



安全安心社会研究ワーキングペーパー

WP-2008-004

2009年2月26日

安全安心のための仕組みに関する検討

—構造物の品質確保のための検査制度における結託防止条件に関する考察—

多々納 裕一¹・吉田 護²

要 約

2006年度に発生した構造計算書偽装問題は、我が国の既存構造物の品質に対する国民の大きな不安と建設業者に対する不信を投げかける結果となった。都市の形成に関わる各利害関係者のインセンティブを考慮に入れつつ、各利害関係者に適切な規律を与える社会制度を構築することは、安全・安心な都市社会の形成を目指す上での重要な研究課題である。

その上で、本稿では、構造物の品質を確保するための検査者のインセンティブ問題に着目し、公共事業の設計照査の民間委託に伴うモラルハザードや結託の発生メカニズムに関して数理モデルを用いて分析する。公共主体、設計者、検査者の関係性を明示的に示すと共に、それらを防ぐ制度的枠組みについて検討する。

安全安心社会ワーキングペーパーは、安全安心なまちづくり政策研究群の研究成果を速報し、広く社会に問題提起するために公表しています。未定稿ですので、著者の承諾なく引用することはお控えください。また、本稿に示された意見はすべて著者個人のものであり、著者が所属する組織のものではないことにご注意ください。

財団法人ひょうご震災記念 21 世紀研究機構

安全安心なまちづくり政策研究群

1 京都大学防災研究所教授

tatano@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

2 京都大学大学院都市社会工学専攻

GCOE「アジア・メガシティの人間安全保障工学拠点」特定助教

yoshida@hse.gcoe.kyoto-u.ac.jp



Cluster for Safe and Secure Communities, Kobe, Japan

Working Paper-2008-04

February 26, 2009

An institutional arrangement for supporting safe and secure
society:
Focusing on inspection system to assure safety of buildings
considering a possibility of coalitions

Hirokazu TATANO³ and Mamoru Yoshida⁴

Abstract

A quake-proof data falsifying scandal which occurred in Japan, 2006 stirred up citizen's anxiety about a quality of existing buildings and aroused mistrust of building constructors. It is an important research on the issue of safe and secure society to analyze an institutional arrangement which gives a proper incentive of stakeholders involved in forming urban society.

This paper focuses on the problems of inspectors whose role is to assure a quality of buildings and shows a clear relationship between a public agency, a designer and an inspector. In addition, the paper analyzes the mechanism of inspectors' moral hazard and coalition in delegation of design verification works, and provides a framework to prevent such problems.

³ Professor of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Japan
yoshida@hse.gcoe.kyoto-u.ac.jp

⁴ Department of Urban Management, Kyoto University, Japan
Assistant Professor (Global COE program "Global Center for Education and Research on Human Security Engineering for Asian Megacities")
yoshida@hse.gcoe.kyoto-u.ac.jp

安全安心のための仕組みに関する検討

— 構造物の品質確保のための検査制度における結託防止条件に関する考察 —

多々納裕一・吉田護

1. はじめに

構造物の品質(e.g. 耐震性)を確保することは、東海・東南海・南海地震や直下型地震が懸念されている日本において、最も基本的な地震対策である。一方で、構造物の生産に関わるいくつかの主体の近視眼的な行為によりその品質が損なわれる事態が発生している。例えば、阪神・淡路大震災の際に震度7を観測した地域において、1981年の建築基準法改正後に建てられた住宅の約5パーセントが倒壊している¹⁾。建設省建築研究所(現、独立行政法人建築研究所)の見解に拠れば、1981年の建築基準を守って建てられた建物は、震度7の地震にあっても倒壊することは原則としてありえないとしていた²⁾。当然、様々な予測不可能な環境要因により、不十分な耐震性をもった建物を結果として存在する可能性は否定できない。しかしながら、幾つかの事後的な調査からも明らかになっているように、倒壊の要因は筋交いの欠如や金物の不備など、工事の手抜きによるものであった³⁾⁴⁾。また、2006年度に発生した構造計算書偽装事件は、設計者、ディベロッパー等が近視眼的に利潤を求めた結果、当時の建築基準法を満たさないマンションが130棟以上建設され、大きな社会的関心を集めた⁵⁾。地震リスクにさらされている我が国において、構造物の生産に関わっている利害関係者に安全性向上に関して適切なインセンティブを与えるための方法を探求することは、地震からの人的・経済的被害を軽減させる上でも大変重要な研究課題である。さらに、こうした問題は、日本に限った話ではない。例えば、トルコ大地震においては、数多くの違法建築物の存在が、甚大な被害をもたらした主要な要因であることが指摘されている⁶⁾。また、2008年の四川大地震においても、四川省内だけで6898棟の校舎が倒壊しており、建築業者による手抜き工事、さらに建設業者と検査者の癒着の問題等が問題視されている⁷⁾⁸⁾。各国の構造物の生産に関わる社会制度は当然異なるが、短期的

利益を求めようとする設計者、施工者、さらに検査者に起因した問題は、安全・安心な都市社会の形成のための共通の課題である。

このような課題に対して、社会としてどのように制度を構築し、構造物の生産に関わる近視眼的な利害関係者を規律付けるか、それが本研究の課題である。なお、本研究で取り上げるこの課題は、古くは紀元前 18 世紀から問題視されていた。古代バビロニアのハンムラビ王が発布したハンムラビ法典 229 条には次の一説が記されている⁹⁾。「家を建てたものは、建築が適切に行われずその家が倒壊し、その住民を死なせてしまった場合は死刑に処す」("If a builder build a house for someone, and does not construct it properly, and the house which he built fall in and kill its owner, then that builder shall be put to death. ")。これは、紀元前 18 世紀の時点で、本研究で問題視する課題が存在していたことを示唆している。では、もし仮に現代社会において極刑を課すことが可能であれば、違法建築は無くなるだろうか。手抜き工事はなくなるかもしれないが、その帰結は、社会から家を建てる人がいなくなる、ということかもしれない。どのような制度を設計するかは、ただ単に罰則を厳しくすれば良いという話ではない。構造物の品質を確保するためには、その生産に関わる利害関係者に適切なインセンティブを付与する必要がある。本研究は、こうした観点から適切な制度の設計を試みるものである。

2. 構造物の品質を確保する上での検査者の役割

(1) 構造物の品質に関する事後確認の困難性

施主(依頼人/principal)は、設計・施工業者(請負人/agent)に構造物の建設を依頼する際、希望する構造物の品質を提示し、業者はそれに応じて構造物の設計、施工を実施する。しかし、施主にとって完成した構造物が要求性能の全てを満たしていることを確認することは、必ずしも容易なことではない。例えば、構造物の耐震性能に関わる瑕疵はその内部構造に関わる問題であり、専門知識・技術を有していない施主は、施工前は言うまでもなく、施工後でさえも施主自身で構造物の耐震性能を確認することは難しい。また、地震の発生により構造物が倒壊することでその瑕疵は暴露されうるが、地震の発生頻度は低いため、瑕疵が暴露されるまでの潜在期間は非常に長い。これは、施主は構造物が完成

し、設計・施工業者との取引が成立した後において、当該構造物の質を直接確認する機会はほとんど存在しないことを意味する。本研究では、施主が構造物の品質を取引成立後においても確認することが困難であるという性質を、構造物の品質に関する「事後確認の困難性」と呼んでいる。この事後確認の困難性の下では、業者は、構造物の不備が発覚する可能性が低いことを知っているため、短期的利益を求めて意図的に怠慢な設計・施工を実施する誘引をもちうる。すなわち、人為的な理由で十分に耐震性を有さない構造物が建設される問題は、この品質の事後確認の困難性をどのように解決するか、という点に帰着される。

(2) 事後確認の困難性下における検査者の役割

経済学において、依頼主と請負主の間で取引される財の質に関する情報量の違いは、情報の非対称性(asymmetric information)として記述される。ただし、質に関する情報の非対称性と単に言っても、その非対称性の度合いに応じて、財は探索財(search good)、経験財(experience good)、そして信用財(credence good)に分類される^{10) 11)}。探索財とは、財の購入前にその質を観察可能な財を指し、経験財は財の購入後にその質を観察可能な財を指す。そして、信用財は、財の購入後においても、その質が観察困難、または不可能な財を指す。その点では、質の事後確認の困難性に着目した場合、構造物は信用財としての側面が強いと言える。信用財の取引成立可能性に関して、例えば Darby ら¹¹⁾は、買手と売手の二者間での信用材取引は非効率となる均衡が発生することを示している。構造物の品質の事後確認の困難性下において、安定的な住宅取引が成立するためには、業者が施主の要求性能を適切に満たしうる構造物を建設する技術・知識を有しており、さらに、適切な設計・施工を実施する動機を有していることが求められる。こうした業者への能力と意図に対する信頼性¹²⁾が確保されてはじめて、施主と業者の間で安定的な取引が可能となる。

どのような社会制度を構築することで業者は信頼に足る存在になりうるか、情報の非対称性に起因した問題を解決するための枠組みを参考に見てみよう。ただし、その中で、構造物の品質に関する事後確認の困難性に着目した場合に有効な対策は多くない。例えば、免許制度について、Leland は市場に参入する請負人の最低限の能力を確保する点を指摘している¹³⁾。その点では、構造物の生産に関わる専門家が保有する様々な資格は、業者の能力に関する期待としての信頼を確保する上では有効である。しかし、資格を獲得した後の業者の

行動を規制するものではないため、免許制度のみでは意図に関する期待としての信頼は確保出来ない。また、Shapiroは、免許を獲得する際の投資が事後に提供するサービスの限界費用を低下させることを仮定し、免許獲得コストが大きい免許制度に対しては事後的なモラルハザードが発生しにくくなることを示している¹⁴⁾。すなわち、建設市場に参入する業者に対して、より取得が難しい免許制度を設けることで、事後的なモラルハザードを防ぐ可能性があることを示唆している。これは免許制度により、能力だけでなく意図に対する信頼も業者は獲得可能であることを示唆する結果である。ただし、Shapiroのモデルは、業者がモラルハザードを引き起こさない動機を、評判メカニズムに求めている点は留意する必要がある。評判メカニズムは、取引した財の質を取引後に確認した買手によって、その売手または売手が供給している財が信頼に足ることが情報蓄積・情報伝播される仕組みである。会計監査等の枠組みにおいてその有効性が示されているが¹⁵⁾、評判メカニズムが有効に機能するためには財購入後にその不備を観察可能であり、かつその不備が暴露されるまでの期間が短くなければならない¹⁶⁾⁻¹⁹⁾。上記で述べたように、構造物の不備が発覚する可能性が低い場合、その不備の潜在期間は長く、十分な評判メカニズムは期待出来ないだろう。また、情報の非対称性に起因した問題を防ぐ他の方策として、事後保証(warranty)が重要な役割を果たすことも示されている^{20) 21)}。住宅市場、建設市場における瑕疵担保責任制度²²⁾は、構造物の不備が発覚した場合に業者にその保証を求めるものであり、構造物の取引が成立する上でその役割は大きい。また、不備の発覚に伴う責任の所在を明確化しておくことで、紛争費用、たとえば構造物の不備に伴う損害賠償訴訟に要する費用等、を抑える効果も期待される。しかし、あらゆる構造物の瑕疵に対して有効とは考えにくい。雨漏りやコンクリートのひび割れ等は、比較的、潜在期間も短く、施主自身で明らかな瑕疵として観察可能であるため、瑕疵担保責任制度は有効に機能する。一方で、構造物の耐震性に関する瑕疵は、地震の発生頻度が小さいことを考慮しても、潜在期間が非常に長い瑕疵といえる。このとき、業者は、事後的に生じうる費用を軽視し、近視眼的に利益を求める可能性がある。そのため、潜在期間が長い瑕疵に対しては、瑕疵担保責任制度は必ずしも有効に機能しない。

免許制度、評判メカニズム、さらに事後保証制度は社会で多く利用されている情報の非対称性を解決する方策である。しかし、構造物の品質の事後確認の

困難性の問題に着目するとき、業者を規律付ける上で必ずしも有効に機能しない。特に、評判メカニズムや事後保証制度が有効に機能しない点は熟慮しなければならない。これは、構造物の生産に関わる設計者、施工者等の利害関係者を規律付けるためには、構造物の不備が明らかになった時点に依存するのではなく、構造物が建設された直後において構造物の品質を評価する必要性があることを示唆する。すなわち、適切な設計、施工がなされたことが、設計、施工がなされている最中、または完了した直後において確認されなければならない。

上記で記したように、構造物の品質に伴う問題を考える場合、広く社会で取り入れられている制度的枠組みは有効でない場合が多い。このとき、構造物の品質を判断可能な能力と適切な判断を下そうとする動機を有した、施主や業者とは異なる信頼に足る第三者による検査が必要となる。実際、構造物の建設過程においては、数段階の検査が義務付けられている。信頼に足る第三者による品質の認証(certification)により、品質の事後確認の困難性下においても、施主と業者間の間で安定的に取引が成立するものと考えられる。

(3) 検査者のインセンティブ問題

構造物の品質を確保する上で、さらには設計・施工業者が信頼に足ることを示す上で、検査者は大変重要な役割を果たす。ただし、設計者や施工者の信頼性が問題視されたのと同様に、検査者自体の信頼性も問われることとなる。

既往研究において、検査者は社会厚生を最大化する主体としてモデル内で描かれる場合も多い。しかし、近年では、米国における Enron-Andersen の会計情報の偽装問題や日本における耐震偽装問題など、検査機関自体のインセンティブが問題視される機会も多くなってきた。このとき、検査者は社会厚生を最大化する主体としてではなく、私的便益を享受する主体として捉える必要があり、検査者に対しても、適切な検査を実施する能力と意図に対する信頼性が確保されなければならない。すなわち、検査者の能力や意図に関する信頼性が確保される社会的な仕組みが存在していなければ、構造物の品質に関する事後確認の困難性に起因した問題を克服したとは言えない。

検査者が私的便益を享受する主体として捉えるとき、検査者をどのように規律付けるかに関して、大きく二つのアプローチが存在する。一つが事後責任アプローチであり、二つ目が報酬契約によるアプローチである。会計監査の枠組みにおいて、不正を犯しうる責任を当事者だけでなく、それを防ぐことが可能

なゲートキーパー（gatekeeper）にも負わせるべきだという議論がある²³⁾⁻²⁵⁾。これを構造物の建設の文脈に当てはめれば、不備が発覚した場合（例えば、構造物の倒壊等により不備が発覚した場合等）に、検査者にも責任を負わせようとする枠組みである。当然、構造物の建設には様々な利害関係者が関わるため、問題が発生した際の余計な紛争を避けるためにも、事前に責任の所在を明確化させておくことは極めて重要である。ただし、検査者に対して責任を負わせることで検査者を規律付けようとする枠組みは、設計者や施工者に対して事後責任が必ずしも有効に機能しないのと同様に、必ずしも有効とは言えない。すなわち、仮に検査者が怠慢な検査を実施し、耐震性が基準を満たさない構造物が建設されたとしても、その不備が明らかになる可能性は極めて低く、近視眼的な検査者が課された事後責任を考慮するとは限らない。当然、地震による構造物の倒壊により検査者の怠慢な検査が暴露され、その検査者を罰することは可能である。しかし、例え怠慢な検査者を罰することが出来たとしても、地震による人的・経済的被害を軽減させるという本来の目的は達成されない。そのため、私的便益を求める検査者の規律付けに関しても、事後責任に依存するのだけでは不十分である。筆者らはそのような立場から、検査者を規律付ける枠組みとして、検査結果に基づく報酬契約によるアプローチについて分析、提案している²⁶⁾。これは検査結果と検査者の利得を関連付ける枠組みであり、端的に言えば、検査者による不備の発見を評価する枠組みである。この枠組みにより、不備が発覚する時点ではなく検査が完了した時点において、部分的であるが検査の質を評価可能となる。

以下では、公共事業の設計照査の民間委託を対象に、行政、設計者、検査者の三者間のインセンティブとその階層性に着目した上で、検査結果に基づく制度的枠組みにより、設計者、検査者が引き起こしうるモラルハザードや結託を防ぎうることを示す。

3. 設計照査の委託と結託防止契約

(1) 公共事業における設計照査の委託

近年、民間の知識・技術を活用するため、公共工事の設計図書に関する設計照査の民間委託がなされるようになってきている²⁷⁾。技術系公務員の不足が

問題視されている地方部においては特に、こうした設計照査の外部委託が増加していくことが予想されている。しかし、公共機関の実施する検査と民間機関の実施する検査では、その実施主体のインセンティブにおいて根本的に異なる。そのため、どのように照査業務を委託した民間機関を規律付けるかは、社会基盤整備全体の信頼性にも通じる重要な課題である。仮に、受託した民間機関(検査者)が設計照査の際に利益を求めた場合、適切な照査業務を実施しない場合も起こるだろう。また、たとえ検査者が不備を見つけたとしても、設計者との結託によりそれを意図的に公共機関に報告しない場合も発生しうる。設計段階での不備は、施工段階、維持管理段階にまで影響を及ぼす。さらに、地震の発生等に伴う構造物の倒壊は、時として設計段階の不備を明らかにするが、それには莫大な人的・経済的被害を伴う可能性がある。そのため、耐震性等に関わる重大な不備を含まない設計図書が作成されるよう、設計者、検査者に適切なインセンティブを付与することは極めて重要な課題と言える。

こうした研究動機のもと、本研究では設計図書の照査業務を民間業者に委託する場合に発生しうる、設計者、検査者が引き起こすモラルハザード及び結託の問題に着目し、それを防ぐ枠組みの一つである検査結果に依拠した報酬スキームのあり方について数理モデルを構築し分析を行う。さらに、検査者の選択タイミングが、こうしたモラルハザード及び結託を防ぐために必要な費用に影響を与えることを示す。一部の近視眼的な設計者、検査者の存在は、社会基盤整備全体の信頼性を損ない兼ねない危惧すべき問題である。下記の分析は、検査を市場に委ねる上で、良者が評価され、かつ悪者が市場から駆逐される社会制度を構築するための政策的示唆を得ることを目的としている。

(2) 既往研究と本研究の位置付け

結託の問題に関して、principal/agent モデルの枠組みの中で数多くの研究蓄積が存在する。中でも、agent-supervisor 間の結託問題に関して、Tirole²⁸⁾が先鞭をつけた。Tirole は、principal-agent-supervisor(auditor)の三層構造の中で、agent にとって不利な情報を supervisor が隠匿する代わりに agent から supervisor に賄賂報酬が支払われる結託(事後の結託)を分析し、この結託を防ぐ条件である結託防止条件(coalition-proof condition)を考慮した最適報酬契約を導出した。なお、supervisor に関して、非効率的なタイプの agent を発見し、それを principal に報告した場合は、他の場合と比較してより大きな報酬が得られるよう報酬を設定することで、

principal は agent と supervisor 間の結託を防ぐことが出来ることが示されている。また、Kofman²⁹⁾は Tirole の分析をもとに、より中立的な検査者を検査する検査者を導入した上で、agent への罰則の上限に応じた agent, supervisor への最適報酬契約について分析している。その中で agent への罰則の上限と検査者への報酬が相殺されることを示しており、必ずしも非効率的な agent への罰則が有効でないことを示している。また、これらのモデルは supervisor の検査時の努力水準に関する意思決定問題を含んでいないのに対して、Mehmet は Tirole の枠組みを検査時の努力水準に関する意思決定問題を含んだ形へと拡張した上で、supervisor が検査を実施する前の段階で agent と賄賂契約を結び、意図的に検査を実施しないタイプの結託(事前の結託)の問題を考慮した最適報酬契約について分析している³⁰⁾。このとき、検査費用が小さい場合には事前の結託は無視可能であることが示されている。

本研究においても、設計照査の委託に伴う公共主体(principal) - 設計者(agent) - 検査者(auditor)の三層構造を考えている点で、これらの研究の流れを汲むものである。しかし、これらの研究が、agent の生産性に関するタイプの情報の非対称性の問題を対象にしているのに対して、本研究では、agent のタイプは同一と仮定した上で、agent(設計者)の作成物である、設計図書の質に関する情報の非対称性の問題を取り扱っている点は注意が必要である。agent の生産性のタイプは短期的には不変であることが通常仮定されるのに対し、設計図書に不備がある場合はその不備を修正することでその設計図書は基準を満たす。このとき、設計者は、設計図書の不備が発覚した場合に設計者が負担することとなる修正費用を避けるために、検査者との間で結託行為に及ぶ誘引を持っている。このとき、後のモデル分析で示すように、事前の結託が常に principal (公共主体)にとってより重要な問題であるという新たな結論を導く。

本研究では、設計者、検査者が引き起こすモラルハザード問題と共に、4つのタイプの結託を考慮する。4つのタイプの結託とは、下記の通りである。

- 結託 *a* :設計図書の作成以前の段階で、当該設計図書を合格させる代わりに設計者が検査者に賄賂を渡す賄賂契約を結んだ後に、設計者が設計時に努力水準に関する意思決定を下すタイプの結託
- 結託 *b* :設計者が設計図書の作成時に努力し、設計者が検査者に賄賂を

渡す賄賂契約を結ぶタイプの結託

- 結託 c :設計者が設計時に努力をせず、その後当該設計図書を合格させる代わりに設計者が検査者に賄賂を渡す賄賂契約を結ぶタイプの結託
- 結託 d :設計図書の不備を示す情報を獲得した検査者に対して、設計者は賄賂をわたす代わりに情報を隠蔽してもらうタイプの結託

事前、事後の結託はそれぞれ結託 a 、結託 d に相当する。本論文ではさらに、設計者が設計時の意思決定を下した後に発生する結託 b 、 c を考慮している点も既存の研究に無い新しい点である。これら4つの結託の問題を考慮することで、後述するように、どのタイミングで検査者を選択するか、検査者の入札のタイミングが極めて重要な問題となる。

設計者と検査者間の結託の可能性は、構造物の品質を確保し、地震被害を軽減させる上では極めて重要な問題である。市場に検査を委ねていく中で、公共主体はこれらを防ぐ制度を構築する必要性があることは言うまでもない。本研究では、以上のような問題意識の下で、設計者と検査者の間で発生する4種類の結託メカニズムについてモデル化すると共に、結託を防ぐ検査結果に基づく報酬スキームの枠組みについて分析する。

(3) 基本モデル

a) モデルの前提条件

公共工事(e.g.橋梁)において、公共主体が設計図書の作成業務及びその設計照査業務を民間企業に委託する場合を考えよう。なお、公共主体は設計者と検査者を公共入札等を通じて選択するものとし、設計者と検査者は同一ではないことを仮定する。本研究では、入札制度については深くは触れないが、公共主体により選択された(または入札競争の勝者となった)時点で、どの設計者、検査者が選択されたかは公開されるものとする。基本モデルで想定している、モデルの論理的順序結託 $[T1]$ は下記の通りである。

1. 公共主体は設計者及び検査者を選択し、それぞれと契約を締結する。
2. 設計者は設計時の努力水準($e \in \{0,1\}$)を選択し、設計図書を作成する。
3. 検査者は作成された設計図書を受け取り、検査時の努力水準($i \in \{0,1\}$)を選択し、設計図書の質に関する情報($n_s \in \{n_\phi, n_b\}$)を獲得する。

4. 検査者は公共主体に検査結果($m_s \in \{m_\phi, m_b\}$)を報告する.
5. 公共主体は検査結果 m_s に応じて, 設計者, 検査者それぞれに報酬を支払う.

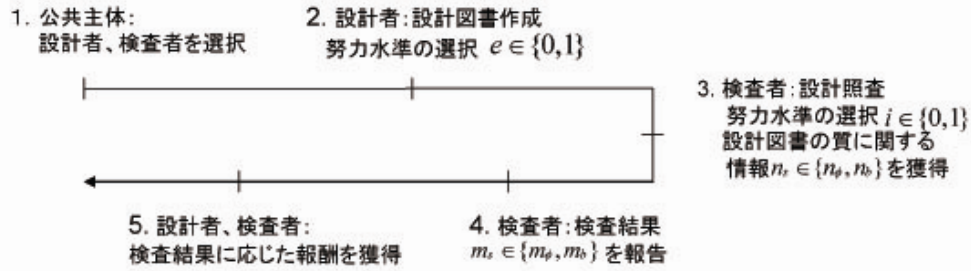


図 3-3-1 モデルの論理的順序

図 3-3-1 は, 基本モデルの論理的順序の概略図である. ここで分析を簡易化するため, 設計者により作成される設計図書の質に関して, $S \in \{G, B\}$ の二種類を仮定する. なお, G は公共主体の要求性能を満たす設計図書, B は満たさない設計図書とする. 設計者の選択する努力水準に応じて作成される設計図書の質は変わるものとし, 努力水準 e を選択した場合に質 S の設計図書が作成される確率 $p(S, e)$ を

$$\begin{pmatrix} p(G,1) & p(G,0) \\ p(B,1) & p(B,0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & 0 \\ \bar{p} & 1 \end{pmatrix}, \quad (3.1)$$

と定義しよう ($\bar{p} = 1 - p$). 設計時に努力する ($e = 1$) 場合においても, 作成された設計図書が常に公共主体の要求性能を満たすわけではないことに注意しよう. p は設計者の能力と見なすことが可能である. 一方, 設計時に努力をしない場合 ($e = 0$) は常に公共主体の要求性能は満たさない. これは意図的に要求性能を満たさない設計図書を作成する場合に相当する. 設計者が負担する設計費用に関して, 努力水準 e の関数として $c(e)$ で表す. なお, 分析を簡易化するため, $c(1) = c$, $c(0) = 0$ とおく. 次に, 検査者が獲得する設計図書の質に関する情報も二種類, $n_s \in \{n_\phi, n_b\}$ を仮定する. なお, n_b は当該設計図書が要求性能を満たさないことを示す立証可能な情報であり, 一方で, n_ϕ はそのような証拠を含まない情報とする. ここで, 設計図書の質が S , 検査者が選択する努力水準が i の際に検査者が情報 n_s を獲得する確率を $q(n_s | i, S)$ とし,

$$\begin{pmatrix} q(n_\phi | 1, G) & q(n_b | 1, G) \\ q(n_\phi | 1, B) & q(n_b | 1, B) \\ q(n_\phi | 0, G) & q(n_b | 0, G) \\ q(n_\phi | 0, B) & q(n_b | 0, B) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \bar{q} & q \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (3.2)$$

で定義する($\bar{q} = 1 - q$). すなわち, 設計図書が公共主体の要求性能を満たす場合($S = G$), 検査者の努力水準に関わらず, 情報 n_b は獲得できないことを仮定する. また, 設計図書の要求性能を満たさない場合($S = B$), 検査者は努力したとしても常に情報 n_b を獲得できないことは注意しよう. q は検査者の能力と見なすことが可能である. 設計者が負担する検査費用 $d(i)$ に関して, 分析を簡易化するため, $d(1) = d, d(0) = 0$ を仮定する. 検査者が公共主体に対して報告する検査結果も同様に, $m_s \in \{m_\phi, m_b\}$ の二種類を仮定する. なお, m_b は当該設計図書が要求性能を満たさないことを示す検査結果であり, 検査者が情報 n_b を獲得している場合に限り報告可能な検査結果とする. 一方, m_ϕ は, 設計図書の不備を指摘する情報を含んでいない検査結果を表す. 本章ではベンチマークとして, 検査者が獲得する情報を公共主体も観察可能な場合を想定する.

公共主体は, 設計者, 検査者の選択する努力水準は観察不可能であることを仮定し, 検査者により報告される検査結果に応じて報酬を設計するものとする. なお, 公共主体は設計者, 検査者に対する総支払い報酬を最小化するように報酬契約を設計するものとする. 設計者, 検査者の報酬をそれぞれ報酬 $k_e(m_s), k_i(m_s)$ とし, $k_e(m_\phi) = v, k_e(m_b) = w, k_i(m_\phi) = t, k_i(m_b) = 0$ とおく. ただし, 検査者が情報 m_b を報告した場合, 設計者は設計図書の修正作業(または再設計)を実施可能なものとする. その際の費用を c_r で表す. 一般に, 努力をした場合としない場合で修正費用 c_r は異なるが, ここでは分析を簡易化するため, 同一であることを仮定する. また, 修正費用 c_r は, 質の低い設計図書を作成したことによる評判の低下に伴う費用や入札制度が指名競争入札制度の場合には, 指名企業の中から外される可能性に伴う費用も含まれるものとし, 外生変数であることを仮定する. 設計者が修正作業を実施するとき, 設計図書の質は完全に B から G へと更新されるものとし, 設計者は報酬 t を獲得出来るものとする.

b)最適報酬契約設計問題

検査者により検査結果 m_b が報告されたとき，設計者は常に修正作業を実施する場合を考えよう．この条件式は

$$t - c_r > 0 \quad (3.3)$$

で与えられる．この条件下において，設計者，検査者の努力水準 i, j を選択する場合の期待効用はそれぞれ

$$\pi_e(e, i) = t - (1 - ep)iqc_r - c(e) \quad (3.4)$$

$$\pi_i(e, i) = \{1 - (1 - ep)iq\}v + (1 - ep)iqw - d(i) \quad (3.5)$$

で表される．ここで，設計者，検査者の最適な行動 (e^*, i^*) をナッシュ均衡解として，

$$e^* = \arg \max_{e \in \{0,1\}} \pi_e(e, i^*) \quad (3.6)$$

$$i^* = \arg \max_{i \in \{0,1\}} \pi_i(e^*, i) \quad (3.7)$$

で表そう．このとき， $(e^*, i^*) = (1,1)$ がナッシュ均衡解となる条件式は，

$$pqc_r > c \quad (3.8)$$

$$\bar{p}q(w - v) > d \quad (3.9)$$

で与えられる． c_r は前節で述べたように，必ずしも小さいものではない．以下では(3.8)が常に満たすものとして分析を進める．(3.8), (3.9)を満たす条件下において， $(e^*, i^*) = (0,0)$ はナッシュ均衡解ではなく， $(e^*, i^*) = (1,1)$ が唯一のナッシュ均衡解となることが示される．条件式(3.9)は，公共主体が報酬を設計する上で考慮すべき検査者の誘引両立制約である．

次に，公共主体は設計者，検査者の参加制約として，

$$\pi_e(1,1) \geq 0 \quad (3.10)$$

$$\pi_i(1,1) \geq 0 \quad (3.11)$$

を考慮する必要がある。さらに、検査者に支払う報酬に関する検査費用補償制約として、

$$v - d \geq 0 \quad (3.12)$$

$$w - d \geq 0 \quad (3.13)$$

を考慮する。これらの条件を課さない状況下では、検査者が検査時に努力をして検査結果 m_ϕ を報告した場合に、検査者の利得が非正となる状況が発生するが、この状況は社会的に受け入れ難い。そのため、公共主体は検査費用補償制約を考慮するものと仮定しよう。また、これらの制約条件の形式は、有限責任制約として既存の文献では知られているが、本研究の文脈上、検査費用補償制約と呼ぶこととする。

設計者、検査者が努力水準 $(e, i) = (1, 1)$ を選択した場合の公共主体が支払う総報酬額 $B(1, 1)$ は、

$$B(1, 1) = t + (1 - \bar{p}q)v + \bar{p}qw \quad (3.14)$$

で表されるため、公共主体の最適報酬契約設計問題は下記のように表される。

$$\begin{aligned} [P1] \quad & \min_{t, v, w} B(1, 1) \\ & s.t. (3.8), (3.9), (3.10), (3.11), (3.12), \text{ and } (3.13) \end{aligned}$$

これを解くと、最適報酬契約 $(t_1^*, v_1^*, w_1^*) = \left(\bar{p}qc_r + c, d, d + \frac{\bar{p}q}{d} \right)$ が導出される。なお、条件式(3.9), (3.10), (3.11)が拘束する。このとき、 $w_1^* > v_1^*$ が成立する。すなわち、不備を見つけた検査者の利得を大きくするような仕組み（例えば、直接的な金銭補償や不備を見つけた検査者が次回の設計照査の競争入札時に優遇されるような制度など）を構築する必要性があることを示唆している。

(4) 結託の発生メカニズムと最適報酬設計問題

a) モデルの前提条件

前章では、公共主体は検査者が獲得した設計図書の質に関する情報を公共主

体も観察可能であることを仮定した。しかし、現実的には、公共主体は検査者が選択した努力水準や獲得した設計図書の質に関する情報を観察可能ではない。本章では、公共主体は検査者が報告した検査結果のみ観察可能な状況を考える。その上で、上記の四つの結託を防止する条件を考慮した設計者、検査者の報酬契約を分析する。

設計者、検査者間の結託の発生タイミングを含んだモデルの論理的順序結託 [T2] は下記の通りである。ただし、下記で導出する結託防止契約の下では、どのタイプの結託も均衡解において発生することはない。図 3-3-2 は、本章のモデルの論理的順序の概略図を示したものである。

1. 公共主体は設計者及び検査者を選択し、それぞれ契約を締結する。
2. 結託 a が発生する。
3. 設計者は設計時の努力水準 ($e \in \{0,1\}$) を選択し、設計図書を作成する。
4. 結託 b , c が発生する。
5. 検査者は作成された設計図書を受け取り、検査時の努力水準 ($i \in \{0,1\}$) を選択し、設計図書の質に関する情報 ($n_s \in \{n_\phi, n_b\}$) を獲得する。
6. 検査者が情報 n_b を獲得した場合、結託 d が発生する。
7. 検査者は公共主体に検査結果 ($m_s \in \{m_\phi, m_b\}$) を報告する。
8. 公共主体は検査結果 m_s に応じて、設計者、検査者に対して報酬を支払う。

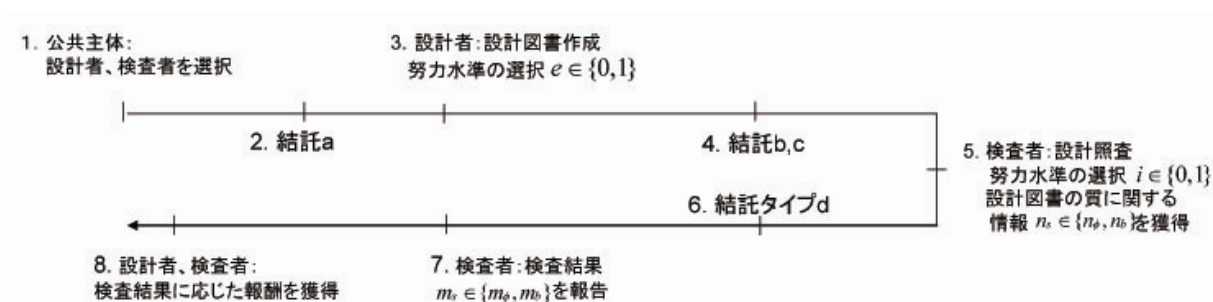


図 3-4-1 結託の可能性を考慮したモデルの論理的順序

b) 結託防止条件を考慮した最適報酬契約設計問題

公共主体は上記で定式化した結託防止条件を含めて、設計者、検査者の最適報酬を設計する。なお、結託 a 、結託 b 及び c 、結託 d が発生しない条件、結託

防止条件 a , bc , d はそれぞれ下記のように表される。(紙面の都合上, 結託防止条件の導出過程は省略する.)

$$\bar{p}q(w-v)-d \geq \bar{p}qc_r+c \quad (3.15)$$

$$w-v \geq c_r + \frac{\bar{p}q}{d} \quad (3.16)$$

$$w-v \geq c_r \quad (3.17)$$

その最適報酬設計問題は下記のように定式化される.

$$\begin{aligned} [P2] \quad & \min_{t,v,w} B(1,1) \\ & s.t.(3.8),(3.9),(3.10),(3.11),(3.12),(3.13),(3.15),(3.16)and(3.17) \end{aligned}$$

これを解くと, $(t_2^*, v_2^*, w_2^*) = \left(\bar{p}qc_r + c, d, d + c_r + \frac{c+d}{\bar{p}q} \right)$ が導出される. このとき, $t_1^* = t_2^*$, $v_1^* = v_2^*$, $w_1^* < w_2^*$ が成立し, 拘束する条件式は(3.9), (3.10), (3.12), (3.15) で与えられる. 基本モデルで拘束した検査者の誘引両立制約は拘束せず, 代わりに検査者の結託防止条件 a が拘束することが分かる. 公共主体は, 検査機関が不備を見つけた場合には, 最低限の費用補償 d にさらに追加的な報酬として, $c_r + \frac{c+d}{\bar{p}q}$ を支払う必要があり, その額はモラルハザードのみを考慮した場合

と比較してより大きくする必要があることが分かる. また, 追加的な報酬の第一項である c_r に関して, これは修正費用だけでなく, 不備のある設計図書を作成したことが社会的に暴露されうることによる罰則や評判損失に伴う費用であることを既に記載した. ここでは外生変数として取り扱っているものの, この費用が大きいほど, 検査者が不備を見つけた場合に支払うべき報酬額が増加することは, 留意する必要がある. Kofman(1993)らがはじめて指摘したように, agent(本モデルにおける設計者)への厳し過ぎる罰則は結託を防ぐために検査者に支払う費用と相殺される. これは, 不備を含む設計図書を作成した設計者に対する厳しい罰則(入札時の指名停止等)は, 設計者と検査者の間の結託が発生しやすい状況を作り出すため, 必ずしも有効でないことを示唆している.

c) 検査機関の選択のタイミングとその効果

上記の分析により, 設計図書の作成以前の段階で, 当該設計図書を合格させるよう設計者と検査者が結託する可能性により, 結託が存在しない状況下と比

較して、公共主体はより多くの報酬を検査者に支払う必要性があることが示された。

本来、設計者と検査者の関係が顔の見えない関係であれば結託が発生することはない。そのため、結託を防ぐために競争入札の結果を公開しない等の規制を考えることも可能である。しかし、入札に参加したが落札出来なかった業者にその落選を通達しないことは難しく、結果、業界内のネットワークにより誰が落札者かを非公開にすることは難しいと考えられる。以下では、公共主体が検査者に対して支払う報酬を抑えるための枠組みとして、情報公開のタイミングではなく、検査者の入札のタイミングの問題に着目し、設計者が設計図書を作成した後に設計者を選択する場合について分析する。具体的には、設計者が設計図書を作成した後に検査者を選択することで報酬設計にどのような影響があるかを明らかにする。本章で分析するモデルの論理的時間順序 [T3] は下記の通りである。図 3-4-1 はモデルの論理的順序をまとめたものである。

1. 公共主体は設計者を選択し、契約を締結する。
2. 設計者は設計時の努力水準 ($e \in \{0,1\}$) を選択し、設計図書を作成する。
3. 公共主体は検査者を選択し、契約を締結する。
4. 結託 b, c が発生する。
5. 検査者は作成された設計図書を受け取り、検査時の努力水準 ($i \in \{0,1\}$) を選択し、設計図書の質に関する情報 ($n_s \in \{n_\phi, n_b\}$) を獲得する。
6. 結託 d が発生する。
7. 検査者は公共主体に検査結果 ($m_s \in \{m_\phi, m_b\}$) を報告する。
8. 公共主体は検査結果 m_s に応じて、設計者、検査者それぞれに報酬を支払う。

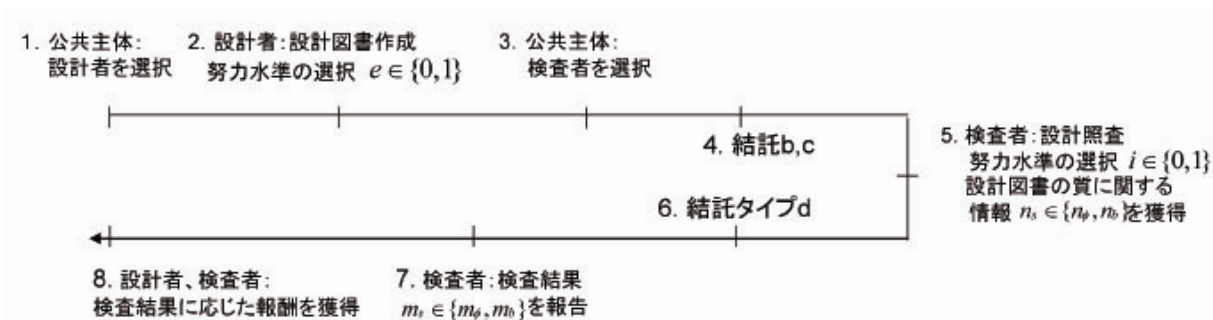


図 3-4-2 モデルの論理的順序 (検査者の選択タイミングの変更)

d) 検査者の選択タイミングの変更の効果

このとき、公共主体の最適報酬設計問題は、

$$[P3] \quad \min_{t,v,w} B(1,1) \\ s.t.(3.8),(3.9),(3.10),(3.11),(3.12),(3.13),(3.16) \text{ and } (3.17)$$

で与えられる。これを解くと、最適報酬契約に関して

$$(t_3^*, v_3^*, w_3^*) = \left(\bar{p}qc_r + c, d, d + c_r + \frac{d}{\bar{p}q} \right) \text{ が導出される。なお、条件式(3.10), (3.12),$$

(3.16)が拘束する。すなわち、結託防止条件 bc は拘束されるが、結託防止条件 d や誘引両立条件は拘束しない。これは設計者が設計図書を作成した後に発生する設計者、検査者間の結託が問題視されることとなる。さらに、上記で導出された最適報酬に関しては、下記の命題が成立する。

命題

タイミング $[T3]$ の方が $[T2]$ より、設計者、検査者に支払われる総報酬額(エージェンシー費用)は小さい

本命題の証明は $t_2^* = t_3^*, v_2^* = v_3^*, w_2^* > w_3^* (> w_1^*)$ より明らかである。この結果は、設計者と検査者を同時に選択する場合と設計者が設計図書を作成した後に検査者を選択する場合では、後者の方が結託が発生しにくい状況であり、それを防ぐための費用も小さくて済むことを示唆している。

4. おわりに

安全・安心な都市社会を形成するためには、その都市形成に関わる数多くの利害関係者のインセンティブと適切な制度を設計することは必要不可欠である。本稿では、設計照査の委託を対象に、公共主体、設計者、検査者の三者間のインセンティブと階層性に着目した上で、契約理論を用いて、設計者と検査者が引き起こすモラルハザード、結託を防ぐ枠組みについて分析を行った。設計図書の作成以前の段階で当該設計図書を合格させるよう設計者と検査者が賄賂契約を結ぶ結託(結託 a)が最も危惧すべき結託である点、公共主体は設計

者と検査者を同時に競争入札等により選択するのではなく、設計者が設計図書を作成した後に検査者を選択することで、結託 a が発生しにくい状況を作り出すことが可能となる点を示した点は、本モデルから得られた帰結として現実社会に適応する上でも一考する余地があるだろう。

ただし、本研究で得られた結論は筆者らが仮定した状況下で得られたものであることは注意が必要である。本研究では、不備を含む設計図書が検査を通過する4つのタイプの結託を想定したが、設計者が不備を含んだ設計図書を意図的に作成し、検査者に伝えてその不備を報告させ、検査者が得た報酬を逆にキックバックさせるタイプの結託も発生しうる。この結託は、実際に不備のある設計図書が検査を通過するわけではないので、問題の重要性は上記の4種類の結託とは性質が異なるものの、検査費用の増加を招きかねない問題である。二社に設計図書の照査を委託するモデルも含めて、今後さらなる検討が必要だろう。

また、実際の公共工事においては施工者からの指摘により設計図書の不備が見つかる例も少なくない。本研究においては、公共主体、設計者、検査者のインセンティブの観点から最適契約の導出を行ったが、構造物の品質を考える上で施工者のインセンティブの問題も欠かすことは出来ない。さらに、本研究では入札制度については深く触れていないが、設計者、施工者、さらに検査者をどのような入札制度のもとで選択するべきかに関しても報酬体系と共に議論される必要がある。また、検査者が引き起こしうるモラルハザードや結託等の違法行為に対して、罰則ではなく追加的な報酬で対応することに関しては、社会的に受け入れがたいかもしれない。直接的な金銭報酬だけでなく、検査者のランク制度や検査実績に伴う指名競争入札制度など、不備の発見が評価される社会制度は幾つか考えられる。本研究では一回限りの検査委託を対象に分析を行ったが、複数回の検査委託、検査の需給を考慮した制度設計を検討する必要がある。これらは今後の課題である。

最後に、賞罰システムの導入に伴う否定的側面についてもさらなる見当が必要である。例えば、藤井³¹⁾は、法的な賞罰システムの導入の否定的効果として、過去の研究事例から、内発的動機の低減／駆逐効果、倫理的フレームから取引的フレームへの意思決定フレーム変遷効果、トリレンマ問題の誘発効果の三点を挙げており、法律の導入や運用にあたっては、既に存在している社会的規範と調和する必要性があることを指摘している。公共機関と民間機関では、

支配している行動規範が異なるため、検査の適切性を確保するための方策は異なる。民間に検査を委ねていく中で、実務者の心的影響を踏まえた上で制度を構築する必要がある。

これらは今後の課題であるが、安全・安心な都市社会の形成のための社会制度設計への理解を深めるという点において、本稿が一躍を担うのであればそれは筆者の本望とするところである。

参考文献

- 1) 建設省：「平成7年阪神・淡路大震災建築震災調査委員会中間報告」，神戸市中央区一部の建物の悉皆調査，1995年。
- 2) 建設省，「建設白書」，1994年版。
- 3) 朝日新聞，1996年2月3日。
- 4) 震災復興の歩み，一産業と都市の再生一，長岡 豊 編，知碩書院，pp.171-202, 1998.
- 5) 国土交通省：「建築物の安全性確保のための建築行政のあり方について」答申，平成18年8月31日。
- 6) Hanifi Binici: March 12 and June 6, 2005 Bingol-Karlioiva earthquakes and the damages caused by the material quality and low workmanship in the recent earthquakes, *Engineering Failure Analysis*, 14, pp.233-238, 2007.
- 7) 毎日新聞，2008年5月14日。
- 8) 朝日新聞，2008年5月27日。
- 9) Leonard W. King: *The Code of Hammurabi*, Kesseinger Publishing, 2004.
- 10) Pitchik, C., Schotter, A.: Honesty in a Model of Strategic Information Transmission, *The American Economic Review*, Vol.77, No.5, pp.1032-1036, 1987.
- 11) Darby, M.R. and Kari, E. : Credence goods and fraudulent experts, *RAND Journal of Political Economics*, Vol.844, No.1, pp.107-119, 1997.
- 12) 山岸俊男：信頼の構造－こころと社会の進化ゲーム－，東京大学出版会，1998.
- 13) Leland, H.E. : Quacks, Lemons, and Licensing ; A Theory of Minimum Quality Standards, *Journal of Political Economy*, Vol.87, pp.1328-1346, 1979.
- 14) Shapiro, C.: Investment, Moral Hazard, and Occupational Licensing, *The Review of Economic Studies*, Vol.53, No.5, pp.843-862, 1986.
- 15) Braian W. Mayhew, Auditor Reputaion Building, *Journal of Accounting Research*,

- Vol.39, No.3, pp.599-617, 2001.
- 16) Shapiro, C.: Premiums for High Quality Products as Returns to Reputations, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.98, pp.659-679, 1983.
 - 17) A Shaked and J. Sutton: Imperfect Information, perceived quality and the formation of professional groups, *Journal of Economic Theory*, vol.27, pp.170-181, 1982.
 - 18) David M. Kreps, and Robert Wilson: Reputation and Imperfect Information, *Journal of Economic Theory*, Vol.27, pp.253-279, 1982.
 - 19) Allen, F.: Reputation and Product Quality, *Rand Journal of Economics*, Vol.15, pp. 311-327, 1984.
 - 20) Grossman, S.J., The Informational Role of Warranties and Private Disclosure about Product Quality, *Journal of Law and Economics*, Vol.24, No.3, pp.461-483, 1981.
 - 21) Emons, W.: Warranties, Moral Hazard, and Lemons Problem, *Journal of Economic Theory*, Vol.46, pp.16-33, 1988.
 - 22) 大西正光, 小林潔司, 大本俊彦: 建設契約における瑕疵責任ルール, 土木計画学論文集, Vol.20, no.1, 2003.
 - 23) R.H. Kraakman, Gatekeepers: The Anatomy of a Third-Party Enforcement Strategy, *Journal of Law, Economics, and Organization*, Vol.2, No.1, pp.53-104, 1986.
 - 24) V.G. Narayanan, An Analysis of Auditor Liability Rules, *Journal of Accounting Research*, Vol.32, pp.39-59, 1994.
 - 25) S.Pae, S.Yoo, Strategic Interaction in Auditing, An Analysis of Auditors' Legal Liability, Internal Control System Quality, and Audit Effort, *Journal of Accounting Review*, Vol.76, pp.333-356, 2001.
 - 26) Alfred E., and Andreas L.: Limited Liability and Imperfect Information -On the Existence of Safety Equilibria Under Products Liability Law, *European Journal of Law and Economics*, Vol.5, pp.153-165, 1998.
 - 27) 日経コンストラクション, 「民間活用が広げる土木の可能性」, 2007年5月25日号, pp.48-49.
 - 28) J.Tirole, Hierarchies and Bureaucracies: On the Role of Collusion in Organizations, *Journal of Law, Economics and Organizations*, 2, pp.181-214, 1986.
 - 29) Kofman, F. and J.Lawarree: Collusion hierarchical agency, *Econometrica*, Vol.61, pp.629-656, 1993.
 - 30) Mehmet Bac and Serkan Kucuksenel: Two Types of Collusion in a Model of Hierarchical Agency, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, Vol.127(2), pp.262-276, June, 2006.
 - 31) 山本顯治(編): 紛争と対話, 法動態学叢書・水平的秩序 4, pp.23-53, 2007.