

まず、納税者側が経費の具体的内容を明らかにして合理的に裏付ける程度の立証をした場合、そもそも(1)で尤度比として考慮した「主張・立証がない」という背景事情と両立しえず矛盾するので、当該背景事情を「真」として設定できない。そこで、納税者の立証の程度に応じて、構築するノードを3段階に分けてみよう。

第一段階は、納税者が経費についての主張・立証を何ら行わない場合、第二段階は、納税者が経費についての主張・立証を抽象的には行った場合、第三段階は、納税者が経費の具体的内容を明らかにし、ある程度これを合理的に裏付ける程度の立証を行った場合である。

裁判例からすると、第一段階と第二段階において、事実上の推定が覆らない、すなわち必要経費の不存在について主観確率が80%を下回らないはずである。第一段階においては、背景事情として「主張・立証がない」とは、「全く主張・立証がない」という意味であり、その場合(1)で設定した程度の尤度比であれば、必要経費が税務官庁の主張以上には存在しないことが認定される。

納税者が必要経費について抽象的な主張・立証を行った場合、背景事情として「全く主張・立証がない」とはいえないので、「具体的主張・立証がない」という背景事情を設定する。例えば、納税者が経費の具体的内容は主張・立証しないが、業界の慣習や昨年度の実績などから抽象的に必要経費を主張・立証した場合が想定できる。

ここでは、①「必要経費が存在しない条件の下で『一定額の経費ありかつ原告の具体的主張・立証がない』確率」と、②「必要経費が存在する条件の下で『一定額の経費ありかつ原告の具体的主張・立証がない』確率」を比較することになる。例えば、①99%、②20%とするならば、 $LR(K) = 4.95$ となるから、事後オッズ4.95 (83.1…%) となり、必要経費の不存在が認定される。ただし、第二段階の場合、納税者側の主張・立証の具体性が増大すれば、それに反比例して、背景事情の推認力は弱化する関係にあると考えられるから、 $LR(K)$ が4以下の場合もあり得るであろう。

第三段階に至ると、もはや $LR(K)$ として、必要経費の不存在の心証を高める事情にならないといえ、背景事情を尤度比として扱い事後確率に影響させることを取りやめるべきということになる。

このようにみえてくると、裁判実務として必要経費に関する事実上の推定が行われている現状を受け入れるべきか否かは、上記のような条件付き確率と $LR(K)$ の値に同意できるかという問題として再提示されることになる。

(3) 架空の仕入れ

水産魚介類の卸並びに小売業を目的とする株式会社（納税者、原告・控訴人）の仕入れのうちで、納税者が現金で代金の支払いを行ったと主張する現金仕入れについて、税務官庁が架空の仕入れであるとして否認をして紛争となった事件がある¹⁰⁴。第一審¹⁰⁵は税務官庁の主張通りに架空の仕入れとして課税処分を維持したが、控訴審¹⁰⁶では現金仕入れの大半（約81%）を認めて課税処分の一部を取り消した。国側が上告受理申立てをしたが、不受理決定となっている¹⁰⁷。本事件は、最高裁も経た事件であり、かつ、下級審では事実認定について判断が分かれており素材として好例であるといえることから、BNにより検討を加えてみよう。

納税者は、現金仕入れは、市場外の取引で見知らぬ者から購入を持ちかけられて購入するいわゆる浜買い・バツタ買い（以下「浜買い等」という。）

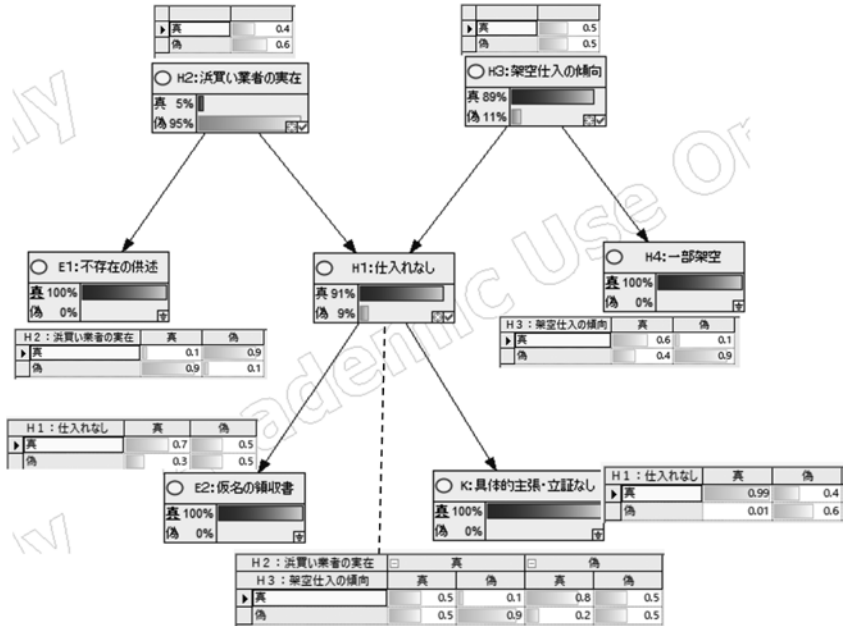
といわれる仕入れであると主張した。さらに、取引先が誰かは分からず、相手方から領収書も作成してもらえないので、その記録用に、納税者の従業員が仮名で住所のない領収書を作成し、また物品出納帳に記録していたと主張した。

第一審では、領収書等に信用性はなく、浜買い等が不自然・不合理であり信用性がないことを根拠にするとともに、具体的に税務官庁が取引の不合理性を立証して架空であると考えられる仕入れ部分が全体の約19%あることも考慮して、現金仕入れ全体を否認することを認めた。

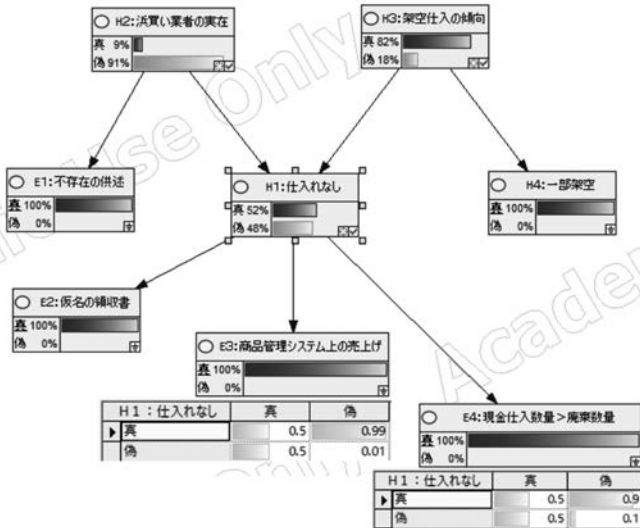
これに対して、控訴審も、領収書と物品出納帳に信用性はなく、浜買い、バツタ買いは「不自然・不合理」、「異常」と評価したが、税務官庁が具体的に取引の不存在を立証していない部分（約81%）については仕入れを認めた。納税者は約81%の部分も浜買い、バツタ買いと主張しているようであるので、一見すると、浜買い等を「不自然・不合理」、「異常」としながら現金仕入れを認める控訴審の判断は矛盾しているようにもみえる。これらの判断の経緯について、判断が分れた約81%の部分について、BNを使って検討してみよう。

以下の図5-1は第一審のBNであり、図5-2は控訴審のBNである。仮説ノードには、それぞれ証拠を観測後の事後確率が棒グラフで表示されている。H2・H3に付しているCPTは事前確率である。控訴審BNでCPTを付していないノードは、第一審BNと同じCPTとしている。全体の構造としては、「H1仕入れなし」を主要事実として究極的に立証されるべき仮説ととらえている。国側に証明責任があるという通説の理解に依拠すると、「H1仕入れなし」が「真」であることが80%を超えれば、仕入れの不存在が認定されるということになる。

※図 5-1 第一審BN



※図 5-2 控訴審BN



(i) 事実上の推定

第一審と控訴審ともに事実上の推定についての言及を行っている。第一審では、納税者が本件において経費に係る事実上の推定が適用されない旨を主張したが、事実上の推定は「裁判官の自由心証の一作用であるので、その適用が制限されると解することはできない」として、あくまで自由心証の一作用として、それ以上の言及はない。少なくとも、納税者が「合理的に裏付ける程度の立証」をしているとは考えていないようである。納税者は、浜買い等による仕入れを主張はしているが、裁判所はそれを否定している。そこで、背景事情として、先の整理による第一段階の「全く主張・立証がない」わけではないが、第二段階の「具体的主張・立証がない」と理解して、図5-1には「K具体的主張・立証なし」を配置している¹⁰⁸。

他方で、控訴審は、「現金仕入れに係る取引の不自然性、不合理性を具体的に主張立証する」ことが「いわゆる事実上の推定が適用される前提」であり、控訴審で現金仕入れを是認した部分（約81%）は、それを欠くとしている。控訴審は、事実上の推定が働かない場面と理解しているのは明らかであることから、「第三段階」と捉えてKノードは設けていない。経費に係る事実上の推定についての根拠を既にみたところに見出すならば（納税者が有利な事情を主張しない、証拠は通常納税者の支配下）、税務官庁側による取引の不自然性、不合理性について具体的な主張がないことは、それを否定する根拠にはならない。とすると、控訴審は、必要経費・損金に係る事実上の推定を、自由心証の一作用ではなく、事実認定に係る規範的ルールとして想定しているようでもある。

ただし、全体をみると、両者の帰趨を分けたのは、この事実上の推定に対する捉え方よりも、後述する現金仕入数量と廃棄数量との在庫数調整に対する評価の問題であろうと考えられる。

(ii) 商品管理システムの売上

第一審では特段言及がないが、控訴審では、「控訴人らから他の業者等への海産物等の売上げと対価としての代金徴収が、控訴人らの商品管理システムのとおりであったことは、被控訴人も争うことを明らかにしていない。このことは、本件現金仕入れ及びその他の仕入れの結果として、商品である海産物等の在庫が上記システムのデータどおり存在したことを推認させるものである。」としている。ここでは商品管理システムの売上が正しい以上は、その元になる現金仕入れも原則として正しいはずという推認を行っている。この商品管理システム上に売上・在庫のデータがあるという間接事実による尤度比がどうなるかであるが、まず、現金仕入れがないことが真である場合、商品管理システムに仕入れを入力するのが不明である。システム上の平仄を合わせるために架空仕入れ分も入力するかもしれない。したがって、「現金仕入れがない条件の下で商品管理システム上に売上・在庫のデータがある確率」は50%とした。他方、現金仕入れがないことが偽である場合（現金仕入れがある場合）、商品管理システムの売上に対応する仕入れが計上されている可能性は、ほぼ間違いないのではないかと考えられる（99%）。このCPTの設定でも、尤度比1以下となるから、控訴審が判示しているように、「H1仕入れなし」が偽（現金仕入れあり）の方向へ傾く要素としては妥当であろう。

(iii) 在庫数量の問題

納税者は、現金仕入れがなかった場合、実際の在庫と調整するために架空の廃棄が必要となるが、現金仕入数量が廃棄数量よりも多いということは架空の廃棄はなく、現金仕入れが真実であることを表している旨の主張をした。これは尤度比としてみると、①現金仕入れがない条件の下での現金仕入数量が廃棄数量よりも多いことはほぼあり得ないが、②現金仕入れがある条件の下での現金仕入数量が廃棄数量よりも多いことは通常のことであるとい

う主張であるから、 $LR(E4) < 1$ ということの意味する。

これに対して、第一審は、加工処理等をしたことにすれば廃棄数量を増やさずに数値を調整できることから¹⁰⁹、①現金仕入れがない条件の下での現金仕入数量が廃棄数量よりも多いことは十分にあり得ると捉えて、現金仕入れがあることの積極的な事実としては否定している。この評価を反映して、第一審BNには、控訴審BNで設置しているE4ノードを設置していない。第一審はE4について証拠価値なし ($LR(E4) = 1$) と想定していると考えられるからである。

控訴審では、E4に関して、「加工に関してはその後の商品として売却されるのであり、廃棄とは異なり、在庫数調整の手段として考え難い」として、第一審の判示のような加工による在庫数調整が難しいことを指摘した。このように控訴審では、加工による在庫数調整が難しく、ほかの具体的な在庫数調整の代替手段も想定し難いという認識を有していることから、①現金仕入れがない条件の下での現金仕入数量が廃棄数量よりも多いことはほぼあり得ない、という納税者の主張に沿った確率を考えていたことになる。

つまり、両裁判所では、E4の尤度比の分子部分の①がほぼあり得ないのか、十分にあり得るのかという条件付き確率に対する評価が、事実認定に影響したと理解できる¹¹⁰。

(iv) 一部架空

一部（約19%）が架空であるからといって、残り（約81%）が架空となるとは限らないことを納税者は積極的に主張している。確かに、納税者の主張のとおり、それらに強固な繋がりはない。BNとしてみると、一部が架空であることから、その他の残りが架空であることは、原因⇒結果の関係に立つわけではないから、他の証拠ないし間接事実のように子ノードと親ノードという関係性にもない。

これをBN上で表現するならば、既述の3.(5)で示したように、一部であっ

でも架空仕入れをしたことから、納税者には架空・隠蔽する傾向性があるという仮説を媒介にして、その余も架空仕入れをしているはずだという繋がりになるものと考えられる（なお、一部架空自体も証拠に紐づけて確率を計算すべきであるが、ここでは複雑になるので、100%真として設定している。）。ただし、この繋がりにはそれほど証明度が高いものにはならないことが通常であろう。

(v) 浜買い等の仕入先業者の实在

浜買い等の仕入先業者の实在は、現金仕入れの前提条件といえるから、現金仕入れの親ノードとして設置している（3.(5)参照）。その上で、その实在性に影響する証言を紐づけている。そもそも浜買い業者の实在はそれほど考え難いという事前確率とともに、関係者の浜買い業者は近年はみかけない旨の証言も加味して、第一審・控訴審ともに浜買い業者の实在性は否定する方向の事後確率となっている。いずれのBN上も、浜買い業者の实在は極めて高度な確率で否定されているが、控訴審BNでは現金仕入れがないことが52%の確率にとどまり証明度を超えていない。したがって、控訴審が浜買い等を否定しつつ、現金仕入れを認めるという判決をしたことも、CPTの設定次第では、数理上は矛盾しておらず説明可能なことになる。他方で、それでは納税者は現金仕入れの約81%部分についてどこから現金仕入れをしたとみるのが控訴審の判示からは明らかでない¹¹¹。控訴審は仕入れ先や方法の特定がなくとも、実際に仕入れた商品が販売されたと推測されるのであるから、経費に係る立証に問題はないと考えたのかもしれない。閾値として高度の蓋然性を要求するということは、こういった帰結を許容するということでもある。

(4) 小括

本節では、必要経費・損金に関わる事実上の推定及び実際の裁判例に検討

を加えた。ベイズ推論から事実上の推定を考察すると、尤度比としての値に合意できるかどうかの問題と再構成できる。さらに、現金仕入れが問題となった裁判例では、第一審と控訴審がそれぞれ指摘した事項について、明示的な重み付けを条件付き確率として可視化した。このことにより、BN構造上の違いがいかに結果に影響したのかを、判決文を読むだけでは得られない明瞭さをもって議論できる基盤を構築することが可能となった。

もっとも、本稿におけるBNは、あくまで判決内容に即した事後的な再構成モデルであり、CPTも結果に整合するよう筆者の判断に基づいて設定できる以上、BNによって控訴審の事実認定の合理性が明らかになったと主張するつもりはない。むしろ、筆者の構築したBNやCPTに納得がいかない、異論がありうるということも十分に考えられる。本稿でのBNの構造及びCPTの確率に不十分な点があるならば、ひとえに筆者の事実認定に対する経験不足に原因があるが、それは筆者一人のみで作成したという点も大きいだろう。

現実の租税訴訟での利用を考えると、事実認定に関する経験豊富な弁護士・訟務検事、そして裁判官が関与している。税務官庁が、構築したBNとCPTを訴訟に顕出させて、それに対して弁護士が検証を行い、不合理な点を指摘する、または自らが考えるBNとCPTを主張する。BNツールとそのファイルは、訴訟関係者において共有可能であるから、裁判官が判決を書くに当たって、税務官庁や弁護士の作成したBNのファイルを使って、CPTの数値を変えて検証するといった作業も可能である。このように、BNツールを活用することができれば、租税訴訟の実務においても、定量的に事実認定の内容を比較・検討することができるようになるであろう。

なお、定量的といっても、BNを通じた議論も、それぞれの価値感を反映せざるを得ないものであり、客観的な「数」の論理だけで決着するわけではない。価値感の明瞭化と説得という過程は、法的な判断の正当化根拠として、わが国で支持を集める対話的合理性基準¹¹²と決して矛盾しないのではなからうか。特に、BNが形式的推論の道具であると同時に、価値判断の明瞭

化を支援する道具である点に注目すれば、対話的合理性の技術的な補助手段として機能し得ると考える。

6. 規範的要件とベイズ推論

(1) 法的三段論法の限界

これまででは、事実認定においてベイズ推論を利用する場面をみてきた。これに対して、ベイズ推論を法の解釈・適用に利用しようという主張も存在している。ただ、それらも裁判の予測を目的とするものであり¹¹³、法の解釈・適用を根拠づけることにベイズ推論を利用するものではない。ベイズ推論は、価値観をある程度共有する裁判官集団の一般的な思考傾向を推測し、ある事件において、いかなる判決となる可能性があるかの確率をモデル化することはできても、それは判断の類型性・一貫性の価値にとどまる。確率の計算では、その余の法的価値を取り込むことは難しいようにも考えられる¹¹⁴。

翻って考察すると、そもそも、法を事実当てはめる領域とベイズ推論とは親和性が高い議論様式ではない。一般的に法の適用過程の型として理解されている、法的三段論法は、「大前提」として適用される法規範を示し、「小前提」として確定した具体的事実が法規範に該当することを示し、そこから結論を導くという演繹的推論である。これは、形式論理学上の三段論法を法実践に援用するものであるが¹¹⁵、三段論法が導出することは、大前提と小前提が「真」である場合に、結論も「真」であるということであって、大前提と小前提が「真」であることは、何ら三段論法によっては保障されていない¹¹⁶。

例えば、「大前提：居住者は、所得税を納める義務がある。小前提：Xは居住者である。結論：Xは所得税を納める義務がある。」とする議論は三段論法としてみると妥当なものであるが、小前提が正しいかどうかは分からない。また、小前提「Xは居住者である」を真とするために、この小前提を結

論とする三段論法「大前提：国内に住所を有する個人は居住者である。小前提：Xは、国内に住所を有する個人である。結論：Xは居住者である。」としても、この小前提の真は三段論法によっては保障されないの、同じく、結論が正しいかどうかは分からない。「住所」の解釈をして、さらなる三段論法を作っても、当該三段論法の小前提が保障されないのは同じであり、どこまで規範を形成しても無限後退に陥る。このように、法的思考の中核ともいえる、小前提が「真」である判断は、価値判断そのものなのであって、三段論法による論証はできない。法の当てはめは、論理学の演繹法則だけでは完結しない、人間の言語運用や価値判断を含む作業であり、修辭的・価値的な議論の領域でもある。ここには、ベイズ推論のような確率的な手法が直接介入する余地は乏しいようにも考えられる。

(2) 規範的要件と論証責任

ただし、租税法における裁判例では、複数の事情を総合的に考慮して法を事実当てはめる場面が多くみられるところ、こうした状況においては、ベイズ推論の枠組みを応用することで、当該判断過程を定量的にモデル化し、検証可能性や透明性を高める余地があると考えられる。複数の考慮事情を総合して判断される場合、裁判所が何をどのように考慮したのかが明らかではなく、その検証が常に難しいが、このままでは総合的な判断を行う判決に説得力を持たせることができない¹¹⁷。

ここで、近年の注目される二つの主張を導入する。一つ目は、巽智彦による規範的要件についての「論証責任」・「論証度」という概念である¹¹⁸。論証責任・論証度は、事実認定における証明責任・証明度を、規範的要件にも延長する考え方である。巽は、以下のように説明する。「論証責任の概念は、いわば規範的要件それ自体の『証明責任』を表すものであり、規範的要件の充足に関する裁判官の心証度が論証度を超えない場合には、当該規範的要件の充足・不充足は論証責任の所在に応じて判断されることになる」¹¹⁹。

法的な事件を検討する際に、法が事実を包摂しているのか否か確信を持ってないといった経験は、法に携わる者は誰もが共有しているのではないかと考えられ¹²⁰、異の主張する論証責任・論証度という概念は、我々の直観にそぐわないものではない。そこで、規範的要件に関する主観確率を観念して、それを論証に対する信念の度合い（論証の度合い）とみて、さらに閾値としての論証度を設定することができるのではないかと。

二つ目は、規範的要件の当てはめの方法に係るモデルである。規範的要件は、それ自体について証明責任の対象とするのではなく、規範的要件の評価を根拠づける評価根拠事実と、反対に評価の障害となる評価障害事実をそれぞれ観念して、原告と被告が証明責任をそれぞれ負担するという理解が一般的である。この点について、近年、山本和彦が、評価根拠事実・評価障害事実として観念される事実については、証明責任を適用することなく、その心証の度合いのまま（つまり証明責任を適用して真偽を決めることなく）、規範的要件の法的評価を行うべきであるという主張を行い¹²¹、賛同を得ている¹²²。この山本による規範的要件の認定構造は、これまで説明してきたベイズ推論の手法に親和性が高い¹²³。

そこで、上記の二つの主張を統合し、BNによって、規範的要件に関わる評価根拠事実と評価障害事実についての信念の度合いを計算した上で、最終的には規範的要件の信念の度合い（論証の度合い）の計算に至る手法を検討してみよう。

方針としては、規範的要件に対する信念の度合いを最終的な主観確率算定の目標とする。規範的要件の親ノードには、「総合」して考慮される事情（評価根拠事実・評価障害事実）を配置する。考慮事情を規範的要件の親ノードとするのは、事実認定のように何らかの行為⇒その痕跡としての証拠という関係性ではなく、考慮事情が規範的要件の充足に必要な要素という位置付けだからである。さらに、それぞれの考慮事情には、証拠を子ノードとして紐づけて、各事情の信念の度合いを算定する。規範的要件に係る条件付き

確率の条件となる考慮事情の真・偽は、全てのパターンで100%と0%のいずれかとして設定する¹²⁴。

例えば、考慮事情として、当事者がa, b, c, dという事実を主張しているでしょう。裁判所がその法的評価において、a, b, cともに事実として存在する場合に規範的要件が充足すると考える場合、a, b, cともに「真」である場合に、規範的要件も「真」になるとしてBNを設計する。この場合、裁判所は当事者が主張する考慮事情dは、規範的要件の充足に不要と評価したから、dはBNには反映させない。この、a, b, cによる充足、dの除外という判断はベイズ推論とは無関係であり、まさしく従来どおりの法的判断である。さて、この場合、a, b, cそれぞれについて真偽（事実の存否）があるので、真偽の組み合わせは全体で、8通りであるが、そのなかで、a, b, cが全て「真」の場合のみ、規範的要件も充足（真）するとし、その他の7通りは充足しない（偽）にする。

このように設計すると、規範的要件の充足において意味のある事実か否かは、BN構築段階で考慮されることになる。これは、規範的要件の判断に必要な評価根拠事実・評価障害事実の確証の程度をそのままで加味しつつも、そもそもいかなる事実が規範的要件にとって意味のある事実なのかという法的判断の骨組み自体は、従来どおりの議論に依拠することを意図しているからである。このように設計することで、従来の議論とベイズ推論による本稿での試みが連続性のあるものとなるだろう。

(3) 不当性要件

以上の方針を前提に、素材として、組織再編成に係る行為計算否認規定の適用が問題となった著名なヤフー事件を用いる¹²⁵。事実関係としては、ソフトバンク株式会社（以下「ソフトバンク」という。）の完全子会社CS社が多額の未処理欠損金を有していたところ、納税者であるヤフー株式会社（上告人、以下「ヤフー」という。）が、CS社の発行済株式をソフトバンクから譲

り受けた後に、CS社を吸収合併し、CS社の未処理欠損金額を自らの欠損金額として損金算入したというものである。この組織再編では、CS社の吸収合併直前にヤフーの代表取締役 I がCS社副社長に就任し、欠損金引継ぎに必要となる特定役員引継要件を形式的に満たしていた。国税当局は、組織再編成に係る行為又は計算の否認規定である法人税法132条の2を適用し、上記未処理欠損金額をヤフーの欠損金額とみなすことを認めず課税処分を行ったところ紛争となった。

本事件において最高裁は、法人税法132条の2「法人税の負担を不当に減少させる結果となると認められるもの」（以下「不当性要件」という。）について、以下のように判示した。

「法人税の負担を不当に減少させる結果となると認められるもの」とは、法人の行為又は計算が組織再編成に関する税制（以下「組織再編税制」という。）に係る各規定を租税回避の手段として濫用することにより法人税の負担を減少させるものであることをいうと解すべきであり、その【A】濫用の有無の判断に当たっては、【R1】①当該法人の行為又は計算が、通常は想定されない組織再編成の手順や方法に基づいたり、実態とは乖離した形式を作出したりするなど、不自然なものであるかどうか、【R2】②税負担の減少以外にそのような行為又は計算を行うことの合理的な理由となる事業目的その他の事由が存在するかどうか等の事情を考慮した上で、【R3】当該行為又は計算が、組織再編成を利用して税負担を減少させることを意図したものであって、組織再編税制に係る各規定の本来の趣旨及び目的から逸脱する態様でその適用を受けるもの又は免れるものと認められるか否かという観点から判断するのが相当である。

（下線・【】筆者）

本判決の判断枠組みにおいては複数の理解が主張されているが¹²⁶、本稿の

目的は、最高裁が示した不当性要件の判断枠組み自体の是非を論じることではないので、ここでは調査官解説による理解を受け入れておく。調査官解説は、本判決を、いわゆる制度濫用基準を明確にしたものと理解する¹²⁷。そして、【A】「濫用」を具体的に敷衍したものが、【R3】租税回避の意図と趣旨目的からの逸脱であるとする¹²⁸。さらに、本判決を、その濫用の有無の判断において、【R1】行為・計算の不自然性と【R2】そのような行為・計算を行うことの合理的な理由となる事業目的等の有無、との2点を特に重視して考慮すべきであるとしたものと理解する¹²⁹。そして、R2については、租税回避以外の事業目的等が「存在するか否か」のみを考慮するのではなく、それが「正当なものといえるか」どうかも含めた判断をする立場とする¹³⁰。

このように、調査官解説では、R1・R2は純然たる事実というよりも、R1の「不自然」性だけでなく、R2も「正当」性という規範的な評価を必要とするものと考えられている。このR1・R2とR3の関係性は難解だが、調査官解説では、R1・R2をR3の前段階に位置する規範的な考慮事情として位置づけているように読めるので¹³¹、本稿では、R1・R2をR3の前提たる親ノードに位置づけることとする。

最高裁は、本件において、まず、【H1】本件の一連の組織再編成に係る行為が、未処理欠損金額をヤフーに引き継がせるため、ごく短期間のうちに計画的に実行されたものであること、【H2】IのCS社副社長就任は、未処理欠損金額引継ぎに必要な特定役員引継要件を満たすために行われたこと、を挙げて、【H3】法人税の負担軽減の意図があったことを認定している。調査官解説では、この部分について、H1・H2によって、取引等の不自然性・他の事業目的の不存在などから「強いて推認するまでもなく、本件提案等【注：ソフトバンクからヤフーへの本件組織再編成の提案】により、本件副社長就任を含む一連の行為が、組織再編成を利用した租税回避スキームとして計画された行為であり、『組織再編成を利用して税負担を減少させることを意図したもの』であることが明らかな事案であることが示されているとい

えよう」としている。この説明は些か判然としないが¹³²、ここでは、H1・H2を根拠として認められたH3が、R3不当性要件を直接根拠づける事情と位置づけられていると理解しておこう。そこで、BN上では、H3をR3不当性要件に対する親ノードとして位置づける。H1及びH2は、H3を立証する間接事実として、H3の子ノードに位置づける。さらに、最高裁は、H1・H2を支える証拠として、メールの内容を指摘しているので、当該メールをH1・H2の子ノードの証拠とする。

さらに、最高裁は、【H4】副社長就任はS（ソフトバンク代表取締役社長兼ヤフー取締役会長）の依頼によるもので、事業上の目的や必要性が具体的に協議された形跡はないこと、【H5】一連の行為は合併方針のもと短期間で行われIの在任期間も短いこと、【H6】Iの業務は合併準備や事業計画に限られること、【H7】IはCS社において非常勤の取締役で具体的な権限や報酬もなかったという点を挙げている。そして、「これらの事情に鑑みると」、「特定役員の実質を備えていたということではできず、…実態とは乖離した上記要件の形式を作出する明らかに不自然なものというべきである」、「本件副社長就任につき、税負担の減少以外にその合理的な理由といえるような事業目的等があったとはいえない」として、R1・R2へ当てはめをしている。そこで、H4からH7をそれぞれR1・R2の親ノードとして設計する（ただ、BN上このようにすると、R1・R2の二つに分ける意味がほぼないので、本来は異なる考慮事情でそれぞれ分析する方が適切である。）。

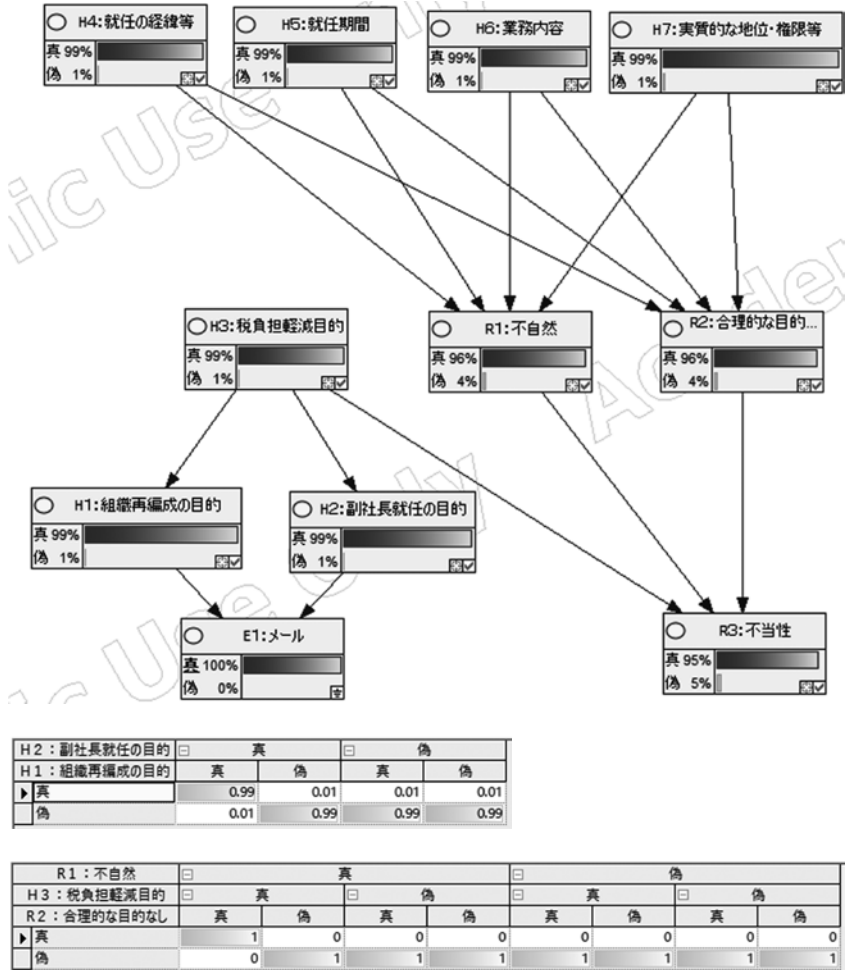
以上をまとめると、最終的な目標であるR3は、規範的評価を必要とするから、H3・R1・R2を親ノードとして位置づけて、全てが「真」の場合に、R3も「真」になると設計する。敷衍すると、最高裁の論理過程をH3・R1・R2のいずれかが認められない場合には、R3も認められないと判断した構造と理解するということである。

次に、R1・R2も規範的な評価が必要であるために、BN上は、R3と同じく、H4からH7が全て「真」である場合に「真」になるものとして設計する。

最高裁は、H4からH7として基本的に当事者間に争いのない事実を挙げているから¹³³、これらの主観確率は一律に99%とした（なお個別の証拠により立証が行われる場合は、それぞれの証拠を子ノードとして紐づけるとよい。）。

H1・H2については、当事者間に争いがあるように読めるのでそれぞれの事前確率は50%としたが、メール等の固い証拠により根拠づけられているものとみる。メールの尤度比は99とした。さらに、H1・H2もH3に対する尤度比99としている。以上を反映したBNが次の図6-1である。CPTには、E1（上）とR3（下）のCPTを付けている。R1・R2のCPTは省略しているが、R3と同様に、親ノード全て（H4～H7）が真である場合にのみ、真として、親ノードに一つでも偽がある場合には、偽とするCPTとしている。

※図 6-1

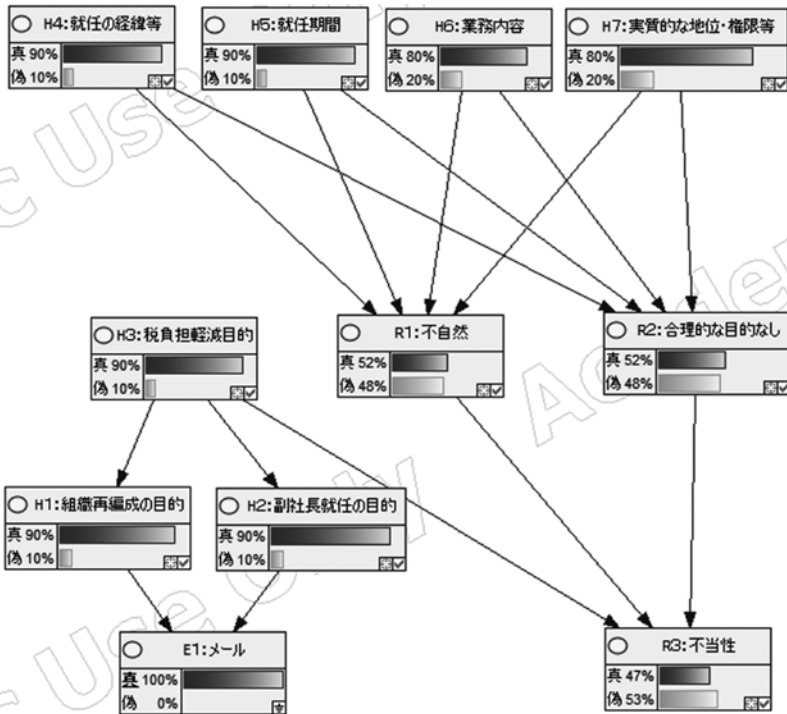


計算結果として、R3不当性要件の信念（論証）の度合いは95%となっている。このように高度な信念の度合いとなったのは、最高裁が摘示した考慮事柄の信念の度合いを基本的にほぼ100%としたからである。ここで、考慮事柄の信念の度合いが、最終的な規範的要件の論証度に影響があることを視覚的にも示すために、仮に、メールの証拠の証明力が弱く、最高裁が列挙した

考慮事情についての信念の度合いも低かった場合に論証度がどうなるかをみてみよう。

図6-1ではE1の尤度比を99としていたが、次に示す図6-2では尤度比9とした。また、H4からH7についても主観確率をそれぞれ図6-2に表記のとおりに低下させた。

※図6-2



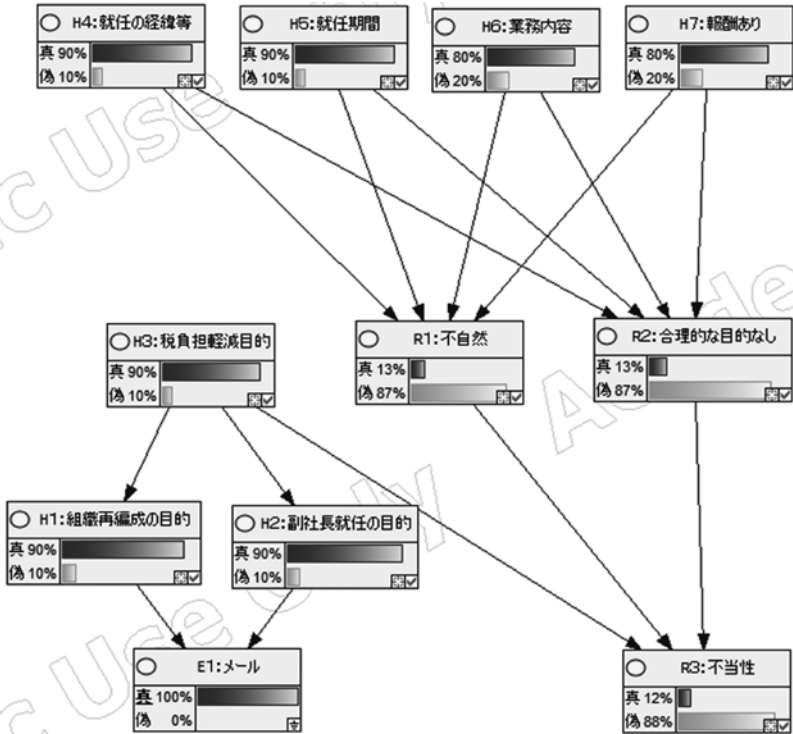
これを見ると、図6-2は、考慮事情（H1からH7）の主観確率が、図6-1と比較して、それほど下がったわけではないが、当てはめの結果であるR1からR3の主観確率は大きく下降している。これは、親ノードが全て「真」の場合にのみR1からR3も「真」となるという設計としているからである（論

理積)。直感的に説明するならば、例えばa, b, cの各事情について真である確率が90%でも、三つ揃って真となる確率は、 $0.9 \times 0.9 \times 0.9 = 0.729$ となり下降することを想起するとよいだろう。

そして、ここで設計したBNは、この性質から、考慮事情を増やすことは論証の程度という意味においては、むしろそれを低下させる要因となる。例えば、本件において、裁判所が、R1とR2の認定のために補強的な考慮事情として、そこまで確実ではない考慮事情H8をさらに必要だと考えるとする。この考慮事情H8も真の場合にのみR1とR2が真になると設計すると、H8の不確かな程度が、R1からR3の論証の程度を低下させることになる。不確かな事情を追加した以上、論証の程度が下がるのは合理的ともいえる一方で、裁判所としては論証の程度を補強するためにH8を追加したのであるから、その結果として、論証の程度が低下するのは不自然な設計だとの批判もあり得るであろう。これは、規範的要件に対する考慮事情の位置づけに係る更なる議論を要する点であるが、筆者としては、ひとまず前者の立場で考えておきたい。

さらに、上記では不当性の根拠となるいわゆる評価根拠事実のみを列挙していたが、仮に、不当性を否定する評価障害事実も主張されている場合にはどのようなようになるであろうか。例えば、ヤフー事件において、H7として、本当の事実関係とは異なり、IがCS社の常勤取締役就任しており具体的権限や報酬もあったという事情が主張されていたとしよう。そして、裁判所は、その法的評価により、H7が真である場合には、R1とR2を認めるべきでないと考えたとする。この場合、BN上のR1とR2のCPTについて、H4からH6が真で、かつ、H7が偽の場合にのみ、真になると設計することになる。そのような変更をしたのが、次の図6-3である。CPTは上記を反映したR1のものを付けている（親ノードが多いとこのように多数の条件付き確率の設定が必要になる。なお、R2も全く同じCPTとする。）。

※図 6-3



H4 : 就任の経緯等	真					
H5 : 就任期間	真			偽		
H6 : 業務内容	真	偽	真	偽	真	偽
H7 : 報酬あり	真	偽	真	偽	真	偽
▶ 真	0	1	0	0	0	0
偽	1	0	1	1	1	1

H4 : 就任の経緯等	偽					
H5 : 就任期間	真			偽		
H6 : 業務内容	真	偽	真	偽	真	偽
H7 : 報酬あり	真	偽	真	偽	真	偽
▶ 真	0	0	0	0	0	0
偽	1	1	1	1	1	1

結果として、H7が真である主観確率が80%と高度であることを反映して、R1からR3の論証度は著しく低下した。このように、評価根拠事実と評価障害事実の双方ともに、その心証の程度をそのまま受け入れた上で、究極的な

目標である規範的要件の論証の程度を計算することができるのである。

(4) 小括

本節では、規範的要件の判断にベイズ推論を応用し、論証度という概念を用いてその定量的モデル化を試みた。複数事情を総合的に考慮するような場面において、判断構造をベイジアンネットワークで可視化・検証できる可能性を示すことができたと考えられる。なお、このようにBNによって規範的要件に関する信念の度合いを計算する場合に、論証度はどのように設定したらよいであろうか。論証度という概念自体が広く共有された理解ではないので、この点について議論の蓄積はない。事実認定の場合とは異なり、論証度を50%とする理解もあり得る。ただし、租税回避否認規定についていえば、一つの示唆がある。伝統的に、租税回避否認規定は、租税法律主義との抵触関係が議論されてきたが、調査官解説は、この点について、ヤフー事件最判が判示した基準に照らすと「その関係者にとって、組織再編税制に係る各規定が適用されるべき事案であること又は適用されるべき事案でないことは明らかというべきである」から、租税法律主義違反の問題にはならないとする¹³⁴。このように、租税回避否認規定が適用されるべき事案であることが「明らか」である、ということが租税法律主義との関係で求められるならば、論証度も80%程度の論証の程度は求めるべきかもしれない。本稿では指摘にとどめる。

7. おわりに

本稿では、租税法領域におけるベイズ推論活用の意義と有用性を検討してきた。不確実な事実関係を論理的・体系的に評価できるベイズ推論は、司法判断の効率性・透明性を高める力を持っている。そして、ベイズ推論の実践的な利用においては、本稿で示したBNとBNツールを活用することが望ま

しい。BNツールにより確率計算が自動化され、裁判官や税務官庁職員らの事実認定者は仮説（主要事実、間接事実）とその証拠構造の設計に専念できる。BNを用いた手法は従前の経験則による推論についての判断過程を可視化し、その検証可能性や再現性を高める利点があるといえよう。

また、本稿では、租税法の解釈・適用の場面において、規範的要件の判断にベイズ推論を応用し、論証の度合いを主観確率として観念してその可視化を試みた。これは、巽智彦と山本和彦の主張を基盤にしたものではあるが、ベイズ推論と規範的要件の認定に係る思い切った飛躍をした試論といえるかもしれない。そもそも規範的要件の当てはめにおいて主観的確率を考慮することが適切かという根源的批判もあり得る。しかしながら、租税法裁判例において度々行われる「総合」的な判断に対する検証が常に難しいことからすると、規範的要件の判断にベイズ推論を応用し、その定量的モデル化を試みることは有益な挑戦であろう。

現在注目を集めているAIに関する未来予測である「AI2027」¹³⁵では、2027年にはAI自身がAIを開発し始め、「知能爆発（intelligence explosion）」が到来すると予想されている。検証に耐えるBNの構築が人間の手を離れ、AIによりなされる時代も、そう遠くない未来であろう。将来的には、裁判の当事者間でAIが生成したBNをやり取りしつつ争点を整理するという実務慣行も想像される。しかし、AIが構築したBNの妥当性や合理性を検証するのは、やはり人間の役割であり領域である。そのためにも、BNを実際に自ら構築する経験を有することが、AI時代における法律家の基本素養として、重要になるであろう。

本稿は、法学を専門としてきた筆者にとって、なじみの薄い数理的領域へ踏み込むものであり、思わぬ間違いがあるかもしれない。その点については、今後の批判を待ちたい。また、本稿での議論はあくまで導入的な射程にとどまるものであり、ベイズ推論の可能性を租税法の文脈で十全に展開するためには、今後さらなる理論的深化と実証的応用が不可欠である。本稿の

試みが、その嚆矢として租税法学界における活発な議論と実践的研究の端緒となることを、心より願うものである。

[本研究はJSPS科研費20K13318、24K00196の助成を受けたものである。]

【脚 注】

- 1 ベイズの定理及びベイズ推論の理論的基盤とその歴史的展開について、ジューディア・パールほか（夏目大訳）『因果推論の科学』（文藝春秋、2022）、シャロン・パーチュ・マグレイン（富永星訳）『異端の統計学ベイズ』（草思社、2013）。
- 2 ベイズの定理の法学における利用に係る論文集として、PROBABILITY AND INFERENCE IN THE LAW OF EVIDENCE: THE USES AND LIMITS OF BAYESIANISM (Peter Tillers & Eric D. Green eds., 1988) がある。わが国における、法学へのベイズ推論導入に係る特筆すべき業績として、太田勝造『裁判における証明論の基礎—事実認定と証明責任のベイズ論的再構成—』（弘文堂、1982）。本稿ではベイズ推論の構造について概略の紹介にとどまるが、詳細については、太田勝造の上記業績を参照されたい。なお、本稿は、主として大学以上で数学の専門的訓練を受けていない読者（わが国では法学に携わる研究者・実務家の大半が該当するだろう。筆者もその一人である。）を想定しており、数式についても、可能な限り、その意味を説明する方針とする。
- 3 最判平成22年4月27日刑集64巻3号233頁。同判決とベイズ推論の関係については、太田勝造「『被告人が犯人でないとしたならば合理的に説明することが極めて困難な間接事実』について—事実認定・心証形成の合理的理論からの一考察—」法律論叢92巻4・5号37頁（2020）、中川孝博「『被告人が犯人でないとしたならば合理的に説明することができない（あるいは、少なくとも説明が極めて困難である）事実関係』（最判平22・4・27）は間接事実中に必要か」土井政和＝福島至古稀『刑事司法と社会的援助の交錯』416頁（現代人文社、2022）参照。ただし、同判決の調査官解説（鹿野伸二「判解」最判解刑事篇平成22年度54頁（2011））には、ベイズ推論に関する言及はない。
- 4 現在の最高裁判事である草野耕一は事実認定における主観確率とベイズ推論の有用性を積極的に解している（草野耕一『数理法務のすすめ』1-41頁（有斐閣、2016）参照）。裁判官や弁護士によるベイズ推論に依拠する事実認定に対する評価として、西野吾一「統計的・確率的立証についての一考察」井上正仁古稀『井上正仁先生古稀祝賀論文集』597頁（有斐閣、2019）、河村浩＝中島克巳『要件事実・事実認定ハンドブック（第2版）』481-484頁（日本評論社、2017）などがある。
- 5 わが国の刑事法の領域でベイズ推論を論じるものとして、原田和往「刑事訴訟における

- 解明度」岡山大学法学会雑誌65巻3・4号247頁（2016）、同「証明力の定義について」岡山大学法学会雑誌69巻4号25頁（2020）。
- 6 ピーター・D・ホフ（入江薫ほか訳）『標準ベイズ統計学』1頁（朝倉書店、2022）、ジェームズ・V・ストーン（岩沢宏和監訳・西本恵太＝須藤賢訳）『[速習] ベイズの定理』2頁（技術評論社、2023）参照。
- 7 確率は、事象の起こりやすさを定量的に示すものであり、未知のものに対する人々の信念（belief）を表すものとしても用いられる。本稿では、事象Aの確率を、probabilityの頭文字をとって、 $P(A)$ と表記する。東京大学教養学部統計学教室編『統計学入門』75頁（東京大学出版会、1991）参照。
- 8 Norman Fenton & Martin Neil, *Calculating the Likelihood Ratio for Multiple Pieces of Evidence*, arXiv:2106.05328, at 2 (2021), <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.05328>, last visited on May 30, 2025.
- 9 「尤度」も条件付き確率の形で表現されるが、証拠が観察されてしまった後は確率ではなくなるので、「確率」といわずに「尤度」という。渡部洋『ベイズ統計学入門』15頁（福村出版、1999）参照。
- 10 ベイズ（Thomas Bayes）による発見がなされたことからベイズの定理という。ただ、確率論の基礎を築いたラプラス（Pierre-Simon Laplace）によっても独立して発見された。現在の形に近づけたのはラプラスであり、以下のように表現した。全体の事象（起こり得る全ての事象）として、 A_1, A_2, \dots, A_k までk個の背反の事象（同時には発生しない事象）がある場合において、以下が成り立つ。

$$P(A_i | B) = \frac{P(A_i)P(B | A_i)}{\sum_{j=1}^k P(A_j)P(B | A_j)}$$

本文中では、AをHに、BをEに変換し、さらに、分母を、 $P(E)$ と表記しているが、本来はこの形が正しいとされている（松原望『入門ベイズ統計（改訂版）』2-3頁（東京図書、2024）参照）。分母の Σ （シグマ）は総和を指示する記号であり、ここでは、すべての A_j （ A_1, A_2, \dots, A_k のこと）について $P(A_j)P(B | A_j)$ を足し合わせることを指示している。つまり、 $\sum_{j=1}^k P(A_j)P(B | A_j) = P(A_1)P(B | A_1) + P(A_2)P(B | A_2) + \dots + P(A_k)P(B | A_k)$ という意味である。

- 11 式の導出は簡単である。まず、条件付き確率については、次のように定義される。

$$P(A | B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$[A \cap B]$ （AキャップBとも読まれる）は、AとBが同時に起こることを意味する（積事象）。式の意味は、 $P(A | B)$ 「Bという条件の下でのAが起きる確率」は、 $P(A \cap B)$ 「AとBが同時に起きる確率」を $P(B)$ 「Bが起きる確率」で除したものである。これはAとBが一部重なり合うベン図を想像してみると分かりやすいが、Bが起きているという前提（ $P(B)$ ）にしぼって、その中でAが起きる確率（ $P(A \cap B)$ ）をみているのである。そ

の上で、 $P(A \cap B)$ は、条件付き確率を用いて積の形に変形すれば、

$$P(A \cap B) = P(B | A) \times P(A)$$

とできる。これを乗法定理と呼ぶ。まず $P(A)$ の確率でAが起きて、Aが起きた後に、 $P(B | A)$ の確率でBが起きることを想定すると、双方の確率を乗じた確率が「AとBが同時に起きる確率」となることが理解できよう。もちろんAとBを入れ替えても成り立つ($P(A \cap B) = P(A | B) \times P(B)$)。条件付き確率の定義の分子を乗法定理に変換すれば、本文中に示したベイズの定理の式となる。さらに、分母である $P(B)$ は、全確率の定理から、 $P(B) = P(A_1)P(B | A_1) + P(A_2)P(B | A_2) + \dots + P(A_k)P(B | A_k) = \sum_{j=1}^k P(A_j)P(B | A_j)$ とでき、ラプラスの表記したベイズの定理(前掲注(10)参照)となる(以上につき、東京大学教養学部統計学教室編・前掲注(7)81-82頁参照)。全確率の定理は、簡単にいうと、Bが起きる原因として、 A_1, A_2, \dots, A_k までが考えられるとき、Bが起きる全体の確率は、「それぞれの原因(A_1, A_2, \dots, A_k)が起きる確率×その原因のもとでBが起きる確率」を全部足したものとして表現できるということである。

- 12 $P(E)$ はEという証拠が出現する確率ということになるが、何らの条件も付けない場合、漠然とし過ぎて具体的に想定しにくいであろう。これは正規化(確率の合計が1になるように、各確率を調整する操作)に必要なものであり、ベイズの定理の分母部分(前掲注(10)参照)の計算により導出されるので、個々の事例で具体的に想定する必要は必ずしもない。
- 13 南博方原編著・高橋滋ほか編『条解行政事件訴訟法(第4版)』236頁〔鶴岡稔彦〕(弘文堂、2014)。
- 14 高度の蓋然性という基準の引き下げについては、議論が活発である(例えば伊藤眞『民事訴訟法(第6版)』349頁(有斐閣、2018))。
- 15 中野貞一郎ほか編『新民事訴訟法講義(第3版)』388頁(有斐閣、2018)。
- 16 東京大学教養学部統計学教室編・前掲注(7)75-79頁参照。その他の確率について、see D. H. Kaye, *Introduction. What is Bayesianism?*, in *PROBABILITY AND INFERENCE IN THE LAW OF EVIDENCE: THE USES AND LIMITS OF BAYESIANISM*, *supra* note 2, at 3-4.
- 17 片山徹『確率入門』5頁(勉誠出版、2008)。See also Dennis V. Lindley, *Subjective Probability, Decision Analysis and their Legal Consequences*, 154 J. R. STAT. SOC. A 83, 84 (1991).
- 18 鈴木雪夫=国友直人『ベイズ統計学とその応用』32頁(東京大学出版会、1989)。
- 19 頻度確率を前提とする一般的な統計学(ネイマン・ピアソン統計学と呼ばれるのは、この統計学の体系が、ネイマン(Jerzy Neyman)とピアソン(Egon Pearson)によって確立されたからである。)では、研究仮説と対立する立場として帰無仮説を設定して、そのもとで観測されたデータが有意水準よりもまれであると判断される場合に、帰無仮説を棄却する。このネイマン・ピアソン統計学と法的事実認定との建付けの悪さについて、太田勝造「統計学の考え方と事実認定の構造—頻度論のp値主義からベイズ統計学へ—」加藤雅信古稀『21世紀民事法学の挑戦(上巻)』127頁(信山社、2018)にて詳細な説明がなされている。

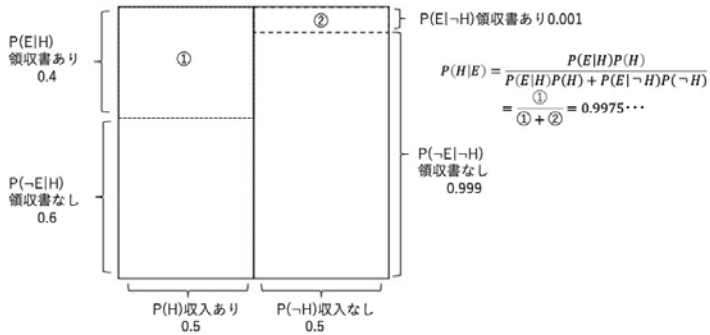
- 20 太田・同上136頁参照。
- 21 See Ronald Meester & Lonke Stevens, *Bayesian Reasoning and the Prior in Court: Not Legally Normative but Unavoidable*, 23 LAW PROBAB. RISK 1, 1 (2024). なお、2013年にイングランド控訴院は、過去の事実に対する主観確率を考えるベイズ的な思考方法自体を実質的に否定した。Nulty & Ors v. Milton Keynes Borough Council EWCA Civ 15, 24 January 2013; see also Norman Fenton et al., *Bayes and the Law*, 3 ANNU. REV. STAT. APPL. 51, 63-64 (2016).
- 22 刑事事件の文脈であるが、Lindley, *supra* note 17, at 84.
- 23 主観的 (subjective) とは、すべての裁判所が、同じ証拠を提示された場合に、同じ確率に到達するという意味において客観的 (objective) なものではない。Id.
- 24 ストン・前掲注 (6) 4頁。確率論の公理は、ロシアの数学者コロモゴロフ (Andrei Nikolaevich Kolmogorov) が導入した。確率の意味には、その哲学的論争があるが、意味論を棚上げして、以下の公理を満たすものは確率として扱うことにしたのである (草野・前掲注 (3) 1頁)。その内容は、①すべての事象Aに対して $0 \leq P(A) \leq 1$ 、② $P(\Omega) = 1$ 、③互いに排反な事象 A_1, A_2, A_3, \dots に対して、 $P(A_1 \cup A_2 \cup A_3 \dots) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) \dots$ とされている (東京大学教養学部統計学教室編・前掲注 (7) 78-79頁参照)。 $P(\Omega) = 1$ とは、あり得る結果の全ての集合を Ω とした場合に (「全事象」という)、その確率は1になるという意味である。なお、確率の公理はコロモゴロフの提案した公理のみではない。ベイズ推論には、公理そのものが条件付き確率を用いて定められているレンニ (Alfréd Rényi) の公理の方が適切との理解もある (渡辺・前掲注 (9) 26頁)。
- 25 人は信念を更新する際に、確率論の公理に依拠した判断をできていない。Mark Schweizer, *De-biasing Role Induced Bias Using Bayesian Networks*, 18 LAW PROBAB. RISK 255, 255 (2019)。むしろ意識しなければ確率論の公理を満たさない不合理な判断をしてしまうからこそ、ベイズ推論を理解しておく意味があるといえよう。
- 26 Id. at 258.
- 27 ダッチ・ブック論証とは次のような論証である。甲が、ある事象Aの発生について賭けの比率bを設定して、以下の条件で、乙が賭けに勝てば、甲が乙にSを支払う賭けをもちかける。(1)事象Aが発生することに対する掛け金はbSである、事象Aが発生すれば、甲は乙にSを支払う。(2)事象Aが発生しないことに対する掛け金は $(1-b)S$ である。事象Aが発生しなかったら、甲は乙にSを支払う。この場合、仮に甲がbに1以上の値を割り振る場合、乙が(2)に賭ければ、事象Aが発生しようと発生しまいと乙がお金を得ることになる ($(1-b)S$ は負の値をとるので、甲が乙にお金を支払うという意味になる)。次に、甲がbに負の値を割り振る場合、乙が(1)に賭ければ、事象Aが発生しようとしまいと乙がお金を得ることになる。ここから、甲はbについて確率の公理① (前掲注 (24)) を満たさないと、常に負ける賭け (ダッチ・ブック) を乙から仕掛けられることが分かる (ダレル・P. ロウボトム (佐竹佑介訳) 『確率』 43-47頁 (岩波書店、2019) 参照。草野・前掲注 (3) 9-14頁も参照。
- 28 See Fenton et al., *supra* note 21, at 63-64. マイクル・O・フィンケルスタイン (太田勝

- 造監訳・飯田高 = 森大輔訳)『法統計学入門—法律家のための確率統計の初歩—』29-40頁(木鐸社、2014)も参照。
- 29 See, e.g., RONALD MEESTER & KLAAS SLOOTEN, *PROBABILITY AND FORENSIC EVIDENCE* (2021); FRANCO TARONI ET AL., *BAYESIAN NETWORKS FOR PROBABILISTIC INFERENCE AND DECISION ANALYSIS IN FORENSIC SCIENCE* (2d ed. 2014); Bernard Robertson & G. A. Vignaux, *Taking Fact Analysis Seriously*, 91 MICH. L. REV. 1442 (1993).
- 30 Paul Thagard, *Why Wasn't O.J. Convicted? Emotional Coherence in Legal Inference*, 17 COGN. EMOT. 361 (2003); Ronald J. Allen & Michael S. Pardo, *The Problematic Value of Mathematical Models of Evidence*, 36 J. LEGAL STUD. 107 (2007).
- 31 See Fenton et al., *supra* note 21, § 4.1. ただし、フェントンらは、これらはベイズ推論に対する誤解と、その複雑な計算過程を陪審員等に理解させようとしたことがそもそも誤りであった旨を指摘し、事実認定者はBNツールを計算機として利用すればよいことを強調する。*Id.* at 70-71.
- 32 Schweizer, *supra* note 25, at 256.
- 33 わが国でトライブの批判を紹介するものとして、三木浩一「確率的証明と訴訟上の心証形成」慶応義塾大学法学部編『慶応義塾大学法学部法律学科開設百年記念論文集法律学科篇』631頁(慶応義塾大学法学部、1990年)。
- 34 わが国でも、長谷部恭男「事実認定と確率理論・再訪」法時66巻9号83頁(1994)が確率による事実認定に批判的立場をとっている。それに対する反論として、太田勝造『社会科学の理論とモデル7 法律』217-219頁(東京大学出版会、2000)。
- 35 具体的には、確率論の誤用を厳しく糾弾した著名なPeople v. Collins, 438 P.2d 33 (Cal. 1968)を検討し、かつ、Michael O. Finkelstein & William B. Fairley, *A Bayesian Approach to Identification Evidence*, 83 HARV. L. REV. 489 (1970)が、提案したベイズ推論に基づく事実認定に対する反論という体裁をとっている。
- 36 Laurence H. Tribe, *Trial by Mathematics: Precision and Ritual in the Legal Process*, 84 HARV L. REV. 1329 (1971)。トライブは、本論考で、ベイズ推論を用いた事実認定への試みとともに効用最大化モデルにより刑事手続に関する無罪推定の原則などの諸規律を再構成しようとする試みに対して応答を行っている。なお、後者について、トライブは、「数学的技法を用いて、ある価値や選好の加重平均を最大化するような規則を選ぶことは、それらの価値を前提として(つまり、選択肢となる規則の外部にある与件として)扱うことを意味する」とし、しかしながら、「『どのような規則が最適かを選ぶ』という問題は、もはや与えられた価値を実現する手段を選ぶというレベルの意思決定問題ではなくなっている。その問題は、そもそも『自分たちがどのような根本的価値を持ちたいのか』を選び直すという問題なのである。そのような最終的なレベルにおいては、数値や曲線が果たせる役割はごく限られたものにすぎない。」と指摘する。*Id.* at 1392-1393.
- 37 *Id.* at 1358-1377, 1362-1363, 1358, 1369, 1367-1368; see also Fenton et al., *supra* note 21, at 64.
- 38 Schweizer, *supra* note 25, at 258.

- 39 Daniel R. H. J. Berger, *Improving Legal Reasoning Using Bayesian Probability Methods*, PhD Thesis, Queen Mary Univ. (2014), https://qmro.qmul.ac.uk/xmlui/bitstream/handle/123456789/8914/Berger_Daniel_PhD_190515.pdf, last visited May 30, 2025; see also Fenton et al., *supra* note 21, at 64. トライブの批判に対するわが国での批評として、太田・前掲注(2) 101-105頁、田村陽子「アメリカ民事訴訟における証明論—『法と経済学』的分析説を中心に—」立命館法学339・340号197頁、230-231頁(2012)。
- 40 Berger, *supra* note 39, at 109-116.
- 41 Meester & Stevens, *supra* note 21は、事前確率の不可避性を詳細に論じる。
- 42 Berger, *supra* note 39, at 85.
- 43 *Id.* at 86.
- 44 See Meester & Stevens, *supra* note 21, at 13.
- 45 Schweizer, *supra* note 25, §4. 役割誘発バイアスとは、人がしばしば、自らに割り当てられた役割に従って行動するバイアスを意味し、それは最適とはいえない振り舞いを引き起こす。いわゆる「検察官の誤謬」(後述3.(2)参照)の心理的原因でもあろう。シュヴァイツァーは、BNの利用により被験者のバイアスが減少する実験結果が出たことを紹介している。*Id.*
- 46 確率論を用いて心証形成過程を規範モデルとして設計することの合理性について、より詳しくは、太田勝造「統計学の考え方と事実認定」伊藤真古稀『民事手続の現代的使命』71頁(有斐閣、2015)。他方で、ベイズ推論に依拠する事実認定に対して懐疑的な意見も根強い。例えば、川浜昇「『法と経済学』と法解釈の関係について—批判的検討—(四・完)」民商109巻3号413頁、425-429頁(1993)。
- 47 Meester & Stevens, *supra* note 21, at 2. ミスターらは、ベイズ推論は本質的に「不可避かつ自然なもの」であって、ベイズ的な思考方法を法廷において「規範的に」導入したいと考えているわけではなく(それは自然と生じるものである)、「いかにしてそれを法律や法的制約と整合的に用いるか」を検討すべきことを強調している。仮に、ミスターらのいうように、ベイズ的な思考方法が、自然なものではあっても、無意識に行う場合、確率の公理に従ったものではない場合も多いであろうから、確率の公理に依拠する形でのベイズ推論に基づく事実認定は、規範モデルの提案というべきであろう。
- 48 太田・前掲注(34) 86-92頁。
- 49 同上93-99頁。田村・前掲注(39) 221-224頁も参照。
- 50 仮説を「真」であると信じる度合いが $P(H)$ の場合、仮説を「偽」であると信じる度合い $P(\neg H)$ は、世界の可能性としては H が真か偽かの可能性しかないから、 $1-P(H)$ である。例えば、仮説 H が「真」であると90%信じている場合、裁判官は残りの10%では仮説 H が「偽」であると信じているということになる。
- 51 例えば、仮説 H が「真」であることを70%信じている場合であっても、「高度の蓋然性」(80%)が証明度であれば、そこに到達しないので、裁判官は仮説 H を「真」と認定できない。この場合、裁判官としては、仮説 H を70%で「真」だと信じているのだから、誤判リスクを70%と見積もりつつ、制度的基準に従って「偽」と判断する、という構造になっ

- ている。
- 52 ここの証明責任に対する議論に対して、わが国で同意が得られているわけではない。また、こういった効率性の観点を法解釈に用いることに対する批判として、川浜昇『法と経済学』と法解釈の関係について—批判的検討—(二)』民商109巻1号1頁、5-8頁(1993)。
- 53 本節全般について、太田勝造編著『AI時代の法学入門—学際的アプローチ—』7-34頁〔太田勝造〕(弘文堂、2020)、草野・前掲注(3)1-41頁を参照している。両文献ともに非常に分かりやすい筆致でベイズ推論に基づく事実認定の説明がなされている。
- 54 要件事実としていえば、収入の原因となる個別取引事実であるが、簡略化している。
- 55 Lindley, *supra* note 17, at 85.
- 56 全確率の定理による(前掲注(11)参照)。具体的には、前掲注(10)に記載した完全な形のベイズの定理について、 $k=2$ とした上で、 $A_1=H$ 、 $A_2=\neg H$ 、 $B=E$ に変換すると、本文中の式となる(松原・前掲注(10)21頁参照)。このようにできるのは、世界の可能性としては、 H か $\neg H$ かしかないので、 E が生じる原因もその二つに限定されるからである。
- 57 わが国の文献では、草野・前掲注(3)14頁以下に検察官の誤謬、弁護人の誤謬の内容等が詳しく紹介されている。
- 58 Fenton & Neil, *supra* note 8, at 2-4.
- 59 Fenton et al, *supra* note 21, at 70.
- 60 松原・前掲注(10)24-25頁参照。
- 61 初期の心証状態について、浅香吉幹『アメリカ民事手続法(第3版)』(弘文堂、2016)146-147頁も参照。なお、浅香は、主観確率に批判的である(同上)。
- 62 See Meester & Stevens, *supra* note 21 at 2. 刑事事件の文脈であるが事前確率に人種差別的動機が影響するおそれがあることから尤度比のみの利用を主張するもの、無罪推定との抵触から、すべての事案に対して固定的な事前確率を使用すべきと主張するものなどがある。ミースターらは、無罪推定との調和や事実認定者の偏見について、事前確率を放棄する根拠とならないことを論じる。
- 63 頻度確率・ラプラスの確率なども、判断主体はその主観確率の評価に取り込むことが可能であり、主観確率論者からは、これらの確率も、主観確率の特別の場合とみなされる(鈴木=国友・前掲注(18)33-34頁参照)。また、こういった経験的情報がある場合にはその取り込みを要求する立場が、客観的ベイズ主義である(ロウボトム・前掲注(27)71-87頁参照)。
- 64 ベイズの定理は、面積によって表現すると分かりやすい(小島寛之『完全独習ベイズ統計学入門』18-19頁(ダイヤモンド社、2015)参照)。下図では、正方形の横の長さを「収入あり/なしの確率」、正方形の縦の長さを「収入のあり/なしの条件の下での領収書あり/なしの確率」として表現している。この場合、①の面積が、「収入あり、かつ、領収書ありの確率」であり、②の面積が「収入なし、かつ、領収書ありの確率」である(それぞれの横の長さ×縦の長さ)。したがって、 $P(H|E)$ (領収書があるという条件の下での収入がある確率)は、①と②を足した面積を分母として、①の面積を分子とした値をと

る。これは、「領収書がある」状況 (①+②) の中で、「収入あり」が占める割合 (①) をとるという意味である。



- 65 確率Pに対応するオッズOは、 $O = \frac{P}{1-P}$ と定義される。
- 66 事後確率のオッズは、前掲注 (65) の式により、 $\frac{P(H|E)}{1-P(H|E)}$ とできる。さらに、分母の $1-P(H|E) = P(\neg H|E)$ であるから、この式は $\frac{P(H|E)}{P(\neg H|E)}$ とできる。そして、分子と分母をそれぞれベイズの定理のI式の右辺で置き換えて整理すると、本文中のⅢ式の右辺になる。
- 67 Meester & Stevens, *supra* note 21, at 11-12では、刑事裁判において、法医学者などであっても尤度比を意識した鑑定ができていない事例が指摘されている。
- 68 Richard O. Lempert, *Modeling Relevance*, 75 MICH. L. REV. 1021, 1042 (1977).
- 69 Fenton & Neil, *supra* note 8, at 4-5.
- 70 Louis Kaplow, *Likelihood Ratio Tests and Legal Decision Rules*, 16 AM. LAW ECON. REV. 1 (2014) は、事前確率の考慮が「証拠の優越」の判断には不可避であることを認めつつも、事前確率・事後確率が重視されているのは、真実追求を至上と考える伝統によるものであるが、現代の法政策目的 (社会的厚生) の追求) に照らせば、尤度比こそ指針とすべきである旨が主張されている。すなわち、カプロウの主張には、その前提として法的な判断における「真実追求」重視から「社会的厚生」重視へのパラダイムシフトがある。
- 71 とはいえ、尤度比が万能というわけではなく、その限界も認識する必要がある。①尤度比の前提とする仮説は相互排他的かつ全体網羅的なものでなければならないこと、②尤度比はベイズの定理から切り離した理解はできないこと、③最終的な事後確率には事前確率に依存すること、④証拠が単一で仮説に直接対応している場合はよいが、複数の証拠が存在する場合には、ベイジアンネットワークなどを使わなければ解析が困難であること、⑤尤度比は特定の仮説にしか証明力を示さないことなどがあげられている。Fenton & Neil, *supra* note 8, at 6.
- 72 *Id.* at 5. 刑事事件に対してであるが、英国王立統計学会の報告書や欧州法医学科学研究所ネットワーク (ENFSI: European Network of Forensic Science Institutes) が作成した報告書では、専門家が法廷において証拠のLRを示すことを推奨している。Roberto

- Puch-Solis et al., *Assessing the Probative Value of DNA Evidence, Guidance for Judges, Lawyers, Forensic Scientists and Expert Witnesses*, Royal Statistical Society, <https://nottingham-repository.worktribe.com/output/1007847>, last visited May 30, 2025; ENFSI, *Guideline for Evaluative Reporting in Forensic Science. 2016*, http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/ml_guideline.pdf, last visited May 30, 2025.
- 73 数式で表すと事象 E_1 、 E_2 が独立とは、 $P(E_1 \cap E_2) = P(E_1) \cdot P(E_2)$ が成り立つことである。独立をこのように捉えると、実際の裁判では大半の証拠は独立していないことが想定されるが、事実認定の局面におけるベイズ推論において重要なのは、証拠が立証対象の下で条件付き独立かどうかである（後述 4. (2)参照）。
- 74 Lempert, *supra* note 68, at 1043では、二つの証拠の関連性ということの意味について、次のような例を挙げている。凶器に指紋が付着している証拠の尤度比が500と見積もられている際に、凶器に親指の指紋が付着しているという証拠が提示された場合、事前オッズが100分の1であれば、事後オッズは5となる。この段階での事後オッズ5に対して、新たに人差し指の指紋が付着している証拠が提出されても、尤度比500を更に掛け合わせて2500とするのは不適切である。なぜならば、既に親指の指紋が発見されている状況においては、人差し指の指紋が見つかるのはごく自然であって、「被告人が有罪である場合に人差し指の指紋も見つかる確率」と、「被告人が無罪である場合に人差し指の指紋が見つかる確率」は、ほとんど差がないと評価すべきだからである。つまり、親指の指紋という証拠が発見される前と後では、人差し指の指紋がある確率は大幅に変わる、このような場面で非独立ということである。
- 75 太田・前掲注 (34) 83頁。
- 76 太田・前掲注 (2) 141頁を参照して筆者作成。
- 77 図の②の時点で証明度は超えているが、立証が尽くされていないので、今後の立証次第では心証が変動する可能性を残している。証拠が充実していけば、新たな証拠により最終的な心証が変動する余地も減少していき、心証の確証度（不変性）が高まり、心証の確証度が一定の証明度を超えると「裁判をするのに熟したとき」となる。太田・前掲注 (2) 110-114頁参照。ここでの心証の確証度（不変性）は、事実の存否に対する主観確率とは異なる。他方で、例えば納税者が②の時点で反証をしなければ、裁判所としては、もはや当該事案において取り調べるべき証拠はないと判断し、②の時点で判断を下すということになろう。したがって、「訴訟が裁判をするのに熟したとき」とは、一定のレベルというよりは、進行に応じて上下に移動すると捉えるべきかもしれない。
- 78 もちろん税務官庁の目算に反して、裁判官が税務官庁の提出した証拠の評価において、尤度比1未満と判断して、信念の度合い（主観確率）を下げてしまう場合もあり得る。浅香・前掲注 (61) 同頁も参照。
- 79 条件付き確率の定義（前掲注 (11)）から、 $P(H | E_1, \dots, E_n) = \frac{P(H, E_1, \dots, E_n)}{P(E_1, \dots, E_n)}$ となる。この分子部分は、乗法定理（前掲注 (11)）により、本文中の式の分子部分に展開される。分母部分は、全確率の定理（前掲注 (11)）により、本文中の式の子母部分に展開される。
- 80 Norman Fenton & Martin Neil, *Avoiding Probabilistic Reasoning Fallacies in Legal*

- Practice using Bayesian Networks*, 36 AUST. J. LEG. PHIL. 114 (2011). わが国での提案として、高岡昂太ほか「裁判過程におけるベイジアンネットワークを用いた証拠推論：児童虐待事例をユースケースとした事実認定過程支援システムの構想」第35回人工知能学会全国大会論文集(2021) (https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2021.0_4H3GS11d05, 2025年5月30日最終閲覧)、佐藤健=新田克己編著『人工知能と法律』114頁以下(近代科学社、2022)。
- 81 See Schweizer, *supra* note 25, at 259.
- 82 本稿ではBNの作成において、BayesFusion, LLC (<https://www.bayesfusion.com/>) が学術教育及び研究目的での利用に限り無償使用を許諾しているGeNIe Modelerを使用している。GeNIeのほかにも、agena.ai modeler (<https://www.agena.ai/>) などがある。
- 83 See Fenton & Neil, *supra* note 80, § 3.3.
- 84 植野真臣『ベイジアンネットワーク』56頁(コロナ社、2013)参照。また、植野・同上では、以下のような例が挙げられており分かりやすい。例えば、「性別」、「髪の長さ」、「身長」が変数としてあるとする。この場面で「髪の長さ」が長いという情報が得られると「身長」が低いという信念が上昇するだろう。しかしながら、これは「髪の長さ」と「身長」に因果関係があるからではなく、「髪の長さ」が長いと「性別」として女性の可能性が高くなり、女性の場合は「身長」は低いだろうという推測がたつからである。ここで「性別」が女性であると判明した後に、「髪の長さ」が長いことが分かったとしても、「身長」の高低についての新しい手がかりとはならなくなる。こういった状態が、d-分離である。See also Schweizer, *supra* note 25, at 259-260.
- 85 BNはいくつかの構成要素に分けると計算を理解しやすい。分岐結合の場合、条件付き確率の定義である $P(H | E_1, E_2) = \frac{P(H, E_1, E_2)}{P(E_1, E_2)}$ から出発し、 E_1, E_2 がHを条件として独立であるので、分子は、 $P(H)P(E_1 | H)P(E_2 | H)$ とでき、分母は $P(H)P(E_1 | H)P(E_2 | H) + P(\neg H)P(E_1 | \neg H)P(E_2 | \neg H)$ とできる。図4-2のCPTを代入すると $\frac{0.5 \times 0.6 \times 0.5}{0.5 \times 0.6 \times 0.5 + 0.5 \times 0.4 \times 0.4} = 0.65 \dots$ となる。
- 86 条件付き独立は、数式で表すならば、 $P(E_1, E_2 | H) = P(E_1 | H)P(E_2 | H)$ であり、ベイズ推論において尤度比の単純な乗算を必要とするならば、 $P(E_1, E_2 | \neg H) = P(E_1 | \neg H)P(E_2 | \neg H)$ も満たす必要がある。See Lempert, *supra* note 68, at 1042.
- 87 Fenton & Neil, *supra* note 8, at 9.
- 88 これは、複数の項の積の掛け算を意味する Π を用いて、 $LR(E_1, E_2, \dots, E_n) = \prod_{i=1}^n LR(E_i)$ と表記できる。 $\prod_{i=1}^n LR(E_i)$ は、 $i = 1$ から $i = n$ までの $LR(E_i)$ を乗算していくことを意味する。
- 89 See Norman Fenton et al., *A General Structure for Legal Arguments About Evidence Using Bayesian Networks*, 37 COGN. SCI. 61, 72 (2013).
- 90 このノードの真偽を示す縦列「E2時計購入」自体の真・偽の2通りを設定するから、合計8つの条件付き確率を設定する必要がある。とはいえ、「E2時計購入」自体の真偽は縦列での合計が100%になるから、実質的に考察する必要がある組み合わせは4通りであ

る。念のため、このE2ノードのCPTに表記されている条件付き確率を列挙しておく、 $P(E2 | H1, H2)$, $P(E2 | H1, \neg H2)$, $P(E2 | \neg H1, H2)$, $P(E2 | \neg H1, \neg H2)$, $P(\neg E2 | H1, H2)$, $P(\neg E2 | H1, \neg H2)$, $P(\neg E2 | \neg H1, H2)$, $P(\neg E2 | \neg H1, \neg H2)$ である。

- 91 事例3のように、H1、H2が親ノードでE2で合流結合している場合の同時確率は、 $P(H1, H2, E2) = P(H1)P(H2)P(E2 | H1, H2)$ となる。BNは基本的には、分岐結合（前掲注（85））と合流結合の組み合わせで設計されるから、証拠や仮説の数が増えても、これらを一般化して同時確率の式を作ればよい。
- 92 植野・前掲注（84）57頁参照。事例3では、BNにH2も影響してくるので、確率計算には関わってくるが、最終的に必要となる確率は $P(H1 | E1, E2, E3)$ であるから、中間的な変数であるH2は消去しなければならない。それは、H2のあり得る全ての値について条件付き確率を合計することで実行可能である（全確率の定理（前掲注（11）参照）。この処理を「H2を周辺化（marginalization）する」という。 $P(H1 | E1, E2, E3) = \frac{P(H1, E1, E2, E3)}{P(E1, E2, E3)}$ から、分子は、 $P(H1)P(H2)P(E1 | H1)P(E2 | H1, H2)P(E3 | H2) + P(H1)P(\neg H2)P(E1 | H1)P(E2 | H1, \neg H2)P(E3 | \neg H2)$ とできる。ここでは、H2と $\neg H2$ に分けて合計することで、H2を周辺化して消去している。分母は、 $P(H1)P(H2)P(E1 | H1)P(E2 | H1, H2)P(E3 | H2) + P(H1)P(\neg H2)P(E1 | H1)P(E2 | H1, \neg H2)P(E3 | \neg H2) + P(\neg H1)P(H2)P(E1 | \neg H1)P(E2 | \neg H1, H2)P(E3 | H2) + P(\neg H1)P(\neg H2)P(E1 | \neg H1)P(E2 | \neg H1, \neg H2)P(E3 | \neg H2)$ とできる。ここでは、H1とH2の双方ともに消去しなければならないので、H1とH2の真偽の組み合わせ4通りについての条件付き確率を全て合計することで、H1・H2を周辺化して消去している。上記の式に現れる条件付き確率は全てCPT上に表記されているので、CPTの値を代入して計算すると、0.726…となる。なお、BNツールでは、自ら計算式を構築して計算する必要がないので、その使用に当たっては、このような処置がされているということを知っているだけで十分であろう。
- 93 See Fenton et al., *supra* note 89, at 73. 証拠の信用性を評価するBNは厳密さを求めると複雑になる。例えば、フェントンらは、犯行現場で発見されたDNAを証拠として用いる場合には、H0:被告人が有罪である→H1:被告人の血液が現場で発見された→H2:その血液はその後に汚染されていない→H3:その血液に対するDNA検査の結果が一致した、というBNを構築し、それぞれのH1～H3から、E1現場に血液があったという証拠、E2その血液が汚染されていなかったという証拠、E3:その血液に対するDNA検査の結果が一致したという証拠を子ノードとして、さらにE1からE3のそれぞれの親ノードとして、証拠の信用性ノードもBN上で位置づけることを推奨する（*Id.* at 76）。刑事事件において、DNAという決定的証拠を評価する際には、このような厳密さはむしろ望ましいであろう。
- 94 See Fenton & Neil, *supra* note 8, § 3.3.
- 95 See Fenton & Neil, *supra* note 8, § 5.
- 96 See *id.* フェントンらは刑事事件を想定した説明であるので、動機や機会を挙げており、本文中の例とは若干異なる。とはいえ、本文中に挙げた過去の経歴なども具体的に問題と

なっている仮説から生じた証拠ではないという点において共通するので、このような設例とした。ただ、これは刑事訴訟法の文脈で理解すると、いわゆる悪性格・類似行為の立証であるから、本文中の確率よりも、もっと微弱な証明力しかないかもしれない。悪性格の立証は予断・偏見を生じさせるものとして、刑事裁判では特に慎重な取扱いが要求されている（酒巻匡『刑事訴訟法（第2版）』501-504頁（有斐閣、2020）参照）。

97 See Fenton & Neil, *supra* note 8, § 5.

98 事例5では、BNにおいて、 $H1 \cdot H3$ が $E1$ で合流結合し、 $H3 \cdot E2$ が $H2$ で分岐結合している。最終的に必要とされるのは $H1$ の事後確率 $P(H1 | E1, E2)$ である。この計算には、BN上、 $H2$ と $H3$ が中間変数として関与するが、これらを消去（周辺化）する必要がある（前掲注（92）参照）。まず $P(H1 | E1, E2) = \frac{P(H1, E1, E2)}{P(E1, E2)}$ であり、分子部分は、 $H2$ と $H3$ の真偽で4パターンあるから、

$$P(H1)P(H2)P(H3 | H2)P(E1 | H1, H3)P(E2 | H2) + \\ P(H1)P(H2)P(\neg H3 | H2)P(E1 | H1, \neg H3)P(E2 | H2) + \\ P(H1)P(\neg H2)P(H3 | \neg H2)P(E1 | H1, H3)P(E2 | \neg H2) +$$

$P(H1)P(\neg H2)P(\neg H3 | \neg H2)P(E1 | H1, \neg H3)P(E2 | \neg H2)$ と展開する。 $H2 \cdot H3$ が真・真の場合を例にとって説明すると、第一に、 $H1 \cdot H3$ が $E1$ で合流結合しているから、この3つの同時確率は、 $P(H1)P(H3)P(E1 | H1, H3)$ となる（前掲注（91）参照）。第二に、ここで $H3$ は、親ノードがあり単独での事前確率が与えられていないので、 $P(H3)$ の代わりに、親 $H2$ を通じての条件付き確率 $P(H3 | H2)$ と $P(H2)$ を用いる必要がある。さらに、 $H3 \cdot E2$ は $H2$ で分岐結合しており、 $E2$ は $H2$ を条件として独立しているため、 $E2$ の観測は、 $P(E2 | H2)$ を掛け合わせることで足りる。結果として、 $H2 \cdot H3$ が真・真の場合、 $P(H1)P(H2)P(H3 | H2)P(E1 | H1, H3)P(E2 | H2)$ となる。残りの3パターンも同様に式を作ることができる。分母は $H1$ も消去する必要があるので、 $H1$ の偽の場合も追加で足し合わせるとよい。式を全て展開して、CPTの数値を代入すると、 $P(H1 | E1, E2) = (0.5 \times 0.5 \times 0.4 \times 0.999 \times 0.9 + 0.5 \times 0.5 \times 0.6 \times 0.4 \times 0.9 + 0.5 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.999 \times 0.1 + 0.5 \times 0.5 \times 0.9 \times 0.4 \times 0.1) / (0.5 \times 0.5 \times 0.4 \times 0.999 \times 0.9 + 0.5 \times 0.5 \times 0.6 \times 0.4 \times 0.9 + 0.5 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.999 \times 0.1 + 0.5 \times 0.5 \times 0.9 \times 0.4 \times 0.1) = 0.6267 \dots$ となる。

99 事前確率に懐疑的である場合には、BNツールによって事後確率から証拠の証明度であるLRのみを取り出すために値を逆算して求めることもできる。See Fenton & Neil, *supra* note 8, at 12.

100 See Thagard, *supra* note 30, at 367-368.

101 裁判官の「勘」と「あとから理屈をつける」という判断作用について、中野次雄編著『判例とその読み方（三訂版）』58-64頁（有斐閣、2009）参照。BNを利用する問題点は、この「勘」の作用にあるかもしれない。BNに頼ると、言語化できていないが、裁判官がその経験により無意識に体得するに至った事実認定にとって重要な直観を捨象してしまう可能性もある。他方で、BNの利用は、そういった無意識の直観の存在自体に気づききっかけにもなる。

- 102 泉徳治ほか『租税訴訟の審理について（第3版）』178頁（法曹会、2018）。この点に關する要件事実論を踏まえた検討として、田中晶国「所得税法における要件事実—取入金額および必要経費の主張・立証とその推認構造—」『課税要件法の理論と課題』25頁（成文堂、2022）〔初出2019〕参照。
- 103 泉ほか前掲注（102）178頁。
- 104 事件を担当した代理人による分析として、山本洋一郎（聞き手三木義一）『こうして勝ち抜いてきた 税務争訟の闘い方—調査立会・不服申立て・訴訟—』128頁以下（法律文化社・2024）。
- 105 福岡地判平成30年5月24日税資268号50（順号13155）。
- 106 福岡高判令和元年11月6日税資269号115（順号13338）。
- 107 最決令和2年6月26日令和2年（行ヒ）第52号。
- 108 第一審の判示では、「本件物品出納帳のうち本件現金仕入れに係る部分については客観的な根拠を欠き、本件各営業所の物品出納帳について個別に検討しても、これを覆すに足りないので、原告らの全ての仕入れ等について検証されなかったとしても、本件各処分が違法であるということではできない」としており、客観的な根拠を欠くことを現金仕入れ不存在の積極的な根拠としているように読める。
- 109 第一審は、「在庫数量が合わない場合には、加工処理や廃棄処理により架空仕入れ分の在庫を減らしたり、原告本社で仕入分の数量を調整し又は原告本社の在庫数量を調整したりする等の方法で在庫を合わせている」可能性を指摘している。
- 110 E4の尤度比の分母部分である②現金仕入れがあった場合、現金仕入数量が廃棄数量よりも多いのは当然のことであるから、BNではその確率について、第一審と控訴審とで同じ評価をしているものと理解している。
- 111 なお、控訴審は、浜買い等が認められないことは、あくまで仕入を否定した19%の取引に関するものであると注記をしている。したがって、明示的ではないが、81%の取引については、浜買い等を認めたのであると読めなくもない。しかしながら、控訴審が19%の取引に関して浜買い等を否定する論拠をみると、81%の取引の場合にも等しく妥当するので、本文中BNでは、控訴審においても浜買い等の仕入先業者の実在性をノードとして設置している。
- 112 田中成明『法理学講義』42-48頁（有斐閣、1994）参照。
- 113 See, e.g., Axel Constant, *A Bayesian Model of Legal Syllogistic Reasoning*, 31 ARTIF. INTELL. LAW 57 (2023). この著者は、解釈に争いがある制定法が問題となっている場面などにおいて、複数の判例解釈や条文適用の可能性に関する確率をモデル化し、与えられた事実に対していかなる法的構成が取りうるかを評価・比較するツールとして、BNを活用することを提案している。
- 114 究極的には、法解釈は、正義に適うかが問われているのであり、正義の諸価値は多様である。例えば、正義の諸価値の構造的把握として、笹倉秀夫「正義の構造—サンデル、ロールズ、井上達夫から考える」『法への根源的視座』1頁、19頁（北大路書房、2017）。法的思考の科学化は、「法による正義の実現というその固有の実践的課題によって決定的

- に制約されている」(田中成明『法学入門(新版)』177頁(有斐閣、2016))という指摘を忘れてはならない。
- 115 法的三段論法で表現できない法的思考に含まれる限定性や例外性などの特徴をより豊かに表現可能な議論様式として、トゥールミンの議論図式が提案されている。高橋文彦「統一テーマ『民事裁判における「暗黙知」—「法的三段論法」再考—について』法哲学年報2013年度1頁、4頁(2014)。トゥールミンの議論図式を用いた租税法解釈の試みとして、田中晶国「租税法規の限定解釈と濫用—トゥールミンの議論図式を参照して—」税研38巻6号27頁(2023)。なお、筆者は法的三段論法が不要だと主張したいわけではない。法の解釈・適用は、結論に至る議論全体を通じて、法的三段論法という様式を満足させなければならないと考えている。
- 116 田中・前掲注(112)307頁、ニール・マコーミック(亀本洋ほか訳)『判決理由の法理論』27頁(成文堂、2009)参照。
- 117 「総合」判断は、いかなる価値判断に基づいて判断を下しているのかを見えにくくする。法の解釈・適用は、価値判断を介在せず、客観的に演繹的に、所与のものとして決まるのだと強調することは、むしろ法的議論に対する信頼性を失わせる。誰にでも分かるように、何をどのように考慮したのかを明示することが、法的議論を豊穡なものにするであろう(吉田敬『社会科学の哲学入門』154-156頁(勁草書房、2021)参照)。
- 118 巽智彦「事実認定論から見た行政裁量論—裁量審理の構造に関する覚え書き—」成蹊法学87号97頁、110-113頁(2017)。
- 119 巽・同上111頁。
- 120 笠井正俊は、次のように述べている。「裁判所の法的判断について判断不能という状態を観念すること自体の当否は問題であるが、具体的事実が当該法律要件に該当するかどうかフィフティ・フィフティであるという場合の存在は否定できないのではなからうか」。笠井正俊「不動産の所有権及び賃借権の時効取得の要件事実に関する一考察—いわゆる規範的要件の評価根拠事実と評価障害事実という観点から—」判タ912号4頁、8頁(1996)。
- 121 山本和彦「総合判断型一般条項と要件事実」伊藤滋夫喜寿『要件事実・事実認定論と基礎法学の新たな展開』65頁(青林書院、2009)。
- 122 新堂幸司『新民事訴訟法(第6版)』608-611頁(弘文堂、2019)。
- 123 BNは、複数の仮説(間接事実)について信念の度合いをそのまま評価した上で、最終的な主要事実の信念の度合いを算出する。例えば、図5-2の控訴審BNは、浜買い等の仕入先業者の実在について信念の度合い9%、架空仕入の傾向についての信念の度合い82%、という心証の度合いのまま評価して、現金仕入れの主観確率を計算している。
- 124 100%と0%として、事実認定におけるCPTのような細かな割合を設定しない理由は、親ノードが複数ある場合、CPTで設定しなければならない条件付き確率の数が膨大が増えていくので、それぞれに細かく確率を考察しても意味のあるものとして設定することが難しいとも考えられるからである。また、考慮事情の間で、重要な考慮事情もあり、重要でない考慮事情もあるといった重み付けをすべきなのかどうかも議論が必要である。考慮事情において軽重に差異があるとみるならば、規範的要件充足に必須な事情は本文中と同

- 様な設計して、必須ではないが補強としての考慮事情については重み付けするという発想はあり得るであろう。本稿ではまずは規範的要件へのベイズ推論の導入の端緒として、シンプルなモデルの提案とした。
- 125 最判平成28年2月29日民集70巻2号242頁。
- 126 岡村忠生「判批」ジュリ1495号10頁（2016）、渡辺徹也「法人税法一三二条の二にいう不当性要件とヤフー事件最高裁判決（上）（下）」商事2112号4頁、2113号23頁（2016）、荒井英夫「ヤフー事件最判を踏まえた法人税法132条1項と132条の2の不当性要件の解釈について」税大ジャーナル30号69頁（2019）など。
- 127 徳地淳＝林史高「判解」最判解民事篇平成28年度84頁、106頁（2019）。
- 128 同上・109-110頁。
- 129 同上・107頁。判示中の「当該法人の行為又は計算が、通常は想定されない組織再編成の手順や方法に基づいたり、実態とは乖離した形式を作出したりする」といった点は例示とする（同上・108頁）。
- 130 同上・108-109頁。
- 131 調査官解説は、最高裁が後述するH4からH7の事情に鑑み、R1・R2を認めた判断を最高裁が行ったとみており、それを「当てはめ」と表現している（同上・115頁）。
- 132 調査官解説は、最高裁は、この二つの事実により租税回避の意図があることを認めた、と理解しているようにも読める（同上・114頁）。しかしながら、最高裁がこの段階で使用した言葉は、あくまで「法人税の負担の軽減」であり、かつ、そもそも趣旨目的からの逸脱を評価する前に「租税回避スキーム」と評価できるのか疑問があるので、この段階では未だ租税回避の意図までの評価には至っていないものとしてBNを作っている。
- 133 納税者は、IIはCS社の業務も行っていたとの主張を行っているが、裁判所はそれを特に否定しているわけではない。東京高判平成26年11月5日最判集民70巻2号448頁。
- 134 徳地＝林・前掲注（127）112頁。
- 135 元オープンAI研究者らが執筆者であるAIに関する未来予測。Daniel Kokotajlo et al., *AI 2027*, <https://ai-2027.com/>, last visited on May 30, 2025.