

第3章 海外における入札戦略研究の経緯と状況

1. 欧米の入札戦略研究の経緯

入札戦略に関する研究は欧米では歴史もあり、多様な領域の研究実績があり、工学的分野においての取り組みも多い。この領域の研究論文の発表の場としてよく知られているのは、国際的な建築分野の研究組織である CIB (Conseil International du Bâtiment) の W-55 (Building Economics) や W-65 (Organization and Management of Construction) 等の他、英国のレディング大学 (University of Reading) が中心となって編集している Construction Management and Economics、米国では ASCE (American Society of Civil Engineering) の雑誌 (ASCE Journal of Construction Engineering and Management; ASCE Journal of Construction Division) 等である。その他海外においては、経済学やオペレーションズ・リサーチ (OR) 等の分野でも入札戦略に関する研究は昔から比較的多く行われている。

競争的な入札戦略について初めて定式的に論じたのは、当時米国のケース工科大学 (Case Institute of Technology) で OR を研究していた Laurence Friedman [1956] ¹⁾ の “A competitive bidding strategy” *Operations Research*, No.4, pp.104-112 であろう。これは競争的な入札戦略モデル (competitive bidding strategy model) の原型を示すものであり、その後のこの種の研究において広く引用されることとなった文献である。米国 MIT の Richard de Neufville [1991] ²⁾ によれば、この Friedman 論文に代表される、入札者の入札期待値を最大にする戦略を論じるモデルを第一期として、その後、競争者同士の中での落札可能性をそれとは異なった方法で計算するモデル (Gates [1967] ³⁾ 等)、利益を扱うのではなくコストを確率的な変数として扱うモデル (Carr [1982, 1983] 等 ^{4) 5) 6)}) といった発展があった。さらに、これら金銭的な期待価値を最大にするモデル (expected monetary value models) とは別のアプローチとして、入札者の効用概念を取り入れたモデル (expected utility model) が考えられた (Willenbrock [1973] ⁷⁾, de Neufville et al. [1977] ⁸⁾, Ibbs and Crandall [1982] ⁹⁾ 等)。これにより競合する入札者の数のみでなく、複雑な入札プロセスの力学を論じることができるようになった。これらの研究では、請負業者自身の効用に影響を及ぼす入札時の要因に関する調査等、理論だけでなく実証的な検討も行われている。

表-3-1 初期における入札プロセスモデルの説明

建設プロジェクトにおける競争的かつ非共謀な入札プロセスのモデルの核心 (コア) は、次の3つの観察に基づく：

1. 入札はリスクがあるプロセスであり、その見込み利益は期待値 (expected value) という用語で呼ばれるべきもの。
2. 入札者の期待値は、入札に勝つ確率、及び入札値と実際のプロジェクトのコストの違い (すなわちマークアップ率) の両方に依存する。
3. プロセスにとって主要なこの2つのパラメーター (勝つ確率とマークアップ率) は相互依存である：すなわち、マークアップ率が高いほど、勝つ確率は低くなる。

ステレオタイプな入札プロセスモデルは、入札者の視点からの最適戦略に焦点を当てている。すなわち、各入札者は入札プロセスにおける最大の期待値 (EV) を求めるが、それは期待される利益すなわちマークアップ率 (M) と、そして、そのマークアップ率における入札に勝つ確率 (P(M)) との関数である。これは次式で表される。

$$\text{maximize: } EV[P(M), M]$$

(注) Richard de Neufville, and Daniel King [1991] p.600 の記述。Friedman [1956] 論文等を念頭に置いた説明部分の和訳。

また、経済学分野でも、ゲーム理論を適用して建設談合による超過利得の試算を行った McMillan [1991]¹⁰⁾ 等の研究や、研究室の中で入札談合についての実験を行った Artale [1997]¹¹⁾、宇根・西條 [1995]¹²⁾ 等の実験経済学分野の研究など、理論的にも実証的にも数多くの取り組みがある。

さらに、米国の AASHTO（米国全州道路交通運輸行政官協会）では、コンピュータによる入札分析運用システム BAMS : Bid Analysis and Management System (BAMS) を 1985 年より利用している。これは AASHTO が 1985 年に建設契約マネジメントと意思決定支援によるコスト効率性の改善のために導入したコンピュータシステムであり、Info Tech, Inc. (ITI) が 1982 年から作り始めたものである (James F. Daughtry [1986]¹³⁾)。そのモジュールの一つである意思決定サポートシステム (BAMS/DSS) は、建設会社の受注の地域的な偏在チェックや発注側の積算の妥当性、さらには談合などの入札監視のために、詳細なデータ収集と分析が可能なものである。

要するに、欧米では学術的にも実務的にも、入札の競争戦略という分野なり問題については、比較的オープンな議論が行われていることとなろう。翻って日本のことを考えると、近代の歴史的な積み重ねの中ではそのような欧米の方向とは逆に、どちらかという研究対象として取り上げられ難かった分野だったといえよう。この点について古川修 [1994]¹⁴⁾ は、1994 年 1 月から (財) 建築コスト管理システム研究所の季刊誌上で連載がされた「入札あれこれ」の初回において、日本ではこのような分野についての研究論文を見たこともないと述べた上で、「そこでこれが単なる情報不足か、日本の入札には競争がないか、実際の入札はもっと複雑でこうした算術の入る余地はないか等々、仮説は様々に立てられる」と皮肉を込め指摘している。

2. 近年の研究動向（2つのレビュー論文から）

前出の英国 CME 誌 (Construction Management and Economics) に近年この研究分野に関するレビュー論文が掲載された。その論文は G. Runeson and M. Skitmore [1999]¹⁵⁾ と S. Laryea and W. Hughes [2008]¹⁶⁾ である。以下ではこれらに拠りながら海外での研究動向にふれたい。

前者の「入札理論再考」と題された Runeson and Skitmore [1999] 論文は、1956 年の Friedman 論文から 40 年過ぎたことに触れ、これがこの分野への研究の関心を高め、建築経済学では主要な研究分野のひとつとなった功績をまず称えている。その後、米国の実務家出身の Gates [1967] 論文が、1 回の入札における効用最大化という単純な最適戦略を論じた Friedman [1956] に対して、「シンプルな意思決定モデルを持ち出し、それを建設プロジェクトの価格付けのための経済理論にまで再公式化した」と評している。その後の Carr [1982] 等による展開を踏まえて記述している。他方で、経済学のゲーム理論やオークション理論等における研究的発展との対比の中で、比較的に工学的アプローチによる入札理論研究が低迷していると結論づけている。同論文のまとめは次の通りである。

「われわれは、Gates の入札戦略に基づいた暗示的な理論の立証と評価を試みてきた。この評価の目的は、入札理論が見通しの正確さや教育的な満足に関してよく機能するものではないこと、また、特に利益最大化の行動に関して、論理的に首尾一貫がないことを確認することであった。結論としては、ゲーム理論と意思決定理論とオークション理論の間で不安定なものに陥ってしまっただけで、その戦略というものはしっかりした理論的枠組みに基づくものではないことである。このことは、なぜ実際に役立つものが少ないのか、なぜ在来 of 経済学に比べて方法論においてめざましい発展がないのか、ということを説明してくれる。したがって、われわれは、入札に関する今後の研究は、適切な理論的枠組みを開発することに集中するべきであろうと考える。特に、未来の理論においては市場条件を取り入れる必要があることを、この研究では示したと考えられる。」(Runeson and Skitmore

[1999]p.294 の Summary and conclusions の仮訳)

後者の Laryea and Hughes[2008]論文は、コントラクターが入札のリスクを如何に勘案して価格を決めているかという問題を論じたものだが、比較的詳細に既往論文のサーベイがされている。それによるとこの種の論文は大きく2つ、分析的アプローチ (Analytical approach) 論文と経験的スタディ (Empirical studies) 論文とに分かれるとしている。

分析的論文は、伝統的 (classical) か、概念的 (conceptual) かという区分が可能であり、前者は、伝統的なモデリング技術によるもので、例えば、確率論やモンテカルロ・シミュレーション等の方法によるもの、また、後者の概念的とは、最近登場してきたもので、ファジー・セット (fuzzy sets) やニューラル・ネットワーク (neural networks) 等の方法によるものである。ただし、1990 年以後の論文だけでも大半は前者によるものが占めており、この研究分野の理論的な発展は限定的だと評価している。

また、経験的方法による論文は、具体的にはアンケート形式によるもの、ヒアリング形式によるもの等である。こちらは比較的新しい方法であるといえる。Laryea and Hughes[2008]論文の付録 (appendix) にある論文一覧から、これらの手法分類の例示を表-3-2 にまとめた。なお、次頁以後の表-3-3 にはこの論文で精査したと思われる両タイプの論文リスト一覧を付した。

表-3-2 入札リスクに関する論文の手法分類例 (Laryea and Hughes[2008])

| 分析的アプローチ論文 (Analytical approach) | | | 経験的スタディ論文 (Empirical studies) |
|-------------------------------------|---|--|--|
| 伝統的 (classical) | <ul style="list-style-type: none"> • Probability theory • Monte Carlo • Utility theory • Utility curves • RADR • Simulation • Logistic regression • Differential equation | <ul style="list-style-type: none"> • Influence diagramming • AHP • Decision/Risk analysis • Influence diagram • Quadratic programming • Peason distribution • HyperCard and Excel • Multifactor method | <ul style="list-style-type: none"> • Questionnaire survey • Interview • Experiment • Documents |
| 概念的 (conceptual) | <ul style="list-style-type: none"> • Fuzzy sets • Neural networks | | |
| 独創的 (seminal) | <ul style="list-style-type: none"> • Opportunity in bidding • Risk and price relation • Paradigm shift | <ul style="list-style-type: none"> • Interview study • Questionare survey • Review paper | |

表－３－３ 分析的（Analytical）と経験的（Empirical）方法による論文一覧

出典：S. Laryea and W. Hughes, "How contractors price risk in bids: theory and practice", CME, Vol.26, July-September 2008, pp.911-924 より（邦題：コンストラクターは入札におけるリスクをどう価格に反映させるのか：理論と実践）

① 分析的アプローチ論文

Appendix 1 Analytical approaches that contractors can use for project risk analysis at the tender stage, and some seminal studies

| Authors | Year | Journal | Vol. | Issue | Pages | Modelling technique | Category |
|--------------------------|------|-------------------|------|-------|---------|---|------------|
| Gates | 1971 | JCED ^a | 97 | 2 | 277-303 | Probability theory | Classical |
| Spooner | 1974 | JCD ^b | 100 | 1 | 65-77 | Monte Carlo/Prob. | Classical |
| Dressler | 1974 | JCD | 100 | 4 | 571-87 | Stochastic linear prog. | Classical |
| Vergara | 1974 | JCD | 100 | 4 | 543-52 | Probability theory | Classical |
| Neufville | 1977 | JCD | 103 | 1 | 57-70 | Utility theory | Classical |
| Carr | 1977 | JCD | 103 | 1 | 153-61 | Utility curves | Classical |
| Handa and Georgiades | 1980 | JCD | 106 | 3 | 355-70 | Probability theory | Classical |
| Warszawski | 1982 | JCD | 108 | 1 | 147-57 | Probability theory | Classical |
| Ibbs and Crandall | 1982 | JCD | 108 | 2 | 187-200 | Utility theory | Classical |
| Diekmann <i>et al.</i> | 1982 | JCD | 108 | 3 | 379-89 | Quadratic programming | Classical |
| Barnes | 1983 | IJPM ^c | 1 | 1 | 24-8 | Algorithm | Classical |
| Diekmann | 1983 | JCD | 109 | 3 | 297-308 | Probability theory | Classical |
| Ayyub and Halder | 1984 | JCEM ^d | 110 | 2 | 189-204 | Fuzzy sets | Conceptual |
| Farid and Boyer | 1985 | JCEM | 111 | 4 | 374-90 | Probability | Classical |
| Beeston | 1986 | CME ^e | 4 | 1 | 71-9 | Probability | Classical |
| Baker | 1986 | IJPM | 4 | 4 | 205-10 | Probability | Classical |
| Franke | 1987 | IJPM | 5 | 1 | 29-34 | Probability | Classical |
| Carr | 1987 | JCEM | 113 | 1 | 151-67 | Opportunity in bidding | Seminal |
| Echeverry <i>et al.</i> | 1988 | JCEM | 114 | 1 | 1-18 | Simulation | Classical |
| Farid <i>et al.</i> | 1989 | JCEM | 115 | 1 | 109-25 | RADR | Classical |
| Williams | 1990 | IJPM | 8 | 2 | 84-8 | Simulation | Classical |
| Al-Bahar and Crandall | 1990 | JCEM | 116 | 3 | 533-46 | Influence diagramming | Classical |
| Seydel and Olson | 1990 | JCEM | 116 | 4 | 603-23 | AHP | Classical |
| Birnie and Yates | 1991 | CME | 9 | 2 | 171-86 | Decision/risk analysis | Classical |
| Neufville and King | 1991 | JCEM | 117 | 4 | 659-73 | Risk and price relation | Seminal |
| Diekmann | 1992 | IJPM | 10 | 2 | 75-80 | Paradigm shift to artificial intelligence | Seminal |
| Huseby and Skogen | 1992 | IJPM | 10 | 3 | 160-4 | Influence diagram/Monte Carlo | Classical |
| Russell and Ranasinghe | 1992 | CME | 10 | 4 | 277-301 | Four moments/Pearson distribution | Classical |
| Newton and Smith | 1992 | CME | 10 | 5 | 431-49 | Non-deterministic | Classical |
| Touran and Wiser | 1992 | JCEM | 118 | 2 | 258-72 | Monte Carlo | Classical |
| Tah <i>et al.</i> | 1993 | CSE ^f | 4 | 2 3 | 281-93 | Fuzzy sets | Conceptual |
| Benny | 1993 | IJPM | 11 | 4 | 201-8 | Simulation/probability | Classical |
| Dey <i>et al.</i> | 1993 | IJPM | 12 | 1 | 22-33 | AHP/probability | Classical |
| Moselhi <i>et al.</i> | 1993 | JCEM | 119 | 3 | 466-79 | Neural networks | Conceptual |
| Paek <i>et al.</i> | 1993 | JCEM | 119 | 4 | 743-56 | Fuzzy sets | Conceptual |
| Williams | 1994 | IJPM | 12 | 1 | 17-22 | Probability | Classical |
| Ranasinghe | 1994 | CME | 12 | 1 | 15-29 | Uncertainty quantification | Classical |
| Ranasinghe | 1994 | CME | 12 | 3 | 233-43 | Two moments | Classical |
| Gong and Rowings | 1995 | IJPM | 13 | 3 | 187-94 | Simulation | Classical |
| Zhi | 1995 | IJPM | 13 | 4 | 231-7 | Probability | Classical |
| Mack | 1995 | CME | 13 | 5 | 385-92 | Paradigm shift—hard to soft approach | Seminal |
| Chau | 1995 | CME | 13 | 5 | 369-83 | Monte Carlo Simul. | Classical |
| Williams | 1996 | IJPM | 14 | 3 | 185-6 | Probability | Classical |
| Akintoye and MacLeod | 1997 | IJPM | 15 | 1 | 31-8 | Questionnaire survey | Seminal |
| Gong | 1997 | IJPM | 15 | 3 | 187-92 | Probability | Classical |
| Chapman | 1997 | IJPM | 15 | 5 | 273-81 | Probability | Classical |
| Dawood | 1998 | CME | 16 | 1 | 41-8 | Probability | Classical |
| Dawson | 1998 | IJPM | 16 | 5 | 299-310 | Probability | Classical |
| Edwards and Bowen | 1998 | ECAM ^g | 5 | 4 | 339-49 | Review paper | Seminal |
| Mulholland and Christian | 1999 | JCEM | 125 | 1 | 8-15 | HyperCard & Excel | Classical |
| Smith and Bohn | 1999 | JCEM | 125 | 2 | 101-8 | Interview study | Seminal |
| Chapman <i>et al.</i> | 2000 | IJPM | 18 | 1 | 337-47 | Probability | Classical |
| Wang and Huang | 2000 | IJPM | 18 | 2 | 131-8 | Simulation | Classical |
| Tah and Carr | 2000 | CME | 18 | 4 | 491-500 | Fuzzy sets | Conceptual |

（次頁へ続く）

Appendix 1. Continued.

| Authors | Year | Journal | Vol. | Issue | Pages | Modelling technique | Category |
|-----------------------|------|---------|------|-------|---------|---|------------|
| Chapman and Ward | 2000 | IJPM | 18 | 6 | 369–83 | Probability/iteration | Classical |
| Pender | 2001 | IJPM | 19 | 2 | 79–87 | Paradigm shift to real options | Seminal |
| Jaafari | 2001 | IJPM | 19 | 2 | 89–101 | Paradigm shift to strategy-based PM | Seminal |
| Kuchta | 2001 | IJPM | 19 | 5 | 305–10 | Fuzzy sets | Conceptual |
| Hwee and Tiong | 2002 | IJPM | 20 | 1 | 351–63 | Probability | Classical |
| Hillson | 2002 | IJPM | 20 | 3 | 235–40 | Paradigm shift from risk to opportunity | Seminal |
| Patterson and Neailey | 2002 | IJPM | 20 | 1 | 365–37 | Probability | Classical |
| Ward and Chapman | 2003 | IJPM | 21 | 2 | 97–105 | Paradigm shift from risk to uncertainty | Seminal |
| Baloi and Price | 2003 | IJPM | 21 | 4 | 261–9 | Fuzzy sets | Conceptual |
| Jannadi and Almishari | 2003 | JCEM | 129 | 5 | 492–500 | Probability theory | Classical |
| Nasir <i>et al.</i> | 2003 | JCEM | 129 | 5 | 518–27 | Probability/BBN | Classical |
| Zhong and Zhang | 2003 | JCEM | 129 | 5 | 501–6 | Probability | Classical |
| Choi <i>et al.</i> | 2004 | JCEM | 130 | 2 | 258–72 | Fuzzy sets | Conceptual |
| Han <i>et al.</i> | 2004 | JCEM | 130 | 3 | 346–56 | Probability | Classical |
| Warszawski and Sacks | 2004 | JCEM | 130 | 3 | 357–67 | Multifactor method | Classical |
| Fang <i>et al.</i> | 2004 | JCEM | 130 | 6 | 862–8 | Logistic regression | Classical |
| Cioffi | 2005 | IJPM | 22 | 3 | 215–22 | Differential equations | Classical |
| Zeng and Ng | 2005 | JCEM | 131 | 2 | 176–86 | Fuzzy sets | Conceptual |
| Lee | 2005 | JCEM | 131 | 3 | 310–18 | Probability/Monte Carlo | Classical |
| Liu and Ling | 2005 | JCEM | 131 | 4 | 391–9 | Fuzzy sets/neural networks | Conceptual |
| Thomas <i>et al.</i> | 2006 | CME | 24 | 4 | 407–24 | Fuzzy-fault tree/Delphi | Classical |
| Poh and Tah | 2006 | CME | 24 | 8 | 861–8 | Probability | Classical |
| Ok and Sinha | 2006 | CME | 24 | 10 | 1029–44 | Neural networks | Conceptual |
| Diekmens | 2007 | IJPM | 25 | 5 | 494–505 | Infl. diag./fuzzy sets | Both |
| Zeng <i>et al.</i> | 2007 | IJPM | 25 | 6 | 589–600 | Fuzzy sets/AHP | Both |

Notes: ^aASCE Journal of the Construction Engineering Division. ^bASCE Journal of the Construction Division. ^cInternational Journal of Project Management. ^dASCE Journal of Construction Engineering and Management. ^eConstruction Management and Economics. ^fJournal of Computing Systems in Engineering. ^gEngineering, Construction and Architectural Management.

② 経験のスタディ論文

Appendix 2 Empirical studies (in journals) on some aspects of how contractors actually price work

| Authors | Year | Journal | Vol. | Issue | Pages | Aspect(s) of bid pricing | Research method | Data points | Country |
|-------------------------|------|---------|------|-------|---------|--------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| Uher | 1991 | CME | 9 | 6 | 495–508 | Risks | Q. Survey | 47 | Australia |
| Neufville and King | 1991 | JCEM | 117 | 4 | 659–73 | Risk and need for work | Experiment and interview | 30 | USA |
| Mak and Raftery | 1992 | CME | 10 | 4 | 303–20 | Errors | Experiment | 62 | UK |
| Shash and Abdul-Hadi | 1992 | CME | 10 | 5 | 415–29 | Mark-up | Q. Survey | 71 | Saudi Arabia |
| Shash | 1993 | CME | 11 | 2 | 111–18 | Tendering/mark-up | Q. Survey | 85 | UK |
| Kodikara <i>et al.</i> | 1993 | CME | 11 | 4 | 261–9 | BOQ | Interview | 8 | Sri Lanka |
| Kodikara and McCaffer | 1993 | CME | 11 | 5 | 341–6 | Estimating data | Interview | 10 | Sri Lanka |
| Tah <i>et al.</i> | 1994 | CME | 12 | 1 | 31–6 | Indirect costs | Q. & I. Survey | 7 | UK |
| Skitmore and Wilcock | 1994 | CME | 12 | 2 | 139–54 | Item pricing | Q. Survey | 8 | UK |
| Lowe and Skitmore | 1994 | CME | 12 | 5 | 423–31 | Estimator | Interview | 10 | UK |
| Edwards and Edwards | 1995 | CME | 13 | 6 | 485–91 | Services | Documents | 15 | Australia |
| Ming <i>et al.</i> | 1996 | CME | 14 | 3 | 253–64 | Profit | Documents | 221 | Australia |
| Uher | 1996 | ECAM | 3 | 1/2 | 83–95 | Estimating practices | Q. & I. Survey | 10 | Australia |
| Shash and Al-Amir | 1997 | CME | 15 | 2 | 187–200 | Processing, use of IT | Q. Survey | 93 | Saudi Arabia |
| Bajaj <i>et al.</i> | 1997 | CME | 15 | 4 | 363–9 | Risks | Q. Survey | 19 | Australia |
| Shash | 1998 | CME | 124 | 3 | 219–25 | Bidding practices | Q. Survey | 30 | USA |
| Shash | 1998 | JCEM | 124 | 2 | 101–6 | Pricing decisions | Q. Survey | 30 | USA |
| Ray <i>et al.</i> | 1999 | CME | 17 | 2 | 139–53 | Ethics | Q. Survey | 60 | Australia |
| Smith and Bohn | 1999 | JCEM | 125 | 2 | 101–8 | Risks | Interview | 12 | USA |
| Akintoye | 2000 | CME | 18 | 1 | 77–89 | Estimating | Survey | 84 | UK |
| Akintoye and Fitzgerald | 2000 | CME | 18 | 2 | 161–72 | Cost estimating | Q. Survey | 84 | UK |
| Mochtar and Arditi | 2001 | CME | 19 | 4 | 405–15 | Pricing strategy | Survey | 400 | USA |
| Asaaf <i>et al.</i> | 2001 | IJPM | 19 | 5 | 295–303 | Risks | Q. Survey | 38 | Hong Kong |
| Wong and Hui | 2006 | CME | 24 | 4 | 425–38 | Risks | Q. Survey | 38 | Hong Kong |
| Chan and Au | 2007 | IJPM | 25 | 6 | 615–26 | Weather risks | Q. Survey | 60 | Hong Kong |

(注) 以下のレファレンスは前ページまでの Appendix 1, 2 の引用文献を含むリスト (全てではない) である。

References

- Ahmed, S.M., Azhar, S. and Ahmad, I. (2002) Evaluation of Florida general contractor's risk management practices. *Journal of Construction Engineering*, CIB, 17(1), 4-11.
- Akintoye, A. and Fitzgerald, E. (2000) A survey of current cost estimating practices. *Construction Management and Economics*, 18(2), 161-72.
- Akintoye, A.S. and MacLeod, J.M. (1997) Risk analysis and management in construction. *International Journal of Project Management*, 15(1), 31-8.
- Al-Bahar, J.F. and Crandall, K.C. (1990) Systematic risk management approach for construction projects. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 116(3), 533-46.
- Atkinson, D. (2007) How all risk cover works. *Construction News*, 15 March 2007.
- Breeden, D.T. (1979) An intertemporal asset pricing model with stochastic consumption and investment opportunities. *Journal of Financial Economics*, 7, 265-96.
- Brook, M. (2004) *Estimating and Tendering for Construction Work*, 3rd edn, Butterworth Heinemann, Boston.
- Chan, E.H.W. and Au, M.C.Y. (2007) Building contractors' behavioural pattern in pricing weather risks. *International Journal of Project Management*, 25(6), 615-26.
- Chapman, C.B., Ward, S.C. and Bennell, J.A. (2000) Incorporating uncertainty in competitive bidding. *International Journal of Project Management*, 18, 334-47.
- Connolly, J.P. (2006) Discussion of modelling a contractor's markup estimation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(6), 657-8.
- Dubofsky, D.A. and Miller, T.W. (2003) *Derivatives*, Oxford University Press, New York.
- Edwards, P.J. and Bowen, P.A. (1998) Risk and risk management in construction: review and future directions for research. *Engineering Construction and Architectural Management*, 5(4), 339-49.
- Elmaghraby, S.E. (2005) On the fallacy of averages in project risk management. *European Journal of Operational Research*, 165, 307-13.
- Friedman, L. (1956) A competitive-bidding strategy. *Operations Research*, 4(4), 104-12.
- Gates, M. (1967) Bidding strategies and probabilities. *ASCE Journal of the Construction Division*, 93(1), 75-107.
- Gates, M. (1971) Bidding contingencies and probabilities. *Journal of the Construction Engineering Division*, 97(2), 277-303.
- Hackett, M., Robinson, I. and Statam, G. (2007) *Procurement, Tendering, and Contract Administration*, Blackwell, Oxford.
- Kangari, R. and Riggs, L.S. (1989) Construction risk assessment by linguistics. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 36(2), 126-31.
- Lintner, J. (1965) The valuation of risk asset and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47, 13-37.
- Merton, R.C. (1973) Theory of rational option pricing. *Journal of Economics and Management Science*, 4, 141-83.
- Mintzberg, H. (1973) *The Nature of Managerial Work*, Harper and Row, New York.
- Mochtar, K. and Arditi, D. (2001) Pricing strategy in the US construction industry. *Construction Management and Economics*, 19, 405-15.
- Mossin, J. (1966) Equilibrium in a capital asset market. *Econometrika*, 34, 768-83.
- Neufville, R. and King, D. (1991) Risk and need-for-work premiums in contractor bidding. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 117(4), 659-73.
- Paek, J.H., Lee, Y.W. and Ock, J.H. (1993) Pricing construction risk: fuzzy set application. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 109(4), 743-56.
- Project Management Institute (2004) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 3rd edn, Project Management Institute, Newtown Square, PA.
- Rooke, J., Seymour, D. and Fellows, R. (2004) Planning for claims: an ethnography of industry culture. *Construction Management and Economics*, 22(6), 655-62.
- Ross, S.A. (1976) The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13, 341-60.
- Sharpe, W.F. (1964) Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 19, 425-42.
- Shash, A.A. (1998) Bidding practices of sub-contractors in Colorado. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 124(3), 219-25.
- Skitmore, M. and Wilcock, J. (1994) Estimating processes of smaller builders. *Construction Management and Economics*, 12, 139-54.
- Smith, G.R. and Bohn, M.C. (1999) Small to medium contractor contingency and assumption of risk. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 125(2), 101-8.
- Smith, R.C. (1986) *Estimating and Tendering for Building Work*, Longman, London.
- Tah, J.H.M., Thorpe, A. and McCaffer, R. (1993) Contractor project risks contingency allocation using linguistic approximation. *Journal of Computing Systems in Engineering*, 4(2-3), 281-93.
- Tah, J.H.M., Thorpe, A. and McCaffer, R. (1994) A survey of indirect cost estimating in practice. *Construction Management and Economics*, 12, 31-6.
- Vergara, A.J. and Boyer, L.T. (1977) Portfolio theory: applications in construction. *ASCE Journal of the Construction Division*, 103(1), 23-38.
- Ward, S.C. (1999) Assessing and managing important risks. *International Journal of Project Management*, 17(6), 331-6.
- Wilkinson, D. and Birmingham, P. (2003) *Using Research Instruments*, RoutledgeFalmer, London.
- Williams, T.M. (1996) The two-dimensionality of project risk. *International Journal of Project Management*, 14(3), 185-6.
- Willis, A.J. (1929) *Some Notes on Taking off Quantities*, Architectural Press, London.
- Wong, J.T.Y. and Hui, E.C.M. (2006) Construction project risks: further considerations for constructors' pricing in Hong Kong. *Construction Management and Economics*, 24, 425-38.

参考文献

- 1) Friedman, L. : "A competitive-bidding strategy." *Operations Research*, 4, pp.104-112, 1956.

- 2) de Neufville, R. and Daniel King : “Risk and need-for-work premiums in contractor bidding.” pp.659-673, 1991.
- 3) Gates, M. : “Bidding strategies and probabilities.” ASCE Journal of the construction division, pp.75-107, 1967.
- 4) Carr, R. I. : “General bidding model.” ASCE Journal of the construction division, pp.639-650, 1982.
- 5) Carr, R. I. : “ Impact of number of bidders on competition.” ASCE Journal of the construction division, pp.61-73, 1983.
- 6) Carr, R. I. : "Impact of number of bidders on competition", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.109, No.1, 1983.
- 7) Willenbrock J. : “Utility function determination for bidding models.” ASCE Journal of the construction division, pp.133-153, 1973.
- 8) de Neufville, R., et al. : “Bidding models: Effects of bidders' risk aversion.” ASCE Journal of the construction division, pp.57-70, 1977.
- 9) Ibbs and Crandall : “Construction risk: multi attribute approach.” ASCE Journal of the construction division, pp.187-200, 1982.
- 10) McMillan : “Dango: Japan’s price-fixing conspiracies.” Economics and Politics, 1991.
- 11) Artale, A. : ‘Rings in auctions.’ LNEMS 447, Springer, 1997.
- 12) 宇根・西條 : 「談合実験：制限付き一般競争入札の有効性」 ISER DP. No.362, 41pages, 1995.
- 13) Daughtry, James F. : “Proposed Evolution of BAMS Plus Management Information System Concept”, Seventy-Second Annual Meeting Proceedings, Selected Committee Meeting Papers, Baltimore, Maryland, Nov.10-11, 1986, AASHTO, pp.170-191, 1986.
- 14) 古川修 : 「入札あれこれ 1」 建築コスト研究, No. , 1994 Winter, pp.5-7, 1994.
- 15) Runeson, G. and M. Skitmore : "TENDERING THEORY REVISITED", Construction Management & Economics, 1999, Vol.17, pp.285-296, 1999.
- 16) Laryea, S. and W. Hughes : “How contractors price risk in bids: theory and practice”, CME, Vol.26, July-September 2008, pp.911-924, 2008.