

建築確認検査機関の信頼性確保のための報酬スキームに関する一考察*

Payment scheme for trustworthy building inspectors*

吉田 護**, 多々納 裕一***

By Mamoru YOSHIDA**, Hirokazu TATANO***,

1. 研究の背景・目的

2005 年 11 月に発覚した耐震強度偽装問題は、建築物の安全性確保のための社会制度の問題点が顕在化させると同時に、確認検査機関の怠慢な検査業務を明らかにしたと言える。こうした背景を受けて、本研究では検査機関を規律付けるための制度設計を行うことを目的とする。

2. 研究の枠組み

建築確認検査機関の役割は施主に対して建築物の安全性を第三者の立場から保証することにある。しかし、検査機関が怠慢な検査を実施する場合、建築物の質を保つ制度は形骸化される。建築確認検査機関は、建設市場における門番 (*gatekeeper*) の役割を果たすため、その役割も責任も非常に重大であり、いかに彼らを規律付けるかは、非常に重要な問題である。

本研究では、建築確認検査機関を規律付けるために、検査機関によって報告される検査結果に着目する。建築確認検査機関によって引き起こされるモラルハザードは、検査時に厳密な検査を行うことなく検査を通過させることにある。一方で、建築確認検査機関が不適格の判断を下すとき、それは検査を厳密に実施した証拠となりうる。というのも、厳密な検査を行うことなく、不備を指摘することは通常難しいからである。それ故に、建築確認検査機関によって報告される検査結果は、どの建築確認検査機関が厳密な、または怠慢な検査を実施しているかを判断する材料になりうる。以下では、検査結果に基づく報酬スキームが検査機関が引き起こすモラルハザードを抑止するために効果的な枠組みであることを示す。さらに、建築確認検査機関の検査能力に起因した問題にも焦点を当てる。以下では、検査能力が高ければ高いほど、より高い利得が獲得可能な条件を考慮し、この報酬スキームが能力に起因した逆選抜問題にも有効に機能しうることを示す。

3. 一社による検査モデル

*キーワード: 建築確認検査機関, モラルハザード, 逆選抜

**学生員, 工修, 京都大学大学院情報学研究所

〒 611-0011 宇治市五ヶ庄, Tel 0774-38-4037

E-mail: yoshida@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

***正員, 工博, 京都大学防災研究所 社会防災研究部門

〒 611-0011 宇治市五ヶ庄, Fax 0774-38-4044

E-mail: tatano@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

(1) モデルの前提条件

以下では、設計図書の質を検査する検査機関と検査機関の報酬スキームを決定する計画者を想定する。検査機関が選択可能な検査時の努力の水準として $e \in \{1, 0\}$ の二種類を仮定する。なお、 $e = 1$ のときは厳密な検査の実施、 $e = 0$ のときは怠慢な検査の実施を表す。検査機関が選択する努力水準は、検査機関の私的情報とし、計画者は観察不可能であることを仮定する。検査の実施に伴う費用を努力の水準の関数として $\psi(e)$ で表す。なお、簡易化するために、 $\psi(1) = \psi$, $\psi(0) = 0$ とおく。

次に、検査機関が検査を行う設計図書の質を $S \in \{G, B\}$ とおく。なお、 G は基準を満たす設計図書であり、 B は基準を満たさない設計図書とする。基準を満たさない設計図書の割合を ϵ とし、外生的に与えられるものとする。計画者は設計者を規律付けることで基準を満たさない設計図書の割合を減少させることも可能だが、ここでは考慮しない。検査機関が設計図書の質に関して獲得可能な情報を $i_s \in \{i_g, i_b, i_\phi\}$ として記述する。 i_g は設計図書が基準を満たすという情報であり、 i_b はその逆の情報を示す。また、 i_ϕ は設計図書の質に関して何の情報も持っていないことを意味する。

設計図書の質が G であり、検査機関が厳密な検査を実施するとき、検査機関は情報 i_g を獲得する。また、真の設計図書が B であり、検査機関が厳密な検査を実施するとき、検査機関は情報 i_b を獲得することが可能である。しかし、不備のある全ての設計図書を完全に見つけることが出来るという仮定は現実的ではないため、検査機関は努力をした場合は確率 p で設計図書 B を判別可能とし、検査機関は情報 i_b を獲得する。一方で、確率 $1 - p$ で検査機関は設計図書の不備を見つけることが出来ず、情報 i_g を獲得する。これは、検査機関は厳密な検査を実施したにも関わらず、設計図書 B を検査で通過させる場合に相当する。なお、本研究では p を検査機関の能力と位置づけている。

最後に、検査機関が検査時に努力をしないという意味決定を下した場合、検査機関は設計図書の質に関する情報を、 G, B 両方の場合においても獲得することは出来ない。この場合は、検査機関が情報 i_ϕ を獲得する場合に対応する。

検査機関が報告可能な検査結果も同様に二種類 $m \in \{g, b\}$ を仮定する。 g は設計図書が基準を満たすことを示

す検査結果、 b は設計図書が基準を満たさないことを示す検査結果とする。検査機関は検査結果として b を報告するとき、検査機関はどの点が基準に違反するのかを指摘する必要がある。さらに、検査機関が b を報告し、真の設計図書の質が G であるとき、それは設計者と検査機関の間でコンフリクトが発生する。その点を踏まえ、検査機関が情報 i_b を獲得している場合に限り、 b を報告可能であることを仮定する。一方で、検査機関は努力の有無に関わらず、 g を報告可能であることを仮定する。すなわち、建築確認検査機関が情報 i_g, i_ϕ を獲得しているとき、検査結果 g を報告可能とする。計画者は、検査機関が報告する検査結果を観察可能であり、検査結果と関連づけた報酬スキームを組むことは可能であることを仮定する。

(2) 一社による検査 (能力が同質的な場合)

以下では、検査機関の能力 p が検査機関の間で同質的であり、ある設計図書の検査が一社によって実施される場合の報酬スキームについて分析する。 $R(m)$ をその検査機関の報酬とし、検査結果 m に依存する関数として $R(g) = v$ 、 $R(b) = w$ とおく。検査機関の利得関数 $\pi(e)$ は金銭と努力の離散的な関数であることを仮定し、

$$\pi(e) = \epsilon e p u(w) + (1 - \epsilon e p) u(v) - \psi(e), \quad (1)$$

で表す。なお、 $u(\cdot)$ は増加関数であり、凹性を仮定する。さらに、 $u(\cdot)$ の逆関数として $h = u^{-1}$ を定義する。なお、 $h(\cdot)$ に関しては増加関数であり凸性を満たす。

検査機関の意思決定問題は、 $\max_{e \in \{0,1\}} \pi(e)$ で表される。そのため、検査機関が検査時に努力を投入する条件である誘引両立性条件は

$$\pi(1) \geq \pi(0). \quad (2)$$

で表される。また、検査機関が検査一回当たり非負の期待利得を得る条件である参加制約条件は、

$$\pi(1) \geq 0. \quad (3)$$

で与えられる。さらに、検査時に常に努力を投入している検査機関に対して、検査結果 m に関わらず非負の利得を与える必要がある。ここでは費用補償制約として

$$u(v) \geq \psi, \quad (4)$$

$$u(w) \geq \psi \quad (5)$$

を考慮する。検査機関への検査一回当たりの期待報酬額を $g_1(v, w)$ とすると、

$$\begin{aligned} g_1(v, w) &= (1 - \epsilon)v + \epsilon p w + \epsilon(1 - p)v \\ &= (1 - \epsilon p)v + \epsilon p w. \end{aligned} \quad (6)$$

で与えられる。このとき、計画者の最適化問題は、

$$\begin{aligned} [P1] \quad & \min_{(v,w)} g_1(v, w) \\ \text{s.t.} \quad & (2), (3), (4) \text{ and } (5) \end{aligned}$$

として定式化される。これを解くと、最適な報酬スキームとして $(v_1^*, w_1^*) = (h(\psi), h(\frac{1+\epsilon p}{\epsilon p}\psi))$ が得られる。これは検査機関のモラルハザードを防ぐ上で、検査機関が g を報告するとき、検査費用を補償する最低限の報酬を与え、 b を報告するとき、 g を報告する場合より大きい報酬を獲得させる必要があることを示している。つまり、不備のある設計図書を見つけた検査機関に対する報奨制度の有効性を示している。

(3) 一社による検査 (能力が異質な場合)

以下では、検査機関の検査能力 p に関して異質的である場合を分析する。なお、能力 $p \in [\underline{p}, \bar{p}]$ は検査機関の私的情報とし、計画者は能力の水準に応じた報酬スキームの設計は出来ないことを仮定する。検査機関の間の能力の分布関数を $F(p)$ 、検査機関間の能力の水準の期待値を $p_E = \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} p dF(p)$ で表す。

検査能力に関する重要な視点は、より高い能力を持っている検査機関がより高い利得を得られるか否かである。固定報酬スキームの場合、検査機関の努力投入の有無は、検査機関が獲得する報酬に影響を与えない。そのため、検査時の努力の有無にかかわらず、利潤を最大化する検査機関は常に努力を投入せずに g を報告する。このとき、利得を最大化する検査機関は、能力を向上させるインセンティブを持たず、これは能力に関する逆選抜問題を引き起こしうる。そのため、より高い能力を持っている検査機関がより高い利得を得られる条件は、検査機関が能力を向上させるインセンティブをもつ必要条件と言える。以下では、この条件を能力向上条件と捉え、計画者の報酬スキーム設計問題の制約条件として考慮することとする。

能力 $p \in [\underline{p}, \bar{p}]$ を持った検査機関の利得関数を $\pi(e; p) = \pi(e)$ で表す。このとき、能力向上条件は、

$$\frac{\partial \pi(1; p)}{\partial p} \geq 0, \quad \forall p \in [\underline{p}, \bar{p}] \quad (7)$$

で与えられる。さらに、誘引両立制約、参加制約はそれぞれ、

$$\pi(1; p) \geq \pi(0; p), \quad \forall p \in [\underline{p}, \bar{p}], \quad (8)$$

$$\pi(1; p) \geq 0, \quad \forall p \in [\underline{p}, \bar{p}], \quad (9)$$

で与えられる。同質的な検査機関の場合と同様に、費用補償制約 (4), (5) を考慮すると、計画者の問題は以下のように定式化される。

$$\begin{aligned} [P2] \quad & \min_{(v,w)} g_2(v, w) \\ \text{s.t.} \quad & (4), (5), (7), (8) \text{ and } (9) \end{aligned} \quad (10)$$

[P2] を解くと、最適な報酬スキーム $(v_2^*, w_2^*) = (h(\psi), h(\frac{\epsilon p + 1}{\epsilon p}\psi))$ が得られる。これは、検査機関が g を報告するとき、検査費用を補償する最低限の報酬を与え、 b を報告するとき、最低水準の能力 $\underline{p}$ を持った検査機

表 1: 二社の検査結果に基づく報酬

(m_1, m_2)	(R_1, R_2)
(g, g)	(v, v)
(g, b)	(y, x)
(b, g)	(x, y)
(b, b)	(w, w)

関の誘引両立制約を拘束する，より高い報酬を与える必要があることを示している．これはすなわち，不備のある設計図書を見つけた場合の報奨制度が，検査機関に関連するモラルハザード，逆選抜を同時に解決可能であることを示している．

3. 二社による検査モデル

(1) 二社による検査 (能力が同質的な場合)

二社の検査機関が同一の設計図書を検査する状況を考える．このとき，一方の検査機関が設計図書の不備を発見し，もう一方が発見しなかった場合，それは不備を見つけない検査機関が設計図書の不備を見逃したことを示す根拠となりうる．それ故に，質の低い設計図書を見つけないことが出来なかった検査機関に対して，罰則を与えることが可能となる．この罰則メカニズムの適応可能性が，二社による検査の特徴である．

二者の独立な検査機関 $i \in \{1, 2\}$ を仮定する．なお，能力は同質的であり， p とする．また結託の可能性は以下では考慮しない． $e_i \in \{1, 0\}$ ， $m_i \in \{g, b\}$ を検査機関 i の努力水準，検査結果とする．さらに， $R_i(m_1, m_2)$ を検査機関 i が獲得する報酬とし，各検査機関の報酬は，それぞれの検査結果ではなく，両方の検査結果に基づくものとする．二社の検査機関が同時に g ，または b を報告する場合，計画者は彼らの報酬を差別化できないが，彼らの検査結果が異なる場合，報酬を差別化可能である．両社の検査結果に基づく報酬スキームを表 1 のようにおく．

$\pi_i(e_1, e_2)$ を検査機関 i の利得関数とすると， $\pi_1(e_1, e_2) = \epsilon\{e_1 e_2 p^2 u(w) + e_1 p(1 - e_2 p)u(x) + (1 - e_1 p)e_2 p u(y) + (1 - e_1 p)(1 - e_2 p)u(v)\} + (1 - \epsilon)u(v) - \psi(e_1)$ ， $\pi_2(e_1, e_2) = \epsilon\{e_2 e_1 p^2 u(w) + e_2 p(1 - e_1 p)u(x) + (1 - e_2 p)e_1 p u(y) + (1 - e_2 p)(1 - e_1 p)u(v)\} + (1 - \epsilon)u(v) - \psi(e_2)$ で与えられる． $\pi(e_1, e_2) = \pi_1(e_1, e_2)$ とし，利得関数の対象性を考慮すると，利得行列は表 2 のように表される．両検査機関が努力を投入する誘因両立制約条件として， $(e_1^*, e_2^*) = (1, 1)$ が唯一のナッシュ均衡解となる条件を考える．この条件式は，

$$\pi(1, 1) - \pi(0, 1) = \delta (> 0) , \quad (11)$$

$$\pi(1, 0) - \pi(0, 0) = \delta (> 0) , \quad (12)$$

で与えられる．なお， δ は外生的に与えるものとする．次に，一回当たりの検査で非負の期待利得が得られる参加制約条件は，

表 2: 両検査機関の利得行列

	$e_2 = 1$	$e_2 = 0$
$e_1 = 1$	$(\pi(1, 1), \pi(1, 1))$	$(\pi(1, 0), \pi(0, 1))$
$e_1 = 0$	$(\pi(0, 1), \pi(1, 0))$	$(\pi(0, 0), \pi(0, 0))$

$$\pi(1, 1) \geq 0 . \quad (13)$$

で与えられる．次に，費用補償制約として，(4)，(5) を考慮する．これらの制約下では，二社の検査機関が g ，または b を同時に報告するとき，検査費用は補償されることを意味する．また，費用補償制約を x に対しても同様に課す．

$$u(x) \geq \psi . \quad (14)$$

最後に， y に対しても制約を課す．なお， y は検査機関が見逃し，もう一方の検査機関が見つけた場合に受け取る報酬であり，不備のある設計図書を見逃した確認検査機関を規律付ける罰則の役割を果たす．ここでは，罰則の上限を考慮した制約として，

$$u(y) \geq -l \quad (l > 0) , \quad (15)$$

を考慮することとする．なお，罰則の上限を表す l は外生的に与えられるものとする．

$g_3(v, w, x, y)$ を各検査機関に支払われる一検査当たりの期待報酬とすると，

$$g_3(v, w, x, y) = (1 - 2\epsilon p + \epsilon p^2)v + \epsilon p^2 w + \epsilon p(1 - p)x + \epsilon p(1 - p)y \quad (16)$$

で表される．このとき，計画者の問題は以下のように表される．

$$\begin{aligned} \text{[P3]} \quad & \min_{v, w, x, y} 2 \times g_3(v, w, x, y) \\ \text{s.t.} \quad & (4), (5), (11), (12), (13), (14) \text{ and } (15) \end{aligned}$$

[P3] を解くと，最適な報酬スキームは $(v_3^*, w_3^*, x_3^*, y_3^*)$ は，以下のように表される．

- $\frac{\psi + \delta}{\epsilon p} - \psi \geq l$ のとき， $(v_3^*, w_3^*, x_3^*, y_3^*) = (h(\psi), h(\frac{\psi + \delta}{\epsilon p} - l), h(\frac{\delta + \psi}{\epsilon p} + \psi), h(-l))$
- $l \geq \frac{\psi + \delta}{\epsilon p} - \psi$ のとき， $(v_3^*, w_3^*, x_3^*, y_3^*) = (h(\psi), h(\psi), h(\frac{\delta + \psi}{\epsilon p} + \psi), h(\psi - \frac{\delta + \psi}{\epsilon p}))$

これは，適切な賞罰を設計することで，検査機関に関連したモラルハザードは抑止可能であることを示している．具体的には，厳しい罰則が実行不可能な場合 ($\frac{\psi + \delta}{\epsilon p} - \psi \geq l$)，両方の検査機関が設計図書の不備を見つけた場合に受け取る報奨 w を罰則の上限に応じて調節することが，モラルハザードを抑止する上で必要であることが示された．また，

一方だけが設計図書の不備を見つけた場合にその検査機関が受け取る報酬 x は、罰則の上限に関わらず、より高い報酬を与える必要があることが示された。さらに、罰則の上限が非常に高い場合であったとしても、必ずしも罰則の上限を検査機関に課すのではなく、ある水準の罰則で留めることが、検査機関への総期待報酬額を最小化する上で最適であることが示された。

(2) 二社による検査 (能力が異質な場合)

以下では、能力 p が異質な場合における、二社による検査の最適報酬スキームについて分析する。 $p_i \in [\underline{p}, \bar{p}]$ を検査機関 i の能力とし、これは各検査機関の私的情報とする。当該検査機関は同時に検査を行うもう一方の検査機関の能力は観察不可能とし、また、計画者は両社の検査機関の能力を観察不可能とする。

検査機関 i の検査能力の分布関数を $F_i(p_i) = F(p_i)$ とおく。検査機関 i の能力が p_i の際に、検査機関 i の期待利得関数は、 $E_{p_2}[\pi(e_1, e_2; p_1)] = \epsilon\{e_1 e_2 p_1 p_E u(w) + e_1 p_1 (1 - e_2 p_E) u(x) + (1 - e_1 p_1) e_2 p_E u(y) + (1 - e_1 p_1) (1 - e_2 p_E) u(v)\} + (1 - \epsilon) u(v) - \psi(e_1)$ and $E_{p_1}[\pi(e_1, e_2; p_2)] = \epsilon\{e_1 e_2 p_2 p_E u(w) + e_2 p_2 (1 - e_1 p_E) u(x) + (1 - e_2 p_2) e_1 p_E u(y) + (1 - e_2 p_2) (1 - e_1 p_E) u(v)\} + (1 - \epsilon) u(v) - \psi(e_1)$ で表される。ここで、 $E[\pi(e_1, e_2; p)] = \epsilon\{e_1 e_2 p p_E u(w) + e_1 p (1 - e_2 p_E) u(x) + (1 - e_1 p) e_2 p_E u(y) + (1 - e_1 p) (1 - e_2 p_E) u(v)\} + (1 - \epsilon) u(v) - \psi(e_1)$ を定義するとき、対称性を考慮すると、検査機関の参加制約は

$$E[\pi(1, 1; p)] \geq 0 \quad \forall p \in [\underline{p}, \bar{p}] \quad (17)$$

で表される。また、両検査機関が検査時に努力を投入する条件として、 $(e_1, e_2) = (1, 1)$ のみがベインジアン・ナッシュ均衡解となる条件を考慮すると、この条件式は、

$$E[\pi(1, 1; p)] - E[\pi(1, 0; p)] = \delta > 0, \quad \forall p \in [\underline{p}, \bar{p}], \quad (18)$$

$$E[\pi(1, 0; p)] - E[\pi(0, 0; p)] = \delta > 0, \quad \forall p \in [\underline{p}, \bar{p}] \quad (19)$$

で与えられる。なお、 δ は外生的に与えられる。さらに、能力向上条件は、

$$\frac{\partial E[\pi(1, 1; p)]}{\partial p} \geq 0, \quad \forall p \in [\underline{p}, \bar{p}]. \quad (20)$$

で与えられる。一検査当たりの期待報酬額を $g_4(v, w, x, y)$ とすると、

$$g_4(v, w, x, y) = (1 - 2\epsilon p_E + \epsilon p_E^2) v + \epsilon p_E^2 w + \epsilon p_E (1 - p_E) x + \epsilon p_E (1 - p_E) y \quad (21)$$

で与えられる。各報酬に関する制約条件を同質的な場合と同様に課す。この時、計画者の問題は下記のように定式化される。

$$[P4] \quad \min_{v, w, x, y} 2 \times g_4(v, w, x, y) \\ \text{s.t. (4), (5), (14), (15), (17), (18), (19), and (20)}$$

[P4] を解くことで得られる最適な報酬スキーム $(v_4^*, w_4^*, x_4^*, y_4^*)$ は以下の通りである。

- $\frac{\psi + \delta}{\epsilon p_E} - \psi \geq l$ のとき, $(v_4^*, w_4^*, x_4^*, y_4^*) = (h(\psi), h(\frac{\psi + \delta}{\epsilon \underline{p}} - l), h(\frac{\delta + \psi}{\epsilon \underline{p}} + \psi), h(-l))$
- For $l \geq \frac{\psi + \delta}{\epsilon p_E} - \psi$ のとき, $(v_4^*, w_4^*, x_4^*, y_4^*) = (h(\psi), h(\frac{(\psi + \delta)(p_E - \underline{p})}{\epsilon p_E \underline{p}} + \psi), h(\frac{\delta + \psi}{\epsilon \underline{p}} + \psi), h(\psi - \frac{\psi + \delta}{\epsilon p_E}))$

これは、賞罰を適切に組み合わせることで、モラルハザードだけでなく能力に関する逆選抜も解決可能であることを示している。また、非常に厳しい罰則が実行可能な場合であったとしても、報酬 w に関して、常に費用補償制約を拘束しないことが示される。これは検査能力の異質性を考慮した際の主な特徴であり、二社が同時に設計図書の不備を見つけた場合には常に、報奨を与える必要性があることを示している。

4. まとめ

本研究では、検査機関の信頼性確保のための報酬スキームに関する分析を行った。一社、二社による検査どちらの場合においても、適切な賞罰を組み合わせることで、検査機関のモラルハザード、逆選抜が同時に解決可能であることが示された。ただし、ここでは検査一回当たりの報酬スキームを分析したに過ぎない。検査市場の需給を考慮した分析は今後の課題としたい。

参考文献

- 1) Kraakman, R.H., "Gatekeepers: The anatomy of a third-party enforcement strategy", *Journal of Law Economics and Organization*, Vol.53, 1986, pp 53-104.
- 2) Rick Antle, "The Auditor as an Economic Agent", *Journal of Accounting Research*, 1982, pp 503-527.
- 3) A Shaked and J. Sutton: Imperfect Information, perceived quality and the formation of professional groups, *Journal of Economic Theory*, vol.27, 1982, pp 170-181.
- 4) Jean-Jacques Laffont and David Martimort, *The Theory of Incentives: The principal and agent model*, Princeton University Press, 2002.