

監査にベイズ統計学が出てくる意外性。

「不正のトライアングル」：他人に打ち明けられない①動機（プレッシャー）、②正当化、③機会である。

内部監査人協会（IIA）

外部監査

である会計監査の目標は、投資家をはじめとするステーク・ホルダーに対する被監査会社の財務諸表の信頼性の担保にあるが、内部監査の目標は「組織体の目標の達成に役立つこと」である。

攻めの内部監査と守りの内部監査は、対語として使用され始めている。守りの内部監査が組織体においてリスクが顕在化による損失発生防止など、価値の減少防止に貢献する監査を意味するのに対して、攻めの内部監査は組織体の収入（アウトプット）の増加など、価値の増加に役立つ監査を意味している。

・・・

ただし、攻めの内部監査で注意しなければならない点がある。守りの内部監査併は評価の規準となる「あるべき姿」が比較的明瞭であるのに対し、攻めの内部監査の場合は評価の規準となる「あるべき姿」が必ずしも明確でない。

守りの内部監査においては、内部監査人は「あるべき姿」と「現状」を比較し、差異分析、評価をして、アシュアランス業務では、その評価に基づき結論を形成し、コンサルティング業務でも、「あるべき姿」と「現状」の差異の識別から、改善のための助言提供やコンサルティングをしてきた。

一方、攻めの内部監査においては、「あるべき姿」が必ずしも明確でない場合に、結論導出の困難性と結論の不確実性に直面する。

「指示を出

しても守らない拠点が悪い」のか？「守ることができないような指示を出す本部が悪い」のか？その両方か？あるいはほかに問題点があるのか？本部と拠点を統合的に監査することにより、組織体全体からみた客観的な評価ができ、真の原因を探っていくことが容易となる。

3 ラインモデルとは、第1ライン（業務執行の現場における管理・監督）、第2ライン（コンプライアンスやリスク管理等の内部統制の統括機能による管理・監視）、第3ライン（内部監査部門による監視・監査）の3つのラインが適切に機能し連携するとき内部統制が効果的・効率的に機能するという考えに基づくモデルである。

図表 2-10 ジョハリの窓

	自分が認識していること	自分が認識できていないこと
他人が認識していること	行動自由の領域 (Area of Free Activity)	盲目の領域 (Blinded Area)
他人が認識できていないこと	避けられた、または隠された領域 (Avoided or Hidden Area)	未知の活動の領域 (Area of Unknown Activity)

右下は自分も他人も認識していない領域である。

演繹法とは「全体について真なることは部分についても真理であることを原理とする」ものであり、帰納法とは「個々の事実の知識から全体の知識を推定する」ものである

◆非ベイズ統計学で判断の根拠を示す

【設例1：非ベイズ統計学「検定」】

今、300カ店の営業店を保有するA銀行において、過去数年平均、その店舗の25%における75カ店で一定規模以上の事務ミス（以下、事務ミス）が発生していたとする。そこでA銀行では、本部に営業店の内部統制強化のための指導チームを設置し、全営業店の指導に当たさせた結果、その年は事務ミスが発生した営業店数が、全体の20%に当たる60カ店にまで、減少したとする。

この時、この指導チームの設置施策は本当に効果があったのか単なる偶然かについて統計的手法を用いて検証したい。

このような場合に用いるのが非ベイズ統計学である。

それでは、上記の設例の検定プロセスを以下に示す。

まず、検定する帰無仮説 **(FYI3-1)** と対立仮説を次のとおり立てる。

帰無仮説：事務ミス発生率は25%である。

対立仮説：事務ミス発生率は25%未満である。

題意より、取り扱う事象は事務ミス発生の有無の2通りであることから、事務ミス発生の分布は、「反復試行の定理」**(FYI3-2)** より試行回数300回、発生確率0.25の二項分布 $(300, 0.25)$ **(FYI3-3)** となる。また、上記の二項分布は「二項分布の正規分布近似」**(FYI3-4)** より平均75、分散56.25の正規分布 $(75, 56.25)$ **(FYI3-5)** に近似する。

For Your Information 3-5

正規分布

正規分布とは、 $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ (x は連続型の変数) で表現される確率分布 (eの指数部分は $-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}$)。

この設例の場合、二項分布の試行回数 (n) が300、発生確率 (p) が0.25であることから、二項分布が正規分布で近似すると見なせる条件である $p \leq 0.5$ であれば $np > 5$ を満たすので「二項分布の正規分布近似」より、正規分布の平均と分散は各々、平均 $= np = 300 \times 0.25 = 75$ 、分散 $= np(1-p) = 300 \times 0.25 \times (1-0.25) = 56.25$ となる。

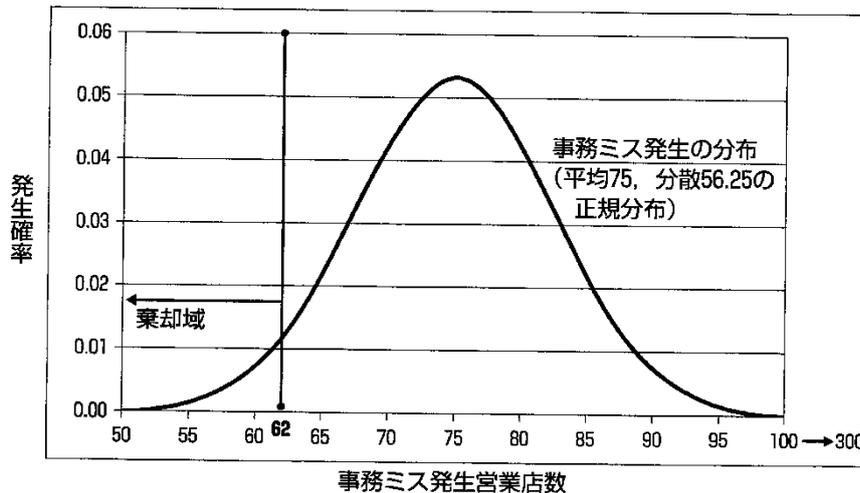
ここで有意水準5%の水準で、対立仮説が事務ミス発生率は25%未満ということにより片側検定⁽¹⁾を行う。

まず、帰無仮説が正しいという前提で信頼度95%の信頼区間は、

$$P(\text{平均} - 1.64 \times \text{標準偏差} < \text{信頼区間}) = 0.95$$

である (1.64は、標準正規分布表上であらかじめ示されている値の中から片側

図表3-1 帰無仮説「事務ミス発生率は25%」の棄却域 (有意水準5%)



検定で有意水準5%の場合の値。標準正規分布表上では、平均と標準偏差によって変換された値が標準化された値として示されている)。

このとき、帰無仮説が否定される (信頼区間に入らない) 領域である棄却域は、

$$\text{棄却域} < 75 - 1.64 \times \sqrt{56.25} = 62.7 \rightarrow 62$$

となる (図表3-1参照のこと)。当該年度の事務ミス発生店数は60であり、62より小さく棄却域に入ることから帰無仮説は棄却され、対立仮説が採択される。よって、事務ミス発生率は25%未満になっていると認められ、指導チームの設置は効果があったと結論付けられる。

◆尤度

また、次節2. ベイズ更新以降の説明に関連して、このベイズの定理を記述するアルファベットAとBに統計上の意味を多少持たせるために、AをH（前提条件：Hypothesis）に、BをD（データ：Data）に置き換えると、

$$P(H|D) = \frac{P(H) \cdot P(D|H)}{P(D)}$$

と書き換えることができる。

このベイズの定理においてP(H)は、データを得る前の前提条件Hの成立確率であり、事前確率と呼ばれる。

またP(D|H)は前提条件Hのもとで結果としてのデータDが得られる確率であり、尤度と呼ばれる。そしてP(H|D)はデータD（結果）が得られたときに前提条件Hが成立していた確率であり、事後確率と呼ばれる。

【設例2：ベイズの定理に基づく監査対象先の優先付け】

前章の営業店指導チームの活躍により、A銀行では全営業店300カ店中、事務ミスが発生する営業店が年間60カ店まで減少していたとする。内部監査部としては、事務ミスが発生する営業店のいっそうの削減に貢献するべく、事務ミスが発生する可能性のある営業店を優先的に監査できるように年間監査計画を策定したい。

またそのような監査計画策定のために活用できるデータは次のとおりであったとする。A銀行では、3ラインモデルの観点からリスク統括部が各営業

店を臨店検証し評価しており、このリスク統括部は、事務ミスが発生した多くの営業店に対して臨店検証で内部統制を不良と評価していたことと、反対に事務ミスが発生しなかった営業店のほとんどに対して内部統制を良好と評価していたことが、過去のデータでわかっているとする。すなわち、その年に事務ミスが発生した営業店のうち、その8分の6の営業店に対してリスク統括部は内部統制を不良と評価しており、残りの8分の2に対しては内部統制を良好と評価していたというデータがあるとする。またその年事務ミスが発生しなかった営業店のうち、その8分の7の営業店に対してリスク統括部は内部統制を良好と評価しており、残りの8分の1の営業店に対しては内部統制を不良と評価していたとする。A銀行の営業店での事務ミス発生とリスク統括部の営業店の内部統制評価の関係をまとめると、**図表3-2**（統計学では分割表と呼ばれる）のとおりである。

図表3-2 事務ミスの発生店とリスク統括部の評価の関係

	H (事務ミス発生)		H̄ (事務ミス未発生)		計
	D (不良と評価)	45カ店	(6/8) ③	30カ店	
D̄ (良好と評価)	15カ店	(2/8) ④	210カ店	(7/8) ⑥	225カ店
計	60カ店	(1/5) ①	240カ店	(4/5) ②	300カ店

H：全営業店のうち、事務ミスが発生した営業店の数

H̄：全営業店のうち、事務ミスが発生しなかった営業店の数

D：リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店の数

D̄：リスク統括部が内部統制を良好と評価した営業店の数

① 全営業店（300カ店）のうち、事務ミスが発生した営業店の比率⇒ $60/300 = 1/5$

② 全営業店（300カ店）のうち、事務ミスが発生しなかった営業店の比率⇒ $240/300 = 4/5$

③ 事務ミスが発生した営業店のうち、リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店の比率

④ 事務ミスが発生した営業店のうち、リスク統括部が内部統制を良好と評価した営業店の比率

⑤ 事務ミスが発生しなかった営業店のうち、リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店の比率

⑥ 事務ミスが発生しなかった営業店のうち、リスク統括部が内部統制が良好と評価した営業店の比率

このような場合に、内部監査部がリスク統括部の臨店検証の結果を有効に活用して、優先的に監査すべき営業店を抽出する時に活用できるのが、ベイズ統計学の入り口である「ベイズの定理」である。以降でベイズの定理を使って、リスク統括部が内部統制を不良と判断した営業店で事務ミスが発生する確率を推定することとする。

① 設例2に対するベイズの定理の活用

まず、ベイズの定理は次のとおりである。

Hを前提条件：Hypothesisに、Dをデータ：Dataと置くと、ベイズの定理の一番の簡略形は、

$$P(H|D) = \frac{P(H) \cdot P(D|H)}{P(D)}$$

である。

まず、A銀行では年間その5分の1に当たる60ヶ店で事務ミスが発生していることより、リスク統括部の評価（データ）が加わる前の事前確率P(H)は、そのまま15（20%）となる。

$$P(H) = \frac{1}{5} (=20\%) \dots\dots ①$$

次に、全営業店のうち、リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店の確率は、次の計算から4分の1となる。

$$P(D) = \frac{1}{5} \times \frac{6}{8} + \frac{4}{5} \times \frac{1}{8} = \frac{6}{40} + \frac{4}{40} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4} \dots\dots ②$$

また、事務ミスが発生した営業店のうち、リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店の比率は8分の6であることから、尤度P(D|H)は、

$$P(D|H) = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \dots\dots ③$$

よって、①、②、③とベイズの定理より、

$$P(H|D) = \frac{P(H) \cdot P(D|H)}{P(D)} = \frac{\frac{1}{5} \times \frac{3}{4}}{\frac{1}{4}} = \frac{3}{5} = 60.00\% \text{ (事後確率)}$$

となる。

このように事前の発生確率である事前確率に尤度を加味することにより確率が事後確率へと変化することをベイズ更新といい、この設例の場合、対象を全営業店から、リスク統括部の評価を加味し内部統制不良と評価された営業店に対象を絞ることにより、事務ミス発生確率20%（事前確率）が発生確率60%（事後確率）とベイズ更新され事務ミス発生店の的中率が高まる。

以上より、リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店から事務ミスが発生する可能性が高いことが推定できる。的中率が非常に高いとまではいえないものの、リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店については半分以上の確率で事務ミスが発生していることにより、監査計画策定時に参考にするべきデータであることがわかる。

また一方、同様の計算で、リスク統括部が内部統制を良好と評価した営業店の93%で事務ミスが発生しないことが推定できる。計算は次のとおりである。

まず、全営業店中事務ミスが発生していない営業店が5分の4であることより、事前確率 $P(\bar{H})$ は5分の4（80%）となる。 \bar{H} はHでないことを示す。

$$P(\bar{H}) = \frac{4}{5} (=80\%) \dots\dots④$$

次に、全営業店中、リスク統括部が内部統制を良好と評価した営業店の確率は、次の計算から4分の3となる。なお、 \bar{D} はDでないことを示す。

$$P(\bar{D}) = \frac{1}{5} \times \frac{2}{8} + \frac{4}{5} \times \frac{7}{8} = \frac{2}{40} + \frac{28}{40} = \frac{3}{4} \dots\dots⑤$$

また、事務ミスが発生しなかった営業店のうち、リスク統括部が内部統制良好と評価した営業店の比率は8分の7であることから、尤度 $P(\bar{D}|\bar{H})$ は、

$$P(\bar{D}|\bar{H}) = \frac{7}{8} \dots\dots⑥$$

よって、④、⑤、⑥とベイズの定理より、

$$P(\bar{D}|\bar{H}) = \frac{P(\bar{H}) \cdot P(\bar{D}|\bar{H})}{P(\bar{D})} = \frac{\frac{4}{5} \times \frac{7}{8}}{\frac{3}{4}} = \frac{14}{15} = 93.33\%$$

上記のベイズ更新により、リスク統括部の評価（内部統制良好）を加味し対象を絞ることにより事務ミスが発生しない確率80%（事前確率）が発生しない確率93%（事後確率）へと高まる。

これによりまず、リスク統括部が内部統制良好と評価した営業店のうち、約7%（=100% - 93%）の営業店からしか事務ミスが発生しないことが推定できる。このことより、内部監査部からみれば、リスク統括部が良好と評価した以外の営業店を重点的に監査していけばよいという判断になる。

まとめると、これら2つの事後確率、 $P(H|D) = 60.00\%$ 、 $P(\bar{D}|\bar{H}) = 93.33\%$ から、内部監査部はリスク統括部が内部統制を良好と評価する営業店の監査は後に回し、リスク統括部が内部統制を不良と評価した営業店を優先的に監査していけばよいということである。また、この結論は、内部監査人が統計学を用いないで通常行う専門職的な意思決定と同様の結論であるかもしれないが、ベイズ統計学はそのような内部監査人の意思決定に統計学的根拠を与えるものともいえる。

また、内部監査のアカウントビリティの観点から考えると、ベイズ統計学は内部監査の結果に基づき下した判断や結論に対していっそうの客観性を付与できる統計学的根拠を与えることとなり、また説明も数字で示せるためより明瞭と成り得る。

図表4-1 内部監査におけるジョハリの窓

	内部監査人が認識していること	内部監査人が認識できていないこと
被監査部署が認識していること	第ⅰ領域： 共通認識の領域	第ⅱ領域： 内部監査人が新たに認識すべき領域
被監査部署が認識できていないこと	第ⅲ領域： 内部監査人が情報提供すべき領域	第ⅳ領域： 両者で新たに認識すべき領域

第ⅳ領域は、被監査部署も内部監査人も認識していない事項に関する領域である。被監査部署と内部監査人が協力して問題の真の原因を追究したり、改善策や解決策をともに考えていく協議は、この被監査部署も内部監査人も認識していない領域の事項を、協力して認識しようとしている行為といえる。

次の10個がコミュニケーションの代表的な阻害要因である。

- ① 被監査部署と内部監査部門の立場の違い
- ② 被監査部署と内部監査部門の価値観，使命感，目的，慣習等の違い
- ③ 被監査部署の応対者と内部監査人各々の人としての多様性
- ④ 監査対象の事実そのものの多面性
- ⑤ 応対者の伝えたいことと内部監査人の聴きたいことのアンマッチ
- ⑥ 応対者または内部監査人の知識・情報の不足
- ⑦ 不適切なインタビューの雰囲気
- ⑧ 内部監査人の不適切な姿勢，口調，話の進め方
- ⑨ 言葉等伝達する媒体の限界
- ⑩ 応対者または内部監査人の誤解等

① 被監査部署と内部監査部門の立場の違い

被監査部署は「内部監査部門に不備を指摘されないのが仕事」、内部監査部門は「被監査部署の不備を指摘するのが仕事」という監査目的に関する誤った認識が双方に生じている場合もある。

② 被監査部署と内部監査部門の価値観，使命感，慣習等の違い

極端に言えば、被監査部署にとっては内部監査への対応は、人的にも時間的にもコストであり、できるだけ早く終わってほしいものである。

まず、不正が発生する原因を示す代表的な仮説として、いわゆる「不正のトライアングル」と呼ばれている仮説を紹介する。

この仮説は、ドナルド・R・クレッシーが著書「他人の金一横領の社会心理学に関する研究」で述べ、その後「不正のトライアングル」として有名になったものである。不正が発生する時には次の3つの要素が揃っているとし、3つの要素とは、他人に打ち明けられない①動機（プレッシャー）、②正当化、③機会である。

専門職としての懐疑心は「内部監査人の、見聞きしたものに常に疑問を持ち、監査証拠を批判的に評価する、

何事も当然のこととして受け取ることがないという精神状態」である。何事も徹底して確認し批判的に検証した証拠に基づいてこそ、客観的な評価が可能なのである。