

技術評価に関する調査と 技術評価指標選択方法開発の試み

日本大学生産工学部 高崎 英邦*¹
 ものつくり大学 北條 哲男*²
 (財)日本建設情報総合センター 鈴木 信行*³
 (株)東京建設コンサルタント 宮 亨 *⁴
 日本大学生産工学研究科 石島 一司*⁵

by H.Takasaki,T.Hojo,N.Suzuki,T.Miya,K.Ishijima

あらゆる場面で“技術評価”を行うことが求められている。公平性、説明性、客観性を持った技術評価方法を定式化することができれば、技術評価の普遍性が高まり、その信頼性や適用性はより高まると考えられる。

本論文では、以上の背景の下に、既存の技術評価の方法に関する基礎的調査、それを応用した新しい方法論としての技術評価指標の選択方法の提案を試みた。その結果、既存の技術評価方法は、個人・組織など技術評価の対象によってそれぞれ特徴を持つことがわかり、また、方法論として提案した技術評価指標選択方法は、総合評価落札方式への試行により有効であることが検証できた。

【キーワード】 技術評価方法、技術評価指標、要求事項充足、総合評価落札方式

1. 研究の背景と目的

近年、あらゆる場面で“技術評価”を行うことが求められている。たとえば、事業等の発注者は最も適切な技術を有する受注者を選択することが必要である。そのため、どの企業がどの程度の技術力を保有しているかを評価し判断する技術評価の方法は重要な課題である。すなわち、個人や企業をはじめとする組織が持つ技術力、事業やプロジェクト、さらには建設技術・R&Dなどに対して技術評価するニーズが高まってきている。

各所で独立的に技術評価方法が開発され運用されており、それぞれ特徴や独自性はあるが、一方、技術評価方法の理念・概念をはじめ、技術評価指標

の選択基準などの普遍性は乏しくならざるを得ない。したがって、公平性、説明性、客観性を持った技術評価方法を定式化することができれば、技術評価の普遍性が高まり、その信頼性や適用性はより高まると考えられる。

本論文は、以上の背景の下に、既存の技術評価の方法に関する基礎的調査と、それを応用した新しい方法論としての技術評価指標の選択方法の提案を目的とする。

まず、各所で開発運用されている既存の技術評価方法を集積し、整理分析することからその実状を把握する。ここでは、技術評価の理念・目的、技術を評価するための指標について分析する(2章)。

次に、方法論として、技術評価指標の選択法の定式化を試みる。誰のための、また何のための技術評価か、を原点に置き、技術評価の主体者は、社会また自体からの要求事項に対応した技術評価方法を開発し運用すべきであることを原則に、要求事項を収集・整理し、そして体系化を図る。次いで、先に得

*1 土木工学科 047-474-2426

takasaki@cit.nihon-u.ac.jp

*2 建設技能工芸学科

*3 建設情報研究所建設IT研究部

*4 現:(NPO)日本水フォーラム

*5 現:東京都水道局

表-1 調査した技術評価方法一覧

技術評価の対象	技術評価方法の名称	技術評価の主体者
個人	技術士 1級土木施工管理技士 土木学会認定技術者 宅地取引主任者 1級建築士	文部科学省 国土交通省 土木学会 (財)不動産適正取引推進機構 (財)建築技術教育普及センター
組織	経営事項審査 有資格業者名簿の作成に際しての資格審査 建設関係コンサルタント業務指名競争入札技術審査基準 デミング賞	国土交通省 国土交通省 国土交通省北陸地方整備局 日本科学技術連盟
入札・ 契約方式	一般競争入札 一般競争入札（総合評価方式） 総合評価方式 総合評価落札方式の性能等の評価方法について 技術者評価型プロポーザル方式 総合評価型プロポーザル方式 EVALUATION PROCEDURE, Local COMPETITIVE BIDDING (JBIC)	国土交通省 国土交通省 国土交通省 国土交通省 国土交通省 国土交通省 Japan Bank For International Cooperation(JBIC)
事業・ プロジェクト	国土交通省地方整備局工事成績評定 業務成績評定点 公共事業の事業評価(新規事業採択時評価) 公共事業の事業評価(再評価) 公共事業の事業評価(事後評価) 公共事業評価の方法に関する解説(案) 新事業の技術評価手法(事業性評価) 代替医療の化学的評価手法の開発 農薬生態毒性評価手法 環境技術評価制度(韓国) 経済産業省技術評価指針	国土交通省 国土交通省 国土交通省 国土交通省 国土交通省 公共事業システム研究会 足立芳寛、林明夫 編著 東北大学 環境省 韓国環境部 経済産業省
建設技術・ R & D	技術評価実施規定(NEDO) 建設技術審査証明 建設施工技術評価指針(試案) 科学研究費補助金の審査 土木学会 技術評価制度 建設技術の総合評価システム 建設施工技術の総合評価手法 建設分野における技術評価手法の提案	NEDO 建設技術審査証明協議会 土木学会 建設マネジメント委員会 (独)日本学術振興会 土木学会 土木学会 建設マネジメント委員会 土木学会 建設マネジメント委員会 土木学会 建設マネジメント委員会
データベース	新技術情報システム(NETIS) CORINS(工事実績情報サービス)	NETIS 国土交通省

られた技術の評価するための指標と、ここで得られた要求事項体系表を組み合わせた新しい方法論としての技術評価指標選択方法を提案する。検証として、ここで提案した方法を、公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）に基き近年導入された新しい入札・契約方式である総合評価落札方式の技術評価項に適用し、その適合性を検討してみる（3章）。

2. 既存の技術評価方法の調査分析¹⁾²⁾

(1) 調査分析の方法

調査分析の目的は、既存の技術評価方法を整理分析し、特に、技術評価の理念・目的、採択されている技術評価指標の全体像を明らかにすることにある。

表-1に示すように、土木分野を中心に既存の37

種類の技術評価方法を収集した。ただしそれぞれの技術評価の対象が異なるため、収集した技術評価方法を、個人が持つ技術の評価を対象としたもの、同様に、組織、入札・契約、事業・プロジェクト、建設技術・R & Dに区分して分析する。

分析の方法は、それぞれの技術評価方法から技術評価の理念・目的に関するキーワードを抽出し、KJ法的手法で体系化を図る。次いで、採択されている技術評価指標に関するキーワードを抽出し、同様にKJ法的手法で上述した5対象別に体系化を図る。具体的には、概念の類似したキーワードをグルーピングして共通概念のラベルで代表させ、順次大きな概念に組み上げて体系化を図る。

(2) 技術評価の理念・目的の分析

図-1は、37種類の技術評価方法のそれぞれが持

つ理念・目的、すなわち何の目的で技術評価を行っているのかを集約して整理したものである。

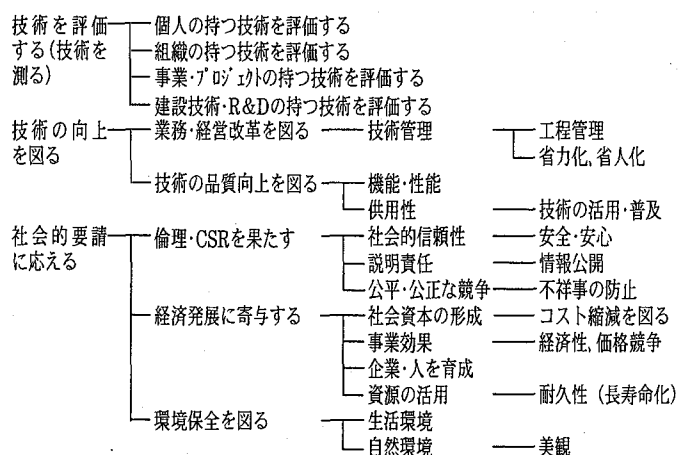


図-1 技術評価の理念・目的の分析

大きな特徴として、①技術評価は、個人が持つ技術を測ることを始め、組織、事業、建設技術などの対象に分けて多面的に評価していること、②技術を評価する直接目的は、いずれも技術の向上を図ることにあること、③社会的要請に応えるためには、技術評価の一義的目的ではないが二義的目的としてほとんどの技術評価方法の目的に挙げられており、従来の単に技術の向上を図る目的から多様化してきていることが上げられる。

(3) 技術評価の指標の分析

図-2、-3、-4、-5は、それぞれ個人、組織、事業・プロジェクト、建設技術・R&Dが持つ技術の評価指標を整理分析したものである。なお、入札・契約を対象とした技術評価指標は、個人および組織の持つ技術評価指標と近似していたため統合した。

図-2は、技術者個人が保有する技術をいかなる指標で測ろうとしているかを示したものである。基本的には、①一般知識や専門技術を中心とした知識、および②実務能力が中心で、これには管理能力と実際の経験がほとんどの技術評価方法で重んじられている。これらに続いて近年の社会情勢から、③技術者倫理感の保有も多くの技術評価方法で要請されている。④資質保有の程度も一部の技術評価方法で試みられているが、筆記、面接、実技試験等で正確に把握することは困難な一面を持つと考えられる。

図-3は、企業や団体が組織として保有する技術を評価する際の指標を整理したものである。個人と異

なって対象が組織と不定形のため測りがたい側面を持つことから、結局は①同種・類似工事の実績とその工事成績、および②技術力保有の程度が選択されている。ここで後者は、施工能力、マネジメント力、VE提案力など定性的評価にならざるを得ないものも多く、または他の指標に置き換えた間接評価指標を取らざるを得ないものも多い。例えば、品質マネジメント能力保有の程度では、ISO9001の認証取得有無に置き換えている場合などである（取得してなくても品質マネジメント力がないとは言えない）。以上を含め、組織が持つ技術を測定することは、総合評価落札方式の普及など今後ますます増加しかつ重要性を増してくると思われる。そして今後問題になってくるのは、“技術は人に属する”と考えた場合、技術者が他社に移動したり、あるいは技術者をアウトソーシングできることになれば、現行の評価指標は技術保有の程度を現しきれていないことである。

図-4は、事業ないしプロジェクトが内包する技術の評価指標を整理分析したものである。“事業評価”制度に代表されるように、①豊かさや地域振興などの社会的要請の程度や、②社会情勢を鑑みた事業の成立性に重点が置かれていることが分かる。また、③品質確保や④環境の保全性はいつの時代においても変わらぬ評価指標といえる。①では、チェックリストによる方法や定性的評価をせざるを得ない場合が多く、②では、費用便益分析手法などで定量的かつ絶対的評価が行われることが多いが、その入力値そのものには精度上問題が多いことは留意しておく必要がある³⁾⁴⁾。

図-5は、建設に関する要素技術（設計・解析手法、工法・材料レベル）が内包する技術の評価指標と、研究開発活動そのものを対象とした評価指標をまとめたものである。まず、①技術の必要性・供用性・経済性を中心とした技術の事業性・市場性の観点から評価する指標が定められ、次いで、②その技術の当該工事への適用性を、性能・機能や実績とともに評価していることが分かる。また一部の技術評価方法では、R&D活動の成果だけでなく、③研究開発プロセスの適切さを評価している例がある。これは、“品質は工程で造り込む”の生産管理の基本理念を反映しているものと考えられる。

以上の結果は、37種類の既存の技術評価方法を最

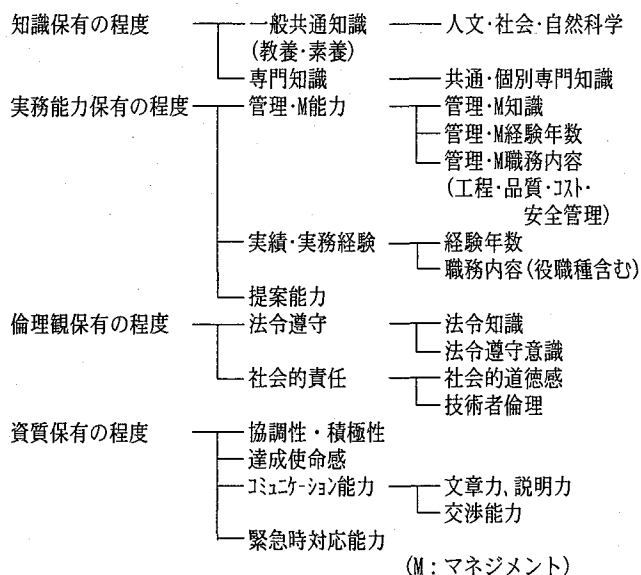


図-2 個人を対象とした技術評価指標の分析

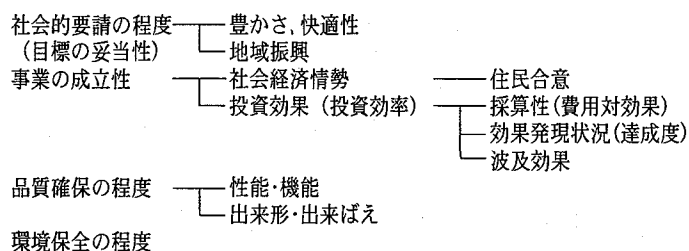


図-4 事業・プロジェクトを対象とした技術評価指標の分析

小公倍数的に整理分析したものである。それぞれの技術評価方法は、技術評価の理念・目的のもとに、その理念・目的を具現化する技術評価指標を選択していることが必要である。しかし理想的にはそうであるが、実際的には、理念・目的が抽象的過ぎて分かりにくい。また理念・目的と評価指標の関係性が不鮮明なものも多く見受けられる。さらに、直接的な評価指標による定量的評価が困難なこともあって、定性的あるいは間接的評価指標に置き換えて技術評価している例も多いことが分かった。それぞれの技術評価方法は、これらの困難性を独自の解決を図りつつ、ひとつの方法として運用している。したがって、多くの事例を分析することからそこに潜在する共通概念を抽出し、また技術評価方法開発プロセスの方法論を提出することができれば、理論的背景に基づいた技術評価の信頼性を高めていくことができると期待される。以下では、以上の背景の下に新しい技術評価指標選択方法の開発について述べる。

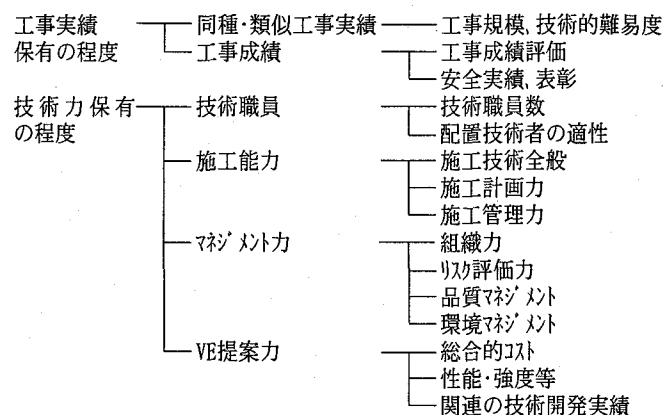


図-3 組織を対象とした技術評価指標の分析

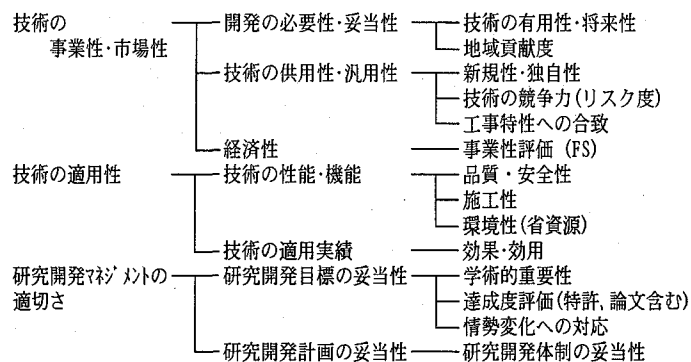


図-5 建設技術・R&Dを対象とした技術評価指標の分析

3. 方法論としての技術評価指標選択方法の開発²⁾

(1) 技術評価指標選択の基本的考え方

2章の調査分析結果から、既存の技術の評価方法の特性が、技術評価の理念・目的、評価指標の側面から明らかになった。特徴的なのは、それぞれの実施機関によって評価の理念・目的が異なっていること、また個人、組織、事業・プロジェクト、建設技術・R&Dを対象とした場合でも異なっていることである。これは、技術評価が必要なつど、評価方法が独自に開発・運用されてきたことを意味している。これは当然ともいえるが、一方、技術の評価方法定式化の原点となる共通の原理・原則を設定することができれば、それを基点に、それぞれの条件に対応するとともに、普遍的かつ客観性の高い技術の評価方法を展開できる可能性がある。

本章の目的は、技術評価の指標選択のための共通基盤となる「原則」を設定し、2章で得られた既存の方法の整理分析結果を応用しつつ、方法論として

の技術評価指標選択方法を提案することにある。そして、ここで提案するシステムを総合評価落札方式の技術評価項目（指標）と対照して、その適合性を検証してみる。

(2) 技術評価指標選択の基本となる原則の設定

基本となる原則設定に際しては、技術評価を、何のために、誰のために、何を目的に、等を明確に定義することが重要である。ここでは、“要求事項充足”の概念に立脚することにしたい。そして、高崎等⁵⁾⁶⁾が提案した、すなわち「建設プロジェクトの顧客および自体からの要求事項充足の原則」を修正して採用する。これは、建設産業に適合したプロジェクトマネジメント体系を新たに構築する際の原則としたもので、具体的に要求事項として提示されている「プロジェクト関係体と要求事項の整理・体系表」は、社会、市民、さらには受・発注者の要求事項を表しており、一般性、客観性さらには普遍性の高いものと考えられることによる。この原則を、ここで提案する技術評価指標選択の原則として適用する場合、“顧客”とは社会あるいは市民を指し、“自体”とは事業の主体者を意味する。すなわち技術評価の主体者は、顧客と自体からの要求事項を充足するように技術評価指標を選択しなければならないことになる。これは、顧客満足の概念を拡張したものといえる。

図-6左列は、参考文献5)6)のプロジェクト関係体と要求事項の整理・体系表の一部を抜粋し、時代変化を考慮して加筆修正して示したものである。すなわち、住民・国民の要求事項である環境保全・循環型社会の要求、安全・安心、さらには社会的価値を充足する必要がある、また、技術評価主体者自体の要求として、品質・仕様満足、事業費満足、工程満足、安全確保が上げられており、これらは通常の実管理事項として実施されているものである。

(3) 技術評価指標の選択方法の提案

既存の技術評価方法では、技術評価のためにどのような指標が選択されているかを2.(3)で整理した。これらは、現行で使用されている評価指標の全体像を表していると考えられる。一方、何のための、誰のための技術評価かを原点においた、すなわち技術評価に対する要求事項充足の原則を達成するための、技術評価に求められる要求事項は3.(2)(図-6左列)で得られた。

ここでは、技術評価指標を選択する際の論理性を確保するために、すなわち普遍性、客観性を担保できるように以下の手順で技術評価指標を選択する方法を考える。

Step 1 技術評価主体者による技術評価の理念・目的の明確化

Step 2 特定された理念・目的に対応する、すなわち技術評価に求められる要求事項の抽出（図-6左列の適用）

Step 3 抽出された要求事項に対応する技術評価指標の選択（図-2～5の適用）

以上の手順で適切な技術評価指標を選択するには、図-6と図-2～5の関係性を予め準備しておかねばならない。その方法としてここでは、一般化された要求事項（図-6）と一般化された技術評価指標（図-2～5）を両軸とする技術評価指標選択マトリックスを作成する。そして両軸間の関係性、すなわち重み付けの方法として、ここでは複数の有識者に両軸の交点の関係性の程度を評価してもらい、それらを総合して重みを決定する。その内の、組織が持つ技術の評価する場合について、指標を選択するための技術評価指標選択マトリックスを図-6に示す。

(4) 技術評価指標選択方法の総合評価落札方式への適用

前項では、ひとつの試みとして技術評価指標選択方法を提案した。本項では、提案した方法を総合評価落札方式に適用し、同法が採用している技術評価指標（同法では技術評価項目と称している）と対照してみる。

総合評価落札方式の背景は品確法⁷⁾であり、基本理念が第三条に明記してある。この条文を類推解釈して要求事項に置き換え、図-6の中の要求事項に対応させ、それに対応した技術評価指標を特定化し選択する（図-7参照）。なお同表には、品確法第十一条（競争参加者の技術的能力の審査）に示されている技術評価指標、および総合評価落札方式の技術評価項目と合わせて対比できるよう表示してある。

品確法第三条第1項は、公共工事の品質確保が基本理念として掲げられており、ここでの品質とはかなり広い概念で考えられているようである。そして第2項以下には、品質確保するための施策ないし手段が規程されている。図-7左列ではこれらも含めて

技術の評価指標 技術評価主体者から見た 技術に関する要求事項		技術力保有の程度					工事実績保有の程度		
		VE 提案	マネジ メント 力	施工 能力	技術 開発 力	技術 職員	工事 成績	同種・ 類似 工事 実績	
		総合 的 コスト	性能・ 強度等	施工 計画 力	関連 の技 術開 発実 績	組織 力、リ スク 評価 力	配置 技術 者の 適正	安全 実績、 表彰	工事 規模、 技術 的難 易度
顧客満足 (住民・国民)	環境保全・循環型社会	◎	○		◎				
	ミチゲーション ゼロエミッション LCA 生態系維持 環境保全								
	安全・安心	○			○				
	社会的価値	◎			◎				
	歴史・文化資産保全 事業評価 コスト削減 長寿命 豊かさ								
自体満足 (事業主体者)	品質・仕様満足		◎	◎	○	◎	◎		
	品質監視	◎							
	事業費満足			○					
	コスト削減 資産管理								
	工程満足		◎	○		◎	◎		
	使用目標		◎	○		○	◎		
	安全満足								
	無事故・無災害								
	環境保全・循環型社会								
	ゼロエミッション LCA 生態系維持 環境保全								

◎：関連性の強いもの

○：関連性があるもの

無印：関連性がないか、小さいもの

図-6 組織が持つ技術の評価指標選択マトリックス

転記したが、ただし技術以外のことは除外してある。これらの基本理念のキーワードに対応する要求事項を中列に示したが、図-6で包含的に◎○を付けたため、結果として選択した技術評価指標が多くなった感は否めない。また、同じ技術評価指標が各所で見出されることが分かる。しかし要求事項が異なっているため、技術評価指標の用語が同じであってもその細目は異なると考えられ、まずは同異語として見なしておくべきであろう。

以上、品確法を充足することを原点に 3.(3)で提案した技術評価指標選択法を適用した結果、図-7の中列に示す技術評価指標が選択された。同図最右列は、同じく品確法を基にしている総合評価落札方式における評価項目⁸⁾を、本法で得られた技術評価指標に対応させたものである。なお一部に用語的に、また意味的に合致していないように見えるものがあるが（例えば、技術開発力と企業の施工能力、マネ

ジメント力と施工計画、技術職員と企業の施工能力等）、総合評価落札方式では評価項目の内訳として細目が示されており⁸⁾、ここではその細目と対応させて評価項目（評価指標）を指定したことによる。

その結果、一部を除いて本法による技術評価指標すべてを、総合評価落札方式の評価項目のいずれかがカバーしていることが分かった。したがって本研究で提案した方法、すなわち品確法を原点に、技術に関する要求事項を充足する技術評価指標すべてを総合評価落札方式の評価項目は充当しているため、総合評価落札方式の評価項目はある意味では検証されたといえるし、またここで提案した方法の合理性がある程度検証されたとも言える。なお総合評価落札方式では、地域精通度および地域貢献度が評価項目として挙げられているが、この要件は品確法から直接導くことは難しく、多分に別の条件たとえば地元企業の役割分担の政策等から出てきたものと思わ

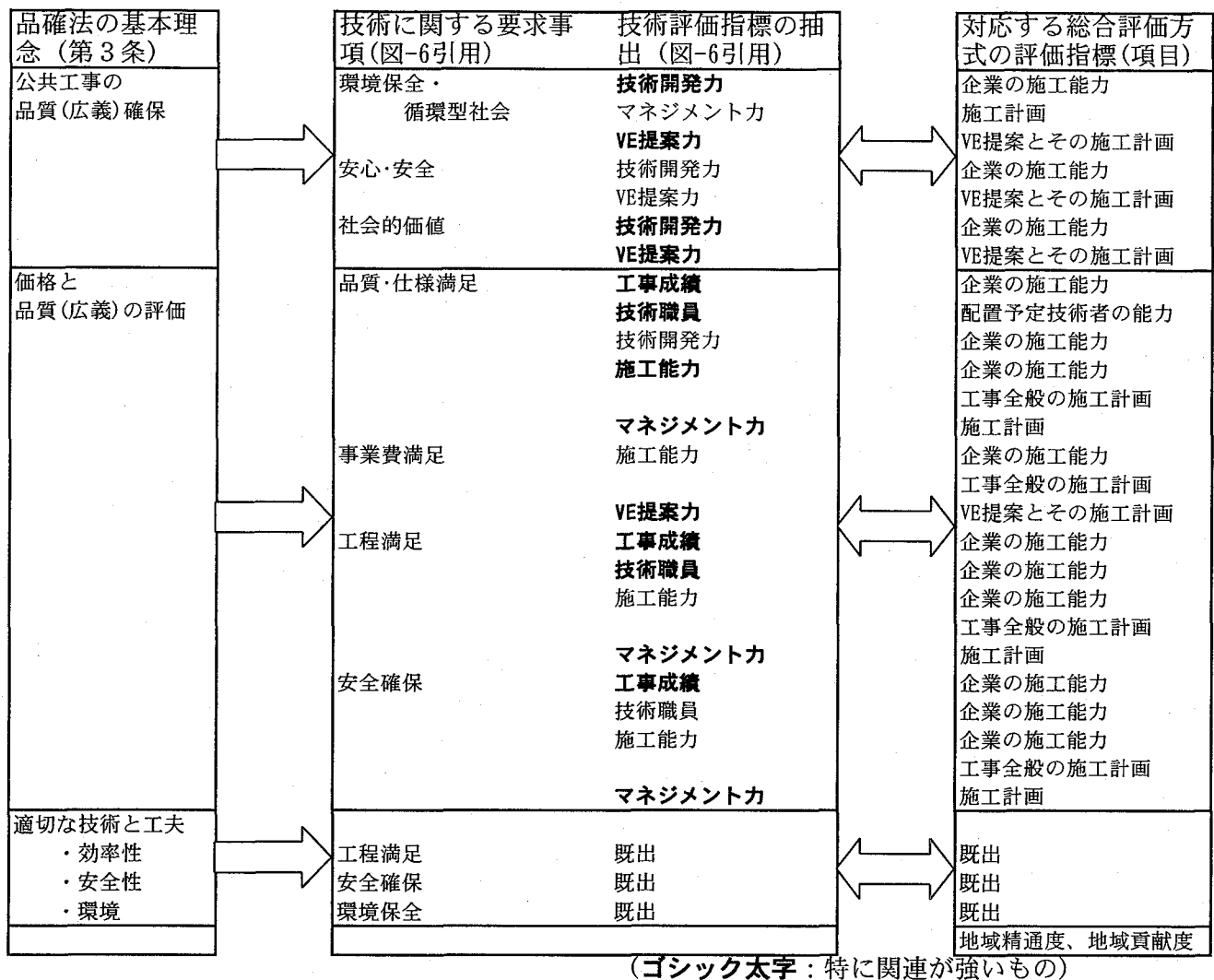


図-7 技術評価指標選択方法を総合評価方式に適用した場合の事例研究

れる。

以上から、技術評価を施行する主体者が技術評価の理念・目的を明確に定義さえすれば、それを予め客観的に定めた顧客・自体からの要求事項に変換し、次いで、これも客観性の高い技術評価指標選択マトリックスを使って技術評価指標を誘導するという一連の作業が、方法論的に論理性を持って定式化できたことになる。

4. 研究成果のまとめ

多くの場面で“技術評価”の重要性が高まっている。本論文では技術評価に関する基礎的調査・研究の一環として、現行の技術評価方法の調査分析を行ない、その結果と要求事項充足の原則に基づいた新しい方法論として、組織が持つ技術を評価する場合の技術評価指標の選択方法を提案した。得られた調

査・研究成果を以下に総括する。

- (i) 技術評価を行う理念・目的やそこで採用されている技術評価指標は、技術評価の対象、すなわち個人、組織、事業・プロジェクト、建設技術・R&Dによって異なる。
- (ii) 技術評価指標を選択するひとつの方法として既存技術評価方法の調査結果と“顧客および自体の要求事項充足の原則”に基づいた新しい方法論を提案した。その方法を品確法に基づいた総合評価落札方式に適用した結果、ここで提案した方法は同方式の技術評価項目をほぼ導き出すことができた。よって、方法論として客観性・論理性のある技術評価指標選択法であることから、現行の技術評価法の改善および今後の開発時に寄与できると考えられる。

今後の課題として、①土木以外の他分野の技術評価方法も収集分析し、より広義に技術評価方法を把握し、より広域かつ精細に技術評価指標等を理解すること、また、②顧客および自体からの要求事項の集約化・整理の精度を高めることが上げられ、これにより本論文で提案した技術評価指標選択方法の信頼度を高めていく必要がある。さらに次の段階として、本方法で得られた技術評価指標を用いて、どのような方法で絶対的にあるいは相対的に適切に技術評価を行うかの方法開発が必要となってくる。これらはいずれも、技術評価の理念・目的を原点に展開していかなければならないことは言うまでもない。

【謝辞】

本論文は、土木学会建設マネジメント委員会技術評価法研究小委員会（2005～2006 年度）での研究成果をもとに、著者等で新たな検討を加えて取りまとめたものである。委員会での研究にご協力いただいた伊藤弘之氏(国土交通省)、須藤淳史氏(岩田地崎建設)、巴尚志氏(オエンタルコンサルタンツ)、八田敏行氏(清水建設)、牧角龍憲氏(九州共立大)、松浦幸三氏(熊谷組)、毛利淳二氏(国土交通省)の方々に深く謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 技術評価方法研究小委員会：平成 17 年度技術評価手法の事例調査報告書、土木学会建設マネジメント委員会、平成 18 年 3 月

- 2) 石島一司：技術の評価方法に関する基礎的研究、日本大学生産工学研究科修士学位論文、2007 年 3 月
- 3) 高崎英邦、土田敦隼、本田智久：予測事業費と費用便益分析の不確実性に関する研究、土木学会建設マネジメント委員会、建設マネジメント研究論文集 Vol.12、pp.39～46、2005
- 4) 高橋宏直、吉田二郎、山本幸司：便益および費用の不確実性を考慮した事業評価手法に関する研究、土木学会建設マネジメント委員会、建設マネジメント研究論文集 Vol.13、pp.11～19、2006
- 5) 高崎英邦、山口真司、湯浅康尊、磯部猛也、村上清基、三浦哲也：建設業に対応したプロジェクトマネジメント体系の研究、土木学会論文集 No.721/VI-57、p.p.153～165、2002.12
- 6) 高崎英邦、佐橋義仁、石井信明：進化する建設マネジメント、(株)建設図書、pp.25～28、2002 年 10 月
- 7) 例えば、8)、公布：平成 17 年 3 月 31 日、施行：平成 17 年 4 月 1 日、pp.3～7
- 8) 関東地方整備局：関東地方整備局における総合評価落札方式の適用ガイドライン（平成 18 年度版）、国土交通省、平成 18 年 7 月
- 9) 国土交通省大臣官房：施工体制確認型総合評価落札方式の試行(案)概要について、平成 18 年 12 月 8 日現在
- 10) 文献 8)、p.66

A STUDY ON METHODOLOGY OF TECHNOLOGY APPRAISAL

by H.Takasaki, T.Hojo, N.Suzuki,T.Miya,K.Ishijima

It has been required that "technology appraisal" is done in all scenes. objectivity and universality of technology appraisal heighten, if it can formulate the technology appraisal method with equitability, objectivity and accountability, the reliability and applicability seem to heighten more.

In this paper, the following were clarified that a proposal of selection method of the new technology appraisal index as a methodology which applied basic investigation on the method of existing technology appraisal methods, and based upon the above background, effect of technology appraisal considering the price in the synthesized evaluation bid system is analyzed.