

需要予測に対する信頼回復の制度設計*
*Mechanism Design for Rebuilding Credibility of Demand Forecast **

福本潤也**

By Jun-ya FUKUMOTO**

1. はじめに

土木計画学では、交通分野を中心に需要予測についての膨大な研究が行われてきた。社会基盤施設に対して、将来どれほどの需要が発生するかを、現実のデータをもとに定量的に推測するための方法論の構築とその標準化^{1),2)}が図られ、社会基盤施設をめぐる意思決定や合意形成の場面において様々な形で用いられてきた。需要予測は、土木計画学が生み出してきた最も重要な研究成果の一つであるといっても過言ではなからう。

しかしながら、最近では、需要予測の社会的意義が大きく揺らぎ始めている。長期にわたる景気低迷や財政逼迫のなかで、公共事業を所掌する行政が自分達の利権を失わないために無駄な公共事業を推進しているとの批判の声が急激に高まった。マスコミ等は、90年代以降に供用開始された社会基盤施設の多くにおいて、事後的に観測された需要が事前に推計された需要を大きく下回っていることを盛んに報道した。結果、行政が実施する需要予測に対し、事業実施を正当化するために過大な予測結果を算出しているのではないかと疑念が集まることになった³⁾。そもそも需要予測とは、将来に発生しうる需要を前もって推し量る行為であり、その正否は時間が経過しないかぎり決して判明しない性質を有する。したがって、需要予測が社会的意思決定プロセスのなかで有効に機能するかどうかは、分析結果の公表時点において、人々が公表された分析結果を信用するかどうか依存する。需要予測のこうした側面を踏まえると、上述の疑念は需要予測の有用性を根底から揺さぶる危険性すらあるといえる。土木計画学において決して無視することのできない問題であり、土木学会誌上で特集が組まれるなど既に大きな関心を集めている⁴⁾。

この問題に対し、筆者らは需要予測ならびに事業評価の分析結果の恣意的な操作を未然に防ぐための

制度設計に関する研究に取り組んできた⁵⁾⁻⁹⁾。ここでは、需要予測や事業評価の詳細な分析内容を分析に携わった分析者以外の人間が理解することは困難であるとの意味で情報の非対称性が存在する点に着目した。問題の本質を分析者に情報の非対称性を利用して機会主義的な行動を採る誘因（インセンティブ）が生じるモラル・ハザードととらえ、契約の経済理論¹⁰⁾⁻¹⁷⁾の分野で蓄積されてきた理論枠組みを援用することで、需要予測の分析者に正しい分析結果を公表するインセンティブを与える制度についての検討を加えてきた。複数の制度を提案したうえで、分析結果の恣意的な操作（マニピュレーション）を抑止する制度としての有効性やそれら制度の社会的受容性についても考察してきた。

残念ながら、筆者らの先行研究は、昨今の需要予測問題に対して即座に適用可能な有効な解答を提示しているわけではない。しかし、先行研究が土木計画学の意義をも揺るがしうる大きな問題に対していち早く取り組み、需要予測を含む計画プロセスにともなう情報の非対称性への対処という点でいくつかの有益な知見を導き出しているのも事実である。また、今後、これまでの計画プロセスがいかなる形で見直されていくにせよ、国民と行政の間に情報の非対称性が依然として残るのは避けがたく、そうした非対称性に伴って生じる社会的信頼の喪失や社会厚生上の損失を未然に防ぐ必要性が大きいのも事実である。本稿では、以上の議論を踏まえ、筆者らのこれまでの研究を整理して紹介するとともに、需要予測プロセスの特徴と発展可能性をより正確に踏まえたうえで今後求められる制度設計の方向性や可能性について展望することを試みる。

本稿の構成は次のとおりである。2.では需要予測の役割について議論する。3.では分析結果の恣意的な操作を抑止するために考案された複数の制度を紹介し、それぞれの意義と限界を比較検討する。4.では3.で紹介した制度のなかでも特に有効と考えられる監査制度についての議論を深め、マニュアル化といった技術的方策との関係についても検討する。5.では、需要予測を含む計画プロセスが見直されていく可能性を踏まえたうえで、需要予測に

*キーワード: 需要予測, 制度設計, 契約理論

**正員 工博 東北大学大学院情報科学研究科

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06

TEL&FAX: 022-975-7504

e-mail: fukumoto@plan.civil.tohoku.ac.jp

対する信頼回復のために求められる制度設計の方向性について展望しながら、本稿を総括する。

2. 需要予測の役割と制度設計

(1) 社会基盤施設整備の依頼人＝代理人関係

公共財としての性質を有する社会基盤施設は、市場メカニズムを通じては十分に供給されないため、公的メカニズムを通じて供給される必要がある。その際に最も大きな役割を果たすのが公共事業を所掌する行政である。現在の政治経済システムでは、依頼人としての国民から代理人としての行政に対し、社会基盤施設の計画や実施に関する業務が委託されているとみなすことができる。実際、行政は、事業代替案の設計、代替案の評価、実施代替案の決定、事業の実施や監督といった一連のプロセスの各段階において主要な役割を担っている。

ただし、行政は社会基盤施設整備に伴う様々な権限を与えられる一方で、様々な義務も負わされている点に注意しなければならない。例えば、行政は法令や規則、社会慣習を通じて確立された各種手続きを遵守しなければならない。社会基盤施設整備のために付与された権限や予算を適切に行使しなければならない。社会基盤施設の整備にあたっては、社会厚生向上に寄与するよう効率的に行わなければならない。また、自らが推進する社会基盤施設整備の妥当性を国民に対して十分に説明しなければならない。公共政策を担う行政が負うべき義務や責任に関しては、近年、アカウンタビリティ論として盛んに議論がなされている¹⁸⁾。本稿では、この点について深く議論するつもりはないが、一言でまとめれば、行政が合理的（＝目的合理的かつ手続合理的）な社会基盤施設整備を行う義務を負わされていると考える。

(2) 目的合理性と需要予測

需要予測は、行政が、社会厚生を向上させるとの意味で目的合理的な社会基盤施設整備を行っていく際に重要な役割を担っている。

プロジェクト・サイクルが長期間に及び、ひとたび整備されるとその後の転用が一般に困難である社会基盤施設を新たに建設する場合、複数の代替案を用意したうえでそれらの中から最も社会的に望ましい代替案を選択する作業が重要になってくる。筆者らは、土木計画学における実証的なモデル分析の意義と限界について、システムズ・アナリシスの分析枠組みから捉えたことがある¹⁹⁾。そこでは、「土木計画学における（行動）モデル作成／活用の標準的

な流れ」を、以下の7段階のステップからなる流れとして整理した。

Step 1 行動主体の選好および選択行動の定式化

Step 2 主体間相互作用の定式化

Step 3 Step 1 と Step 2 で定式化された理論モデルを同定するためのモデルの定式化

Step 4 Step 3 で定式化されたモデルを同定するための統計情報の収集

Step 5 Step 4 の統計情報に基づく、Step 3 で定式化されたモデルの同定

Step 6 政策代替案の影響の予測

Step 7 政策代替案の評価

筆者らは先行研究において、Step 6 で需要予測が、Step 7 で費用便益分析や財務分析が実施されることを念頭に置き議論を展開した。上述の「モデル作成／活用の流れ」に従えば、需要予測とは Step 7 で社会的に望ましい代替案を選別する前段において求められる分析といえる。

ただし、上述の「モデル作成／活用の流れ」はあくまで標準的なものであり、これを見直すことで目的合理的な社会基盤施設整備のために需要予測が果たすべきその他の役割を指摘することができる。ここでは、次の2つの役割だけ指摘しておこう。第一は、行動主体の選択行動をコーディネートする役割である。Step 6 や Step 7 で算出された分析結果は、一般に何らかの形で情報公開されるが、ここで公開された情報が行動主体の選択行動に影響を及ぼす可能性がある。具体例として、新たな鉄道が敷設される状況を考えてみればよい。この場合、将来の需要見通しによって沿線への商業施設の立地が変化する一方で、沿線への商業施設の立地によって将来の需要が変化する可能性がある。商業施設の立地と需要は戦略的補完関係²⁰⁾にあると考えられることから、複数の均衡が存在し、それぞれの均衡のもとで実現する社会厚生が大きさが異なる可能性がありうる。この場合、需要予測の分析結果を情報公開することで、行動主体の期待への影響を通じて実現する均衡や社会厚生に何らかの影響を及ぼすことができる可能性がある。需要予測には、複数均衡の中から社会的に望ましい均衡が実現するよう働きかける手段としての役割があるといえる。

第二は、将来のオプションを評価するために必要な分析としての役割である。上述の「モデル作成／活用の流れ」の Step 7 では、計画時点における事業代替案の選択問題を念頭に置いていた。しかし、最近では土木計画学の分野でも、リアル・オプション理論²¹⁾の発展などとともに、将来時点において採り

うる選択肢（オプション）まで含めて通時的に最適な意思決定を行う分析枠組みの開発が進められている²²⁾。需要予測には、こうしたアプローチを適用する前段において、予測リスクを表現する手段としての役割があるといえる。

（３）手続的合理性と需要予測

行政は、自らが推進する社会基盤施設整備の妥当性を国民に対して説明する必要がある。需要予測の分析結果は、国民の興味関心が高いこともあり、手続合理的な社会基盤施設整備を行っていくうえで重要な役割を担っている。

行政が説明責任を負う理由は大きく分けて２つある。第一は、国民の「知る権利」を満たすためである。近年の公共事業批判に至った一つの理由に、十分な情報公開が行われないままに公共事業が推進されてきたと国民が認識している点がある。ある政策の是非の評価に際して、その政策がもたらす帰結のみに基づいて評価する立場が帰結主義と呼ばれるのに対し、帰結のみならず帰結をもたらす手続きや機会の多様性などの帰結以外の情報も考慮して評価する立場は非帰結主義と呼ばれる。需要予測の分析結果の公表は、非帰結主義の立場から、非常に重要であると判断される。

第二は、行政の活動を監視するためである。行政は社会厚生を向上させるべく社会基盤施設整備を行う義務を負っているが、必ずしもその通りに行動するとは限らない。行政学や公共選択論の分野で指摘されてきたとおり²³⁾⁻²⁵⁾、行政組織に予算獲得や裁量権確保を目的として行動するインセンティブが働き、社会厚生の向上につながらない社会基盤施設整備が行われる可能性がある。また、プロフェッショナリズムに裏打ちされて、社会厚生を向上させるべく行動しようとする行政組織であったとしても、結果的に社会厚生を低下させる行動を採ってしまう可能性がある。例えば、自組織の事業拡大の便益がその機会費用より小さいにも関わらず、誤った信念を有している状況を想定してみればよい。機会費用は他の行政組織や民間組織で活用された場合に生み出される最大の便益を意味しているので、個別の行政組織が誤った信念を有する状況は一般的に生じていると予想される。そして、こうした状況では、社会厚生の向上に必ずしも十分につながらない社会基盤施設整備が行われてしまう。以上の議論からは、需要予測の分析結果の公表を通じた国民による監視の強化には、行政による目的合理的な社会基盤施設整備を誘導する役割があるといえる。

（４）需要予測の制度設計

これまで見てきたとおり、需要予測には多様な役割がある。需要予測の制度設計とは、需要予測がそれぞれの役割を適切に担い、社会基盤施設整備に関わる計画プロセスが有効に機能するような制度を考案していくことといえよう。

需要予測が多様な役割を有する以上、どの役割に着目するかで考案されるべき制度も異なってくると予想される。ただし、いかなる役割であるにせよ、公表される分析結果が人々の信頼を得るものでないならば、需要予測が計画プロセスのなかで有効に機能することはないと予想される。わが国の行財政制度全般に対する信頼の低さについては様々な見解があるが²⁶⁾、需要予測に対する信頼の形成を阻害している最大の要因は、国民の「分析結果の改竄あるいは一部隠蔽が行われているのではないか」との疑念であり、そうした疑念に対する憤りであると考えられる²⁷⁾。次章では、分析結果の改竄を未然に抑止することで需要予測に対する信頼回復を図る制度について検討する。

３．需要予測のマニピュレーション抑止制度：複数制度の比較

（１）予測の契約理論

需要予測の分析内容の詳細を分析に携わった分析者以外の人々が理解することは一般に容易ではない。行政が社会基盤施設整備を推進したい場合、あるいは需要予測に伴う作業労力を軽減したい場合、分析内容の理解をめぐって生じる情報の非対称性を利用して分析結果を恣意的に操作するインセンティブが生じる可能性がある。

契約の経済理論¹⁰⁾⁻¹⁷⁾では、プリンシパル・エージェント・モデル（依頼人＝代理人モデル）に関する研究蓄積がある。そこでは、業務の受託者である代理人が委託者である依頼人に対して情報優位の立場にある状況が想定され、代理人の行動をコントロールするために依頼人がいかなる内容の契約を設計すべきかとの問題意識から分析が進められてきた。契約の経済理論の研究成果は、税制度、規制制度、入札制度、政治過程、金融契約、競争政策、地方財政制度、所有権構造など非常に多岐にわたる問題に適用されている²⁸⁾。

予測に伴って生じる情報の非対称性問題に契約理論を適用した研究事例もいくつか存在する。例えば、Osband²⁹⁾とLawrence³⁰⁾は、依頼人が代理人の予測業務への努力水準と予測能力を観察できないとの意味でモラルハザードと逆選択の２つの問題が混在して

いるケースについて分析している。Osband が、分析者への報酬を事後的に判明した予測精度に連動させることで代理人から正直な報告を引き出す契約について分析しているのに対し、Lawrence は分析者への報酬を予測結果に基づいて行われたプロジェクトの事後的な価値に連動させることで代理人から正直な報告を引き出す契約について分析している。また、筆者ら⁵⁾⁻⁶⁾は、Osband と Lawrence が共通して想定した状況では、彼らが用いた契約以外には代理人から正直な分析結果の報告を引き出せないことを明らかにしている。

需要予測をめぐる依頼人と代理人関係については彼らが想定した状況以外にも様々な可能性がありうる。いかなる状況を想定するかで、設計すべき契約の内容も当然のことながら異なってくる。筆者らは先行研究⁸⁾において、様々な状況を想定したうえで複数のマニピュレーション抑止制度を考案し、それぞれの優劣について比較検討した。以下、その概略を簡単に紹介しよう。

(2) 例題：道路投資・需要予測問題

複数のマニピュレーション抑止制度を比較検討するにあたり、以下の道路投資・需要予測問題を例題として取り上げる（適宜、図-1 を参照されたい）。分析対象となるのは一本の道路投資問題であり、道路利用者の需要関数が

$$q = a(\bar{p} - p) \quad (1)$$

で表されるものとする。ただし、 q は需要量、 p ($\leq \bar{p}$) は一般化費用、 $\bar{p}$ と a はパラメータである。パラメータ a は二値確率変数であり、 $a = \underline{a}$ または $a = \bar{a}$ のいずれかの値をとるものとする（ただし、 $0 < \underline{a} < \bar{a}$ ）。道路利用者の消費者余剰は

$$B(p, a) \equiv \frac{a}{2}(\bar{p} - p)^2 \quad (2)$$

と表される。ここで、道路の一般化費用を $\bar{p}$ から p へ変更する道路投資問題を考えてみる。投資費用は

$$C_I(p) \equiv \frac{b}{3}(\bar{p} - p)^3 \quad (3)$$

と表されるものとする（ただし、 b はパラメータ）。

以上の道路投資問題において、国民が分析者に需要予測を委託し、分析者から報告された分析結果に基づいて投資水準を決定する状況を想定してみる。ここでは分析で得られる情報は $\underline{d}$ もしくは $\bar{d}$ の2種類のいずれかであり、パラメータ a と分析で得られる情報 d の同時生起確率が表-1 で表されるものと

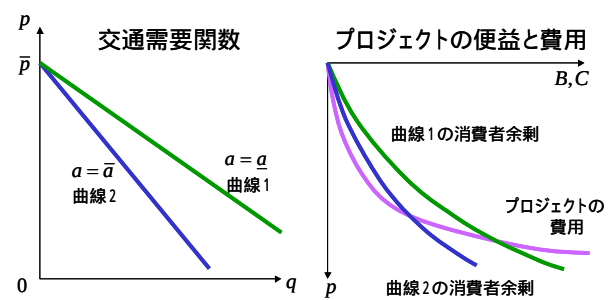


図-1 道路投資問題

表-1 需要予測の分析精度

	$\underline{d}$	$\bar{d}$
$\underline{a}$	$\frac{1 + \kappa\theta}{4}$	$\frac{1 - \kappa\theta}{4}$
$\bar{a}$	$\frac{1 - \kappa\theta}{4}$	$\frac{1 + \kappa\theta}{4}$

する。ただし、 $\theta \in [0, 1/\kappa]$ は分析水準を表す変数、 $\kappa \geq 1$ は分析者の能力を表すパラメータである。分析者にとって水準 θ の分析に要する費用は

$$C_S(\theta) \equiv c\theta^2 \quad (4)$$

で表されるものとする（ただし、 $c > 0$ はパラメータ）。

国民は分析者に需要予測を委託する代価として報酬を支払うものとする。報酬が予測結果の当否などによって変化する可能性を考慮するため、ここでは確率変数 ω で表す。この時、分析者の期待効用が

$$E_\omega[u(\omega)] - C_S(\theta) \quad (5)$$

と表される。ただし、 $E_X[\cdot]$ は確率変数 X に関する期待値オペレータ、 $u(\omega)$ は危険回避的な効用関数である。分析者が国民から予測業務を受託するのは、期待効用が留保水準 $\underline{U}$ を上回る場合、すなわち参加制約条件

$$E_\omega[u(\omega)] - C_S(\theta) \geq \underline{U} \quad (6)$$

が満たされる場合であるとする。

(3) 情報の非対称性

以上の道路投資・需要予測問題において、国民は分析者が実施した分析水準ならびに分析を通じて観測した情報を観測できないとの意味で情報の非対称性が存在するものとする。分析者は、この情報の非対称性を利用することで、国民に対して需要予測の分析結果（分析水準 θ および分析で得る情報 d ）に関して偽った報告を行うことが可能になる。本章では、分析者が国民に対して誤った分析結果を伝える

ことを需要予測のマニピュレーションと定義する．
以下では，国民にとって最も望ましい需要予測と道路投資が実施されるために設計されるべき制度（契約）について議論する．

（４）情報が対称のケース

まず，情報の非対称性が存在せず，分析者が実施した分析水準と分析で得た情報を国民が観察可能かつ立証可能な状況での最適な契約を導出しておく．

分析で得られた情報に応じて最適道路投資水準が異なってくる．分析者が水準 θ の分析を行った場合に，国民が道路整備から享受する期待社会的純便益は

$$ESNB^*(\theta) \equiv E_d[\max_p \{E_a[B(p, a) | \theta, d] - C_I(p)\}] \quad (7)$$

と表される．

ここで，国民が期待社会的厚生（＝「期待社会的純便益」－「分析者に対する報酬支払いの期待値」）を最大化すべく，分析者に対して，分析水準と予測業務に対する報酬を書き込んだ契約を提示するものとする．国民にとって最も望ましい契約内容は，最適化問題

$$\max_{\theta \in [0, 1/\kappa], \omega} ESNB^*(\theta) - E_\omega[\omega] \quad (8)$$

$$s.t. \quad E_\omega[u(\omega)] - C_S(\theta) \geq \underline{U} \quad (9)$$

の解として定義される．式(8)は国民の目的関数，式(9)は分析者の参加制約条件である．この問題の解として，分析者に対する最適報酬

$$\omega^* \equiv \varphi(c(\theta^*)^3) \quad (10)$$

が求められる（ただし， $\varphi(u)$ は $u(\omega)$ の逆関数）．情報の非対称性が存在しない場合，分析者に対する報酬は確定的になり，分析者は予測に起因するリスクを全く負担しない．

（５）情報が非対称のケース

以下，分析水準と分析で得られる情報が国民にとって観察不可能との意味で情報の非対称性が存在する状況において，国民が分析者によるマニピュレーションを未然に抑止するために設けるべき制度に関して６個の代替案を提示する．

a) リスク負担制度

リスク負担制度では，分析者に支払う報酬を事後的に実現する状態に連動させることで，分析者に予測に起因するリスクの一部を負担させる．報酬を適切に設計することで，分析者に質の高い分析を行うインセンティブと分析結果を正直に報告するインセンティブが与えられる．

事後的に状態 a が実現した場合に，予測結果の報告段階において水準 θ の分析を通して情報 d を得たと報告した分析者に事後的に支払う報酬を $\omega(a | \theta, d)$ で表すと，リスク負担制度のもとでの契約内容は次の最適契約問題の解として定義される．

$$\max_{\theta \in [0, 1/\kappa], \omega(a | \theta, d)} ESNB^*(\theta) - E_d[E_a[\omega(a | \theta, d)]] \quad (11)$$

s.t.

$$E_d[E_a[u(\omega(a | \theta, d)) | \theta, d]] - C_S(\theta) \geq \underline{U} \quad (12)$$

$$E_d[E_a[u(\omega(a | \theta, d)) | \theta, d]] - C_S(\theta) \geq E_d[E_a[u(\omega(a | \theta', d)) | \theta', d]] - C_S(\theta') \quad \forall \theta' \in [0, 1/\kappa] \quad (13)$$

$$E_a[u(\omega(a | \theta, d)) | \theta, d] \geq E_a[u(\omega(a | \theta', d')) | \theta, d] \quad \forall d' \in \{\underline{d}, \bar{d}\}, \forall \theta' \in [0, 1/\kappa] \quad (14)$$

式(12)は分析者の参加制約条件，式(13)は分析水準の選択に関する誘因整合性条件，式(14)は分析結果の正直な報告に関する誘因整合性条件である．この最適化問題の解は，

$$\omega(a | \theta, d) \equiv rB(p^*(\theta, d), a) + s \quad (15)$$

もしくは

$$\omega(a | \theta, d) \equiv r \log q(a | \theta, d) + s \quad (16)$$

のいずれかで表される必要があることが既に証明されている⁵⁾．ただし， r と s はパラメータ， $p^*(\theta, d)$ は水準 θ の分析で情報 d を得た場合の最適投資水準， $q(a | \theta, d)$ は水準 θ の分析で情報 d を得た場合の状態 a の予測確率である．式(15)では分析者への報酬が事後的な社会的純便益に比例することを，式(16)は分析者への報酬が事後的に判明した需要の事前予測確率に比例することを意味している．

b) 有限責任制度

リスク負担制度では，式(15)や式(16)から分かるとおり，分析者が事後的に得る報酬がマイナスになる，すなわちペナルティが課される可能性がある．しかし，需要予測が外れたからといって分析者がペナルティを課されるような制度が社会的に受容されるとは考えにくい．何らかの形でペナルティが課されるとしても，ペナルティの大きさは法的ルールなどで一定水準以下に制約されていると考えられる．そこで，分析者の有限責任を考慮したマニピュレーション抑止制度を有限責任制度と呼ぶことにする．有限責任制度のもとで分析者に対して提示すべき契約内容は，式(11)-(14)の最適化問題に有限責任制約^{31),32)}（破産制約）

$$\omega(a | \theta, d) \geq -L \quad \forall d \in \{\underline{d}, \bar{d}\}, \forall a \in [\underline{a}, \bar{a}] \quad (17)$$

（ただし， $L \geq 0$ はパラメータ）を追加した最適契約問題の解として定義される．

c) トーナメント制度

社会基盤施設整備の需要予測において、景気動向は事後的な予測の当否に大きな影響を及ぼす。景気動向は需要予測に大きな影響を及ぼすリスク要因である。リスク負担制度のもとでは、危険回避的な分析者に景気変動に起因する予測リスクの一部が課される。ただし、社会基盤施設整備の需要予測では一般に外生的なシナリオとして扱われることが多く、個々の分析者に景気変動リスクを負担させることが効率的であるかどうかは疑わしい。

景気変動のような複数のプロジェクトに共通したリスクについては、複数の需要予測のパフォーマンスを相対評価することで、ある程度取り除くことができる。契約の経済理論では、相対評価に基づくメカニズムは、ランク・オーダー・トーナメントと呼ばれている³³⁾⁻³⁵⁾。ランク・オーダー・トーナメントのアイデアに基づくマニピュレーション抑止制度をトーナメント制度と呼ぶことにする。

トーナメント制度では、2つの社会基盤施設が同時に整備されている状況を想定し、それぞれの需要予測を2人の分析者に別々に委託するものとする。そして、事後的に判明した状態についての事前予測確率が高い分析者に対しては報酬 $\omega^H \equiv \varphi(u^H)$ を支払い、それ以外の場合には報酬 $\omega^L \equiv \varphi(u^L)$ を支払う契約を考える。ただし、 u^H と u^L は $u^H \geq u^L$ を満たすパラメータである。

d) 繰り返し取引き制度

需要予測の分析者は一般に繰り返し業務に携わっている。予測業務の発注者も、個々の需要予測のパフォーマンスに応じて報酬を変化させるといったことはせず、分析者が過去に実施した需要予測のパフォーマンスを総合的に斟酌して当該分析者に新たな業務を発注するかどうかの意思決定を行っていると思なせる。こうした状況は、国民と分析者の間で繰り返しゲームが行われている状況とみなすことができる。実際、一回限りの取引が行われる状況から繰り返し取引が行われる状況へと変化することで、効率的な均衡状態が実現する可能性が高まることが知られている³⁶⁾。予測業務をめぐる取引が繰り返し行われる状況でのマニピュレーション抑止制度を繰り返し取引き制度と呼ぶことにする。

繰り返し取引き制度では、各時点において、 n 個の社会基盤施設整備事業が実施されている状況を想定し、それぞれの需要予測を一人の分析者に委託するものとする。そして、トリガー条件

$$\left| ESNB^*(\tilde{\theta}) - \frac{1}{n} \sum_{i \in \{1, \dots, n\}} [B(p^*(\tilde{\theta}, \tilde{d}_i), a_i) - C_i(p^*(\tilde{\theta}, \tilde{d}_i))] \right| < Tr \quad (18)$$

が満たされる場合には次期以降も予測業務を委託し、満たされない場合には次期以降は予測業務の委託を取りやめる契約を考える。ただし、 $\tilde{\theta}$ は契約で指定する分析水準、 $\tilde{d}_i$ は分析者が報告してくる情報、 $p^*(\tilde{\theta}, \tilde{d}_i)$ は水準 $\tilde{\theta}$ の分析で情報 $\tilde{d}_i$ を得た場合の最適投資水準、 $Tr > 0$ はパラメータである。

e) 再交渉制度

社会基盤施設整備では、需要予測を実施してから施設供用後の需要が明らかになるまでに相当な期間を要することが少なくない。そのため、需要予測の分析結果が報告された後の段階で、分析内容が適切であるかどうかを確認する作業が行われる可能性が存在する。このような状況では、事前に結ばれた契約内容の見直しも同時に行われる可能性がありうる。契約の経済理論では事後的な契約内容の見直しを再交渉と呼んでいる。ここでは、事前にリスク負担制度に従った契約が取り交わされ、分析結果の報告後に契約内容の見直しが行われる制度を再交渉制度と呼ぶことにする。再交渉制度のもとでは、国民が分析者から報告された分析内容を確認した後に、リスク負担制度のもとでの契約で定められた報酬から定額報酬

$$\bar{\omega}(d) \equiv \varphi(E_a[u(\omega(a|\theta, d)) | \theta, d]) \quad (19)$$

に変更するよう分析者と再交渉を行うものとする³⁷⁾。

f) 監査制度

需要予測の分析内容を分析に携わった分析者以外の人間が理解することは一般に困難である。しかし、一定の費用さえ負担すれば、分析者が誤った分析内容を報告したり、誤った分析手順を採用していないか、第三者機関などが監査することは可能であるかもしれない。分析者の虚偽報告に対してペナルティを課すことで、マニピュレーションを未然に防ぐことが可能になると予想される。事後的な監査を利用したマニピュレーション抑止制度を監査制度と呼ぶことにする。

監査制度では、国民から監査機関に対して、分析者によるマニピュレーションの有無についての監査を委託するものとする。監査機関は、分析者がマニピュレーションを行った場合に確率 $f \in [0, 1]$ でマニピュレーションを発見する。ただし、発見確率は監査に投入する労力を増やすことで変化させることが可能であるものとする。マニピュレーションが発見された場合、国民は分析者に対してペナルティ $F \leq \bar{F}$ を課すものとする。また、監査機関と分析者が結託してマニピュレーションの事実を隠蔽することはないものとする。

表-2 マニピュレーション抑止制度の比較

	リスク負担制度	有限責任制度	トーナメント制度	繰返し取引き制度	再交渉制度	監査制度
期待社会的厚生 (リスク負担制度との比較)	-	リスク負担制度 より常に小	?	?	リスク負担制度 より常に大	?
ファーストベスト との一致条件	一致しない	一致しない	最適分析水準にて 情報と将来事象が 一対一に対応	・各時点の事業数が 十分に大きい ・時間選好率が1に 十分に近い	一致しない	一致しない
分析者の期待効用	留保効用水準 に一致	留保効用水準 より大	留保効用水準 に一致	留保効用水準 より大	留保効用水準 に一致	留保効用水準 に一致
分析者の効用が留保効用 水準を下回る可能性	あり	なし	あり	なし	あり	なし
分析者が負担する リスク*	リスクⅠ+リスクⅡ	リスクⅠ+リスクⅡ	リスクⅠ	リスクⅠ+リスクⅡ	リスクⅠ	なし
分析者の効用の 確定段階	事後状態の判明後	事後状態の判明後	事後状態の判明後	予測業務受託段階**	予測結果の報告後	予測業務受託段階
制度を支える前提条件 (リスク負担制度との比較)	-	-	類似した事業が 複数実施される	複数の事業が 毎期実施される	国民が必要予測の 分析内容を確認可能	虚偽報告を発見する 監査機関の存在

* リスクⅠ：分析で得られる情報に関するリスク，リスクⅡ：将来実現する状態に関するリスク

** ただし，次期の効用は事後状態の判明後に確定する．

(6) 考察：複数制度の比較検討

以上，マニピュレーション抑止制度として，リスク負担制度，有限責任制度，トーナメント制度，繰返し取引き制度，再交渉制度，監査制度の6つを取り上げた．詳細については省略したが，それぞれの制度の性質は表-2のとおり整理される．

6つの制度を理論的観点から比較すると，期待社会的厚生に関して，「有限責任制度<リスク負担制度<再交渉制度」という優越関係が成立すること，ならびにトーナメント制度と繰返し取引き制度については，一定の条件のもとで情報の非対称性が存在しない場合に実現する最適投資・需要予測水準を実現できることが確認される．それ以外の点については理論的に明快な結果が得られないため，実証的に更なる検討を加えていかなければならない．

ただし，現実のマニピュレーション抑止制度を検討していく場合には，制度の社会的受容性や適用可能性がより重要な要因になるであろう．表-2には，それらに関わる項目として，分析者の期待効用，分析者の効用が留保効用水準を下回る可能性，分析者が負担するリスク，分析者の効用確定段階，制度支える前提条件，の5項目も整理されている．本章で取り上げた道路投資・需要予測問題はモラルハザードモデルの一種であるが，代表的な教科書¹⁰⁾⁻¹⁶⁾で最初に取り上げられる標準的なモデルと比較すると，エージェントである分析者が分析を通じて得る情報に関するリスク(リスクⅠ)と将来実現する状態に関するリスク(リスクⅡ)の二種類に直面している点に特徴がある(標準的なモデルではリスクⅠのみ)．そして，分析者が将来実現する状態に関するリスクを負担する場合には，状態が判明しないかぎり，最終的な効用が確定しない性質を有する．社会基盤施設整備では，需要予測の実施から施設の供用開始ま

でに長期間を有することが少なくない．この点を踏まえると，分析者がリスクⅡを負担する制度の適用可能性は低くなると考えられる．また，分析者の事後的な効用水準が留保効用水準を下回る可能性があるような制度も社会的に受容されるとは考えにくい．こうした点を踏まえると，監査制度の適用可能性が最も高いと考えられる．

また，監査制度は本章の分析では考慮されなかった別の理由からも適用可能性が高いと考えられる．それは，行政組織固有のインセンティブを考慮しやすい点である．例えば，Tirole³⁸⁾は，行政組織には民間組織と比較して契約の経済理論から導かれる金銭的メカニズムを適用することが困難であり，役人のキャリアへの関心や使命感が重要であると指摘している．また，Brehmら³⁹⁾は，行政組織のインセンティブを考える場合には，エージェントとしての行政が情報の非対称性を利用して自らに都合の良い政策を実現しようとする問題を分析しなければならないと指摘している．本章で取り上げた6つの制度のうち，監査制度はTiroleやBrehmらが指摘した行政組織固有のインセンティブ問題にも適用しやすいが，それ以外の5つは基本的に契約の経済理論で標準的に取り扱われてきた金銭的メカニズムの範疇に属するため適用しにくいと考えられる．

以上の議論から，需要予測のマニピュレーション抑止制度として監査制度が有望であると考えられる．ただし，監査制度が有効に機能するかどうかは，監査費用の大小のほかに，本章では考慮しなかった分析者と監査機関の結託可能性などにも依存する．そこで，次章では監査制度に着目し，上述の行政組織固有のインセンティブ構造に注意しながら需要予測のマニピュレーション抑止問題への適用可能性について検討する．

4. 監査制度とマニュアル化の役割

(1) 監査制度と結託問題

契約の経済理論^{10)–17)}では、依頼人と代理人に監査機関を加えた3層モデルに関する研究が進められてきた。3層モデルの研究では、監査する側(監査機関)と監査される側(代理人)の間で結託が生じ、監査が有効に機能しない可能性を考慮しながら最適な制度(契約)を模索する研究プログラムが進められてきた。最も重要な貢献は Tirole⁴⁰⁾であり、ある一定の条件のもとで最適な監査制度のもとでは(結託防止契約に議論を限定可能であるとの意味で)結託が生じないとの結論が導かれている。しかし、現実には様々な場面で結託が見られるのも事実であり、その後の研究では、上述のある一定の条件のうち、いかなる条件が緩和されると最適監査制度のもとでも結託が許容されてしまうのかとの視点から分析が進められている^{41)–46)}。また、監査機関を含めた組織構造に着目し、複数の監査機関を利用する場合^{47),48)}や複数タイプの監査機関を利用する場合⁴⁹⁾についても分析が進められている。

(2) モデル

本章では、以下、3層モデルに需要予測や事業評価における分析結果のマニピュレーションの特徴を取り入れた筆者らの先行研究^{7),9)}のうち、最も単純化した分析結果を紹介したい。

a) プレイヤーの定義

モデルに登場するのは、国民、分析者、監査機関の三主体である。国民は、分析者に対して需要予測と費用便益分析を行わせ、分析結果に従って社会基盤施設を整備させる主体である。監査機関は国民の委託を受けて分析者が需要予測の分析結果のマニピュレーションを行っていないか監査する主体である。

b) プロジェクトの定義

社会基盤施設整備の代替案のいずれかを選択する状況を想定する。それぞれの代替案を $a_i \in \{a_1, a_2\}$ で表す。各代替案を実施した場合に実現する需要と社会的純便益は将来の社会経済状況によって変化するものと仮定する。社会経済状況については二種類あるものとし、それぞれの状態を $s_j \in \{s_1, s_2\}$ で表す。状態 j が実現する確率を q_j で表す。代替案1を実施した場合、状態1のもとで需要 D_1 が発生し、状態2のもとで需要 D_2 が発生するものとする。一方、代替案2を実施した場合、状態1のもとで需要 D_2 が発生し、状態2のもとで需要 D_1 が発生するものとする。需要 D_1 が発生する場合の社会的純便益が B_1 、需要

D_2 が発生する場合の社会的純便益が B_2 で表されるものとし、社会的純便益と状態の実現確率について、

$$\Delta B \equiv B_1 - B_2 \geq 0 \quad (20)$$

$$\Delta q \equiv q_1 - q_2 \geq 0 \Leftrightarrow 0.5 \leq q_1 \leq 1 \quad (21)$$

が成立するものとする。それぞれの代替案を実施した場合の期待社会的純便益が

$$EB(a_1) \equiv q_1 B_1 + q_2 B_2 \quad (22)$$

$$EB(a_2) \equiv q_1 B_2 + q_2 B_1 \quad (23)$$

と表され、

$$\Delta EB \equiv EB(a_1) - EB(a_2) \geq 0 \quad (24)$$

が成立するため、国民にとっては代替案1の方が望ましい。一方、分析者は代替案 i を実施することで私的利益 R_i を得るものとする。さらに、

$$\Delta R \equiv R_2 - R_1 \geq 0 \quad (25)$$

が成立し、分析者は代替案2の実施を常に望んでいるものとする。この仮定は Tirole³⁸⁾や Brehm ら³⁹⁾が指摘した行政のインセンティブ構造を反映したものである。

ここで、国民は代替案 a_1 と a_2 のいずれの期待社会的純便益が大きいか知らないものとする。国民は分析者に需要予測と費用便益分析を行わせた後に予測・評価結果を公表させ、期待社会的純便益の大きな代替案を実施させるものとする。また、分析者に私的利益の大きな代替案を実施すべく予測・評価結果のマニピュレーションを行うインセンティブが働いていることも知っており、マニピュレーションを防ぐために監査を委託するものとする。

c) 予測モデルの定義

分析者は需要予測を行い、予測結果に基づいて各代替案を実施した場合の社会的純便益を算出する。分析者が利用可能な予測モデルは2種類あるものとする。それぞれのモデルを $m_k \in \{m_1, m_2\}$ で表す。ここでのモデルの違いは、理論的枠組みの違いのほか、説明変数の違い、原単位パラメータの違い、パラメータ推定に用いるデータの違い、などと解釈することができる。

ここで、予測モデルは将来の需要を常に正しく予測できるわけではないとする(表-3 参照)。例えば、モデル1は、確率 $(p_1 + p_2)$ で「代替案1を実施した場合に確率 q_1 および q_2 で需要 D_1 および D_2 が発生し、代替案2を実施した場合に確率 q_1 および q_2 で需要 D_2 および D_1 が発生する」と正しく予測するものの、確率 $(p_3 + p_4)$ で「代替案1を実施した場合に確率 q_1 および q_2 で需要 D_2 および D_1 が発生し、代替案2を

表-3 各ケースの実現確率

	m_2 (正)	m_2 (誤)
m_1 (正)	[ケース 1] p_1	[ケース 2] p_2
m_1 (誤)	[ケース 3] p_3	[ケース 4] p_4

実施した場合に確率 q_1 および q_2 で需要 D_1 および D_2 が発生する」と誤って予測するものとする。モデル 2 については確率 $(p_1 + p_3)$ で正しく予測するものの、確率 $(p_2 + p_4)$ で誤って予測するものとする。両方のモデルが正しく予測する場合をケース 1、モデル 1 のみが正しく予測する場合をケース 2、モデル 2 のみが正しく予測する場合をケース 3、両方のモデルが誤って予測する場合をケース 4 と呼ぶ。ケース $l \in \{1, 2, 3, 4\}$ が実現する確率は p_l ($p_l \in [0, 1]$, $\sum p_l = 1$) で表されるものとする。

予測モデルの信頼性を表す確率 $\{p_l\}$ は共有知識⁵⁰⁾ であると仮定する。また、需要予測や事業評価に携わってきた経験を有する分析者と監査機関は、2つのモデルを用いて分析を行った後ならびに監査を実施した後に、ケース 1 からケース 4 のいずれのケースが実現しているかを知ることができるものとする。

d) マニピュレーションの定義

分析者は、モデル 1 とモデル 2 の両方を用いて 2つの予測・評価結果を算出し、そこから 1つだけ予測・評価結果を選んで国民に報告するものとする。現実の需要予測でも定式化やデータの加工方法を工夫しながら多数の分析を行った後で、一部の結果のみを報告書などの形に整理していることから、ここでの想定は妥当なものであると考えられる。

予測・評価結果の報告に基づいて期待社会的純便益が大きい方の代替案が実施されるものとする。ケース 1 とケース 4 では、2つのモデルのいずれの予測・評価結果が報告されたとしても実施される代替案は変わらない。一方、ケース 2 とケース 3 では、いずれの予測・評価結果が報告されるかで実施される代替案も異なる。分析者の私的利益について $R_2 \geq R_1$ が成立するため、分析者にケース 2 ではモデル 2 の予測・評価結果を報告するインセンティブが、ケース 3 ではモデル 1 を用いた予測・評価結果を報告するインセンティブが働く。本章では、分析者が自らにとって都合の良い予測・評価結果を意図的に報告する行為をマニピュレーションと定義する。

e) 需要予測への信頼

国民が「分析者が予測・評価結果のマニピュレーションを行っているのではないか」との疑念を強く

抱く場合、2つの代替案のいずれを実施することにも反対する可能性があるものとする。ここでは、需要予測への信頼をパラメータ s ($0 \leq s \leq 1$) で表し、確率 s で公表された予測・評価結果に基づいていずれかの代替案が実施に移され、確率 $1-s$ で 2つの代替案のいずれも実施されないと仮定する。

f) 監査機関の定義

監査機関として、分析者と同一の組織に属する内部監査機関を想定する。監査機関は、様々な内部情報を利用することが可能であり、監査費用を必要としないものとする。分析者がマニピュレーションを行っている場合、監査機関は一定確率 r でそれを発見するものとする。ただし、分析者と同一組織に所属することから、監査機関には、組織防衛や自己保身のために分析者と別契約を結び、分析者にとって都合の悪い監査結果（すなわち、マニピュレーションの発見）を隠匿するインセンティブが働く。マニピュレーションが明らかにされた場合、分析者に対してペナルティ f (ただし、 $0 \leq f \leq \bar{f}$) が課されるものとする。ペナルティは金銭的な場合もあれば非金銭的な場合もあり、ここでは、ペナルティのうち $0 \leq \kappa \leq 1$ の割合だけがペナルティ収入として国民の利得に加えられるものとする。また、恣意的操作を発見した監査機関に対しては、国民から報酬 t (ただし、 $0 \leq t \leq \bar{t}$) が支払われるものとする。ペナルティの上限 $\bar{f}$ と監査機関に対する報酬の上限 $\bar{t}$ は行財政制度全般のルールとして外生的に与えられているものとする。

g) 利得の定義

国民の利得は整備された社会基盤施設から享受する社会的純便益と分析者からのペナルティ収入に等しいものとする。需要予測への信頼が低く、いずれの代替案も実施されない場合における国民の利得はゼロであるとする。

分析者の利得は事業実施による私的利益、事業実施後に得る評判、マニピュレーションを行ったことが発見された場合に課されるペナルティの 3つによって構成されるものとする。評判については、事後的な社会的純便益が B_1 になった場合に E_1 を、 B_2 になった場合に E_2 を得るものとする（ただし、 $\Delta E \equiv E_1 - E_2 \geq 0$ ）。評判の大きさは、代替案選択を合理的に行ったかどうかではなく、事後的に高い社会的純便益を実現したかどうかで決まるものとする。マスコミ等の報道がもたらす評判効果を念頭に置いている。需要予測への信頼が低く、いずれの代替案も実施されない場合、分析者の私的利益と評判はゼロであるとする。

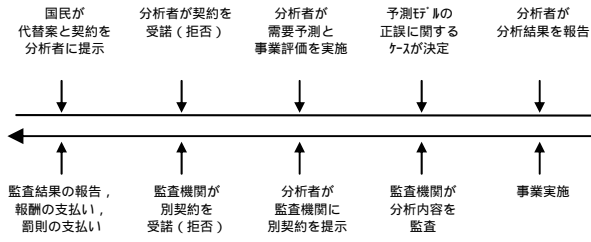


図-2 監査制度のタイミング

以上の準備のもと、「ケース1において分析者がモデル k の予測・評価結果を報告し、代替案 i が実施に移され、監査機関によって恣意的操作が発見されずに事後状態 j が実現した場合」における国民と分析者の期待利得がそれぞれ

$$sB(i, j) \quad (26)$$

$$s[R_i + E(i, j)] \quad (27)$$

と表される。ただし、 $B(i, j)$ と $E(i, j)$ は代替案 i が実施されて状態 j が実現した場合の社会的純便益と評判であり、 $B(1,1) = B(2,2) = B_1$ 、 $B(1,2) = B(2,1) = B_2$ 、 $E(1,1) = E(2,2) = E_1$ 、 $E(1,2) = E(2,1) = E_2$ を満たす。一方、「ケース1において分析者がモデル k の予測・評価結果を報告し、代替案 i が実施に移され、監査機関によって恣意的操作を発見されて事後状態 j が実現した場合」における国民と分析者の期待利得がそれぞれ

$$sB(i, j) + \kappa f - t \quad (28)$$

$$s[R_i + E(i, j)] - f \quad (29)$$

と表される。

h) タイミング

国民、分析者、監査機関の間で行われるゲームのタイミングは図-2に示されるとおりであるとする。

(3) 最適監査制度設計問題

以上の問題設定に対し、Tirole⁴⁰⁾で示された結論がそのままあてはまる。したがって、最適監査制度の導出にあたっては、均衡において結託が生じる制度を無視することができる。結託が生じるのは、結託しない場合と比較して分析者と監査機関のそれぞれの利得が増加する場合であり、 $f - t > 0$ が成り立つ場合である。したがって、最適監査制度の導出にあたっては、 $f - t \leq 0$ を満たす制度のみ検討すればよいといえる。

以上の準備のもと、最適監査制度設計問題が次のとおり定式化される。

$$\max\{A, B\} \quad (30)$$

where

$$A = \max_{f,t} s[p_{123}EB(a_1) + p_4EB(a_2)] \quad (31)$$

$$s.t. R_1 + q_1E_1 + q_2E_2 \geq R_2 + q_1E_2 + q_1E_2 - rf,$$

$$f \leq \bar{f}, t \leq \bar{t}, t - f \geq 0$$

$$B = \max_{f,t} s[p_1EB(a_1) + p_{234}EB(a_2)] + p_{23}r(\kappa f - t) \quad (32)$$

$$s.t. R_1 + q_1E_1 + q_2E_2 \leq R_2 + q_1E_2 + q_1E_2 - rf,$$

$$f \leq \bar{f}, t \leq \bar{t}, t - f \geq 0$$

ただし、 $p_{123} \equiv p_1 + p_2 + p_3$ 、 $p_{234} \equiv p_2 + p_3 + p_4$ 、 $p_{23} \equiv p_2 + p_3$ である。式(31)はマニピュレーションが行われないケース、式(32)はマニピュレーションが行われるケースを意味している。

(4) 最適監査制度

最適監査制度は $Z \equiv \Delta R - \Delta q \Delta E$ の大きさに応じて3つのスキームに分けられる。第一のスキームは、 $Z < 0$ が成立する場合である。分析者にマニピュレーションを行うインセンティブが働かない。第二のスキームは $0 \leq Z \leq r \max\{\bar{f}, \bar{t}\}$ が成立する場合である。分析者にマニピュレーションを行うインセンティブが働くものの、国民が、

$$0 \leq Z/r \leq f \leq t \quad (33)$$

を満たすペナルティと報酬を公表することで、分析者によるマニピュレーションならびに分析者と監査機関の結託を未然に防ぐことになる。第三のスキームは、 $0 \leq r \max\{\bar{f}, \bar{t}\} \leq Z$ が成立する場合である。分析者にマニピュレーションを行うインセンティブが働き、国民にとっては監査機関を利用せず($t = f = 0$ とする)、分析者によるマニピュレーションを許容せざるを得なくなる。それぞれのスキームのもとでの国民と分析者の期待利得は、 $Z < r \max\{\bar{f}, \bar{t}\}$ が満たされる第一と第二のスキームにおいて、

$$s[p_{123}EB(a_1) + p_4EB(a_2)] \quad (34)$$

$$s[p_{123}(R_1 + q_1E_1 + q_2E_2) + p_4(R_2 + q_1E_2 + q_2E_1)] \quad (35)$$

と表され、 $r \max\{\bar{f}, \bar{t}\} \leq Z$ が満たされる第三のスキームでは、

$$s[p_1EB(a_1) + p_{234}EB(a_2)] \quad (36)$$

$$s[p_1(R_1 + q_1E_1 + q_2E_2) + p_{234}(R_2 + q_1E_2 + q_2E_1)] \quad (37)$$

と表される。以上より、監査機関がマニピュレーション抑止に有効に機能するのは、監査の発見確率、ペナルティの上限、報酬の上限の3つが十分に大きい場合であることがわかる。このうち、ペナルティの上限と報酬の上限については行財政制度全般との

ルールの整合性が求められるため、需要予測の監査制度設計の場面で変更することは容易ではないと考えられる。したがって、以上の分析結果は、需要予測に対する国民の疑念払拭には、分析者と結託するインセンティブを持つ内部監査機関の活用だけでは限界がある可能性を意味している。監査制度の実効性を高めるには、監査機関のインセンティブに十分に留意する必要がある。分析者と異なる組織に所属するなど結託の危険性が低い外部監査機関の活用（e.g. 第三者機関の活用）や需要予測の情報公開を通じた事業反対の立場を採る団体によるチェックの活用といった方策を検討していく必要がある。

（５）マニュアル化の役割

需要予測やプロジェクト評価のマニュアル化は土木計画学の研究成果を社会に還元するための重要なチャネルの一つである。マニュアル化には次のような正の効果がある。

- ・評価費用の削減
- ・監査機関の恣意的操作発見確率の向上
- ・評価手法の改善を通じた分析精度の向上
- ・適切な評価手法の適用を通じた分析精度の向上
- ・複数の手法の適用義務付けを通じたマニピュレーションの抑止
- ・予測・評価手法の標準化を通じたマニピュレーションの抑止
- ・分析の当否に関する免責領域の明確化
- ・予測・評価手法の内容の透明化を通じた予測・評価制度への社会的信頼の向上

こうした効果が監査制度の実効性といかなる関係にあるかは興味深い問題である。本章のモデルを用いることで、マニュアル化が国民の期待利得や分析者の期待利得、分析結果のマニピュレーションの抑止可能性に及ぼす影響について考察することができる。以下、新しい需要予測手法の開発やマニュアル化を通じた需要予測手法の標準化といった技術的方策と監査制度の活用という制度的方策の関係について簡単に議論しておきたい。

ここでは、上述のマニュアル化の役割のうち、２つの役割だけ取り上げたい。第一は、評価手法の改善を通じた分析精度の向上である。本章の分析枠組みでは、正しい評価結果の算出確率の増加として表現することができる。例えば、モデル１の分析精度のみの向上を p_2 の増加と p_4 の減少として、モデル２の分析精度のみの向上を p_3 の増加と p_4 の減少として、両方のモデルの分析精度の向上を p_1 の増加と p_4 の減少として表すことができる。式(34)と式(36)

から、両方のモデルの分析精度が向上するならばマニピュレーション抑止の有無に関わらず国民の期待利得が向上するものの、一つのモデルの分析精度のみ向上する場合にはマニピュレーションが抑止されない限り、国民の期待利得が向上しないことを確認することができる。また、 $Z \equiv \Delta R - \Delta q \Delta E$ や $r \max\{\bar{f}, \bar{r}\}$ の値は変化しないため、評価手法の改善を通じた分析精度の向上はマニピュレーションの抑止可能性には何ら影響を及ぼさないことが確認される。マニピュレーションが抑止されている場合にしか、分析精度の向上が国民の期待利得の向上につながらないとの分析結果は、予測・評価手法の開発という技術的方策と最適監査制度の導入という制度的方策が補完的な関係にあることを意味している。

第二は、予測・評価手法の標準化を通じたマニピュレーションの抑止である。本章の分析枠組みでは、例えば、モデル２の利用の禁止として表すことができる。この場合の国民の期待利得は

$$s[(p_1 + p_2)EB(a_1) + (p_3 + p_4)EB(a_2)] \quad (38)$$

と表される。式(34)および式(36)と比較すると、マニュアル化を通じた手法の利用可能性の限定は、監査機関が有効に機能してマニピュレーションを未然に防いでいる場合には常に望ましくないが、マニピュレーションを未然に防ぐことができない場合には常に望ましいことが確認される。ここでの分析結果は、マニュアル化を通じた適用手法の限定という技術的方策と最適監査制度の導入という制度的方策が代替的な関係にあることを意味している。

（６）需要予測への信頼向上の影響

本章の分析枠組みでは、需要予測に対する社会的信頼の向上が、必ずしも国民の期待利得の増加につながるとは限らない。式(34)と式(36)の「」内のプロジェクトの期待社会的純便益について、

$$p_1 EB(a_1) + p_{234} EB(a_2) < 0 \quad (39)$$

$$p_{123} EB(a_1) + p_4 EB(a_2) > 0 \quad (40)$$

が満たされる場合について考えてみればよい。この場合、マニピュレーションが抑止されていないかぎり、需要予測への社会的信頼の低下が国民の期待利得の向上を引き起こすという逆説的な結果が導かれる。こうした状況は、近年の公共事業に対して投げかけられる「行政には社会的に無駄な事業であっても事業実施を正当化すべく需要予測の分析結果を恣意的に操作するインセンティブが働いている。需要予測や費用便益分析が行政活動の制御に有効に機能しない以上、社会的な非効率を是正するには公共事

業関係の予算を減らすべきである。」との批判に対応している。一方、マニピュレーションが抑止されるならば、需要予測への社会的信頼の向上は国民の期待利得の増加にもつながる。監査機関の活用等を通じたマニピュレーションの抑止には、期待社会的純便益の大きな代替案が実施される確率を大きくするという意味での正の効果と、需要予測に対する社会的信頼の向上を通じて社会的に望ましいプロジェクトの実現確率を大きくするという意味での2つの効果があるといえる。

5. おわりに

本稿では、需要予測における恣意的操作を未然に抑止するための制度設計のあり方について議論した。筆者らは、問題の本質を需要予測の分析者と国民の間に存在する情報の非対称性が引き起こすモラル・ハザード問題として捉えた。そして、契約の経済理論の分析枠組みを適用することで、恣意的操作を抑止する制度として、リスク負担制度、有限責任制度、トーナメント制度、繰返し取引制度、再交渉制度、監査制度の6つを提案し、それぞれの特徴を比較検討した。さらに、最も有用と思われる監査制度の意義と限界について考察し、監査制度の設計という制度的方策と、需要予測の分析精度の改善やマニュアル化を通じた分析手法の標準化といった技術的方策の関連について示した。

需要予測に対する信頼回復を図るアプローチには、本稿で取り上げた制度設計アプローチ以外にも複数のアプローチが存在する。需要予測に対する信頼回復が土木計画学にとって非常に重要な研究課題である以上、それぞれのアプローチについて研究を進めていく必要があると考えられる。ただし、図-3に示されるとおり、各々のアプローチは独立したものではなく、相互に関連したものでもある。需要予測を取りまく意思決定や合意形成のプロセスまで俯瞰したうえで、計画プロセスそのものの見直しを図っていくことが重要であると考えられる。本稿の土木計画学における意義は、これまで十分に上げられてこなかった制度設計アプローチから需要予測に対する信頼回復問題に取り組んだ点と、明快な理論的枠組みを用いながら信頼回復に向けた複数のアプローチの関連を示した点にあると考えられる。

ところで、近年では、需要予測に対する社会的批判を踏まえ、需要予測を含めた計画プロセスを見直していくべきとの主張がなされている。最も代表的な主張の一つは、将来予測を確定的な値ではなく確率的な幅として示すなどして、計画時点において行

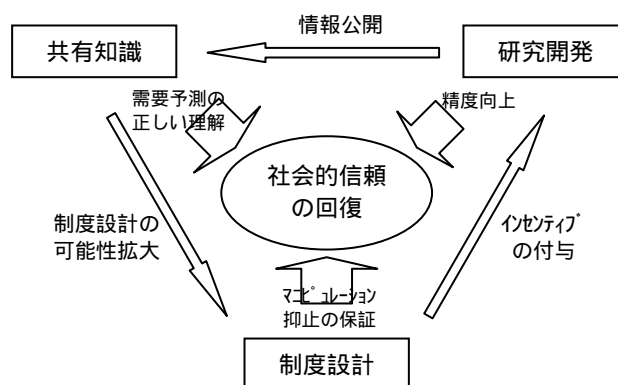


図-3 信頼回復へのアプローチ

われる需要予測が将来時点において外れる可能性をあらかじめ指摘し、事業・供用期間を通じて適切な需要マネジメントを行っていくべきとの主張であろう^{51),52)}。また、需要マネジメントの実施に際しては、計画段階において将来の可能性を可能なかぎり列挙しておき、需要が外れたことが判明した段階で採るべき対応策について事前に合意しておくことが望ましいとの主張であろう^{51),52)}。筆者は、上記主張に基本的に賛同しているが、実行可能性は必ずしも高くないとも考えている。最後に、筆者がそのように考える2つの理由に触れながら今後の研究課題について展望したい。

第一の理由は、需要予測が外れる原因となるリスク要因が多数存在し、それを予見することが非常に困難な点である。需要予測が外れる理由として、最も多く指摘されてきたのは、外生的に与えられる経済成長率の予測値と実績値の乖離であろう。右肩上がりの時代であれば、ほとんどの変数が連動していたため、比較的安定した長期トレンド（例えば、経済成長率）を適切に設定することで、それなりの精度の需要予測を行うことができたかもしれない。極端にいえば、需要構造を十分に推定しなくても長期トレンドさえ推定することができれば問題なかったといえるかもしれない。また、長期トレンドの確率分布を考慮すれば需要の不確実性も表現できたかもしれない。しかし、長期トレンドの不確実性が高まっていく一方で、社会基盤施設整備の選択と集中を通じて長期トレンドとの乖離を政策的に生み出そうとしていく今後、そうしたアプローチは不適切である。需要構造や需要の不確実性を生み出す要因についての理解を深めていくことが重要であると考えられる⁵³⁾。需要予測をめぐる研究では、計量可能なモデルの開発が求められるあまり、需要構造についての理解が十分に進められてこなかったように思われ

る。需要予測が外れる原因として、経済成長率の予測値と実績値の乖離がこれまでに最も多く指摘されてきたのも、そうした研究活動の流れの裏返しとして生じたと考えられる。筆者は、こうした状況を踏まえると、社会基盤施設に対する需要構造についての事後評価を実施していくことが、需要マネジメントといった計画プロセスの実行可能性を高めていく上で重要ではないかと考えている。また、モデルの計量可能性にとられるあまり需要構造についての理解が歪められないよう様々な理論的アイデアを敷衍しながら事後評価を実施していくことが重要であると考えている。需要構造についての事後評価は需要予測に対する信頼回復を図っていくうえでも非常に有効であろう。土木計画学において需要予測の事後評価を行った事例は多くないが⁵⁴⁾、今一度、取り組んでみるべき課題ではなかろうか。

需要マネジメントの実施が容易ではないと考える第二の理由は、社会基盤施設の計画主体や運営主体が将来採りうるオプションについて事前にコミットすることが困難であると考えられる点にある⁵⁵⁾。将来のオプションは「需要が何割過小であった場合には〇〇する」あるいは「需要が何割過大であった場合には××する」といった形で一般に記述されるであろう。しかし、需要が外れる不確実性要因は非常に多数存在するうえ、いかなる理由で需要が過小もしくは過大になったかによって事後的に採るべき政策が根本的に異なってくる可能性がある（例えば、家計の選好が誤って推定された場合と行政の努力が不十分であり質の低い施設が建設された場合を想定されたい）。残念ながら、「〇〇する」の理由で需要が何割過小であった場合には〇〇する」といったオプションを用意することはできないため、需要マネジメントの有効性には一定の留保をつけざるを得ないと考えられる。ただし、これまでは需要をマネジメントしていかうという発想が不足していたのは事実であり、そうしたアプローチが今後必要になってくると考えられているのも事実である。そうした点を踏まえると、需要マネジメントの実施を支援する制度を検討していくべきではないかと考えられる。既にPFIの制度設計研究⁵⁶⁾として行われている。ただし、PFIで取り扱われているが社会基盤施設が全体の一部に過ぎないのも事実である。社会基盤施設整備では、今後も行政が大きな役割を占めなければならないと考えられる。行政と国民を基本的なプレイヤーとするゲームにおいて、適切な需要マネジメントが実施されるために求められる制度について検討していくことの意義は非常に大きいと考えられる。

謝辞

土木計画学研究小委員会には、招待講演という大変に名誉な機会を与えていただきました。本稿は三菱総合研究所 土谷和之研究員との共同研究の延長に位置するものであり、同研究員からはこれまでに有益なご支援をいただきました。東京大学大学院 清水英範教授と上田孝行教授には、これまでの研究活動を通じて多大なるご教示をいただきました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 土木学会 編著：交通需要予測ハンドブック，技報堂，1981.
- 2) 土木計画学研究委員会・交通需要予測技術見当小委員会 編：道路交通需要予測の理論と適用 第I編 利用者均衡配分の適用に向けて，土木学会，2003.
- 3) 猪瀬直樹：道路の権力，文芸春秋，2003.
- 4) 特集：交通需要予測，土木学会誌，Vol.88，No.7，2003.
- 5) 福本潤也：最適契約として捉えたインフラプロジェクトの事前評価と事後評価，地域学研究，Vol.33，No.3，pp.103-121，2003.
- 6) 福本潤也・土谷和之：需要予測におけるマニピュレーション抑止の制度設計に関する研究，土木学会論文集，No.772/IV-65，pp.97-114，2004.
- 7) 福本潤也・土谷和之：プロジェクト評価の監査制度に関する研究，土木学会論文集，No.772/IV-65，pp.79-95，2004.
- 8) 福本潤也：需要予測におけるマニピュレーション抑止制度の比較分析，土木計画学研究・論文集，2005.
- 9) 福本潤也：プロジェクト評価におけるマニュアル化の意義，土木計画学研究・論文集，2005.
- 10) Salanie, B.: *The Economics of Contracts*, MIT Press, 1997, 細江守紀，三浦功，堀宣昭訳：契約の経済学，勁草書房，2000.
- 11) Wolfstetter, E.: *Topics in Microeconomics: Industrial Organization, Auctions, and Incentives*, Cambridge University Press, 2000.
- 12) Laffont, J.-J. and Martimort, D.: *The Theory of Incentives: The Principal-Agent Model*, Princeton, 2002.
- 13) Macho-Stadler, I. and Perez-Castrillo, J.D.: *An Introduction to the Economics of Information*, Oxford University Press, 2001.
- 14) Laffont, J.-J.: *The Economics of Uncertainty and Information*, MIT Press, 1989, 佐藤公敏訳：不確実性と情報の経済学，東洋経済新報社，1992.
- 15) 伊藤秀史：契約の経済理論，有斐閣，2003.
- 16) 細江守紀：不確実性と情報の経済分析，九州大学出版会，1987.
- 17) 細江守紀：情報とインセンティブの経済学，九州大学出版会，2005.
- 18) 例えば，山谷清志：自治体の政策責任，年報自治体学，第12号，pp.22-54，1999.
- 19) 上田孝行・福本潤也：観測・被観測関係と行動モデル，土木学会論文集，No.688/IV-53，pp.49-62，2001.
- 20) Cooper, R.W.: *Coordination Games: Complementarities and Macroeconomics*, Cambridge University Press, 1999.
- 21) 例えば，Dixit, A.K. and Pindyck, R.S.: *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, 1994.

- 22) 例えば, 赤松隆・長江剛志: 不確実性下での社会基盤投資・運用問題に対する変分不等式アプローチ, 土木学会論文集, No.765/IV-64, pp.155-171, 2004.
- 23) Niskanen, Jr. W.A.: The peculiar economics of bureaucracy, *American Economic Review*, Vol.58, pp.293-305.
- 24) Migue, J.-L. and Belanger, G.: Towards a general theory of managerial discretion, *Public Choice*, Vol.17, pp.27-43.
- 25) 角野然生・瀧澤弘和: 財政問題と官僚組織・人事システム, 青木昌彦・鶴光太郎 編著, 日本の財政改革 - 「国のかたち」をどう変えるか, 東洋経済新報社, 2004.
- 26) Pharr, S.J.: Public Trust and Democracy in Japan, In Nye, Jr., J.S., et al.: *Why People Don't Trust Government*, Harvard Univ. Press, 1997, 嶋本恵美訳, なぜ政府は信頼されないのか, 英治出版, 2002.
- 27) 藤井聡: 需要の創造 / 決意の計画, 土木学会誌, Vol.88, No.7, pp.31-33, 2003.
- 28) 伊藤秀史・小佐野広: インセンティブ設計の経済学: 契約理論の応用分析, 勁草書房, 2003.
- 29) Osband, K.: Optimal forecasting incentives, *Journal of Political Economy*, Vol.97, pp.1091-1112, 1989.
- 30) Lawrence, D.B.: *The Economic Value of Information*, Springer-Verlag, 1999.
- 31) Kim, S.K.: Limited liability and bonus contracts, *Journal of Economics and Management Strategy*, Vol.6, pp.899-913.
- 32) Park, E.-S.: Incentive contracting under limited liability, *Journal of Economics and Management Strategy*, Vol.4, pp.477-490.
- 33) Bogetoft, P.: *Non-Cooperative Planning Theory*, Springer-Verlag, 1993.
- 34) Green, J.R. and Stokey, N.L.: A comparison of tournaments and contracts, *Journal of Political Economy*, Vol.91, pp.349-364, 1983.
- 35) Lazear, E.P. and Rosen, S.: Rand-order tournaments as optimum labor contracts, *Journal of Political Economy*, Vol.89, pp.841-864.
- 36) 例えば, Axelrod, R.: *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, 1984, 松田裕之訳: つきあい方の科学, ミネルヴァ書房, 1998.
- 37) Hermalin, B.E., Katz, M.L.: Moral hazard and verifiability: the effects of renegotiation in agency, *Econometrica*, Vol.59, pp.1735-1753, 1991.
- 38) Tirole, J.: The internal organization of government, *Oxford Economic Papers*, Vol.46, pp.1-29, 1994.
- 39) Brehm, J. and Gates, S.: When supervision fails to induce compliance, *Journal of Theoretical Politics*, Vol.6, pp.323-343, 1994.
- 40) Tirole, J.: Hierarchies and bureaucracies: on the role of collusion in organizations, *Journal of Law, Economics, and Organization*, Vol.2, pp.181-214, 1986.
- 41) Tirole, J.: Collusion and the theory of organizations, Laffont, J.-J., ed., *Advances in Economics: Sixth World Congress*, Vol.II, Cambridge University Press, 1992.
- 42) Laffont, J.-J. and Martimort, D.: Collusion under asymmetric information, *Econometrica*, Vol.65, pp.875-911, 1997.
- 43) Kofman, F. and Lawarree, J.: On the optimality of allowing collusion, *Journal of Public Economics*, Vol.61, pp.383-407, 1996.
- 44) Strausz, R.: Collusion and renegotiation in a principal-supervisor-agent relationship, *Scandinavian Journal of Economics*, Vol.99, pp.497-518, 1997.
- 45) Che, Y.K.: Revolving doors and the optimal tolerance for agency collusion, *RAND Journal of Economics*, Vol.26, pp.378-397, 1995.
- 46) Itoh, H.: Coalitions, incentives, and risk sharing, *Journal of Economic Theory*, Vol.60, pp.410-427, 1993.
- 47) Laffont, J.-J. and Martimort, D.: Separation of regulators against collusive behavior, *RAND Journal of Economics*, Vol.30, pp.232-262, 1999.
- 48) Laffont, J.-J.: *Incentives and Political Economy*, Oxford University Press, 2000.
- 49) Kofman, F. and Lawarree, J.: Collusion in hierarchical agency, *Econometrica*, Vol.61, pp.629-656, 1993.
- 50) Aumann, R.J.: Agreeing to disagree, *Annals of Statistics*, Vol.4, pp.1236-1239, 1976.
- 51) 家田仁: 「需要予測」の限界性と展開ニーズ, 土木学会誌, Vol.88, No.7, pp.7-10, 2003.
- 52) 屋井鉄雄: これからの交通需要予測, 土木学会誌, Vol.88, No.7, pp.37-40, 2003.
- 53) 森川高行: 交通需要予測の技術的課題と使い方, 土木学会誌, Vol.88, No.7, pp.11-14, 2003.
- 54) 交通予測事後評価研究会: 交通計画における予測の事後評価に関する研究, トヨタ財団助成研究報告書, 1987.
- 55) Dixit, A.K.: *The Making of Economic Policy: A Transaction-Cost Politics Perspective*, The MIT Press, 1996, 北村行伸 訳, 経済政策の政治経済学: 取引費用政治学アプローチ, 日本経済新聞社.
- 56) 例えば, 大西正光・坂東弘・小林潔司: PFI 事業におけるリスク分担ルール, 都市計画学会論文集, No.38, pp.289-294, 2003.