

このたび、新たに土木・環境系の教科書シリーズを刊行することになった。シリーズ名称は、必要不可欠な内容を含む標準的な大学の教科書作りを目指すとの編集方針を表現する意図で「土木・環境系コアテキストシリーズ」とした。本シリーズの読者対象は、我が国の大学の学部生レベルを想定しているが、高等専門学校における土木・環境系の専門教育にも使用していただけるものとなっている。

本シリーズは、日本技術者教育認定機構（JABEE）の土木・環境系の認定基準を参考にして以下の6分野で構成され、学部教育カリキュラムを構成している科目をほぼ網羅できるように全29巻の刊行を予定している。

- A 分野：共通・基礎科目分野
- B 分野：土木材料・構造工学分野
- C 分野：地盤工学分野
- D 分野：水工・水理学分野
- E 分野：土木計画学・交通工学分野
- F 分野：環境システム分野

なお、今後、土木・環境分野の技術や教育体系の変化に伴うご要望などに応じて書目を追加する場合もある。

また、各教科書の構成内容および分量は、JABEE 認定基準に沿って半期2単位、15週間の90分授業を想定し、自己学習支援のための演習問題も各章に配置している。

従来の土木系教科書シリーズの教科書構成と比較すると、本シリーズは、A

分野（共通・基礎科目分野）に JABEE 認定基準にある技術者倫理や国際人英語等を加えて共通・基礎科目分野を充実させ、B 分野（土木材料・構造工学分野）、C 分野（地盤工学分野）、D 分野（水工・水理学分野）の主要力学3分野の最近の学問的進展を反映させるとともに、地球環境時代に対応するため E 分野（土木計画学・交通工学分野）および F 分野（環境システム分野）においては、社会システムも含めたシステム関連の新分野を大幅に充実させているのが特徴である。

科学技術分野の学問内容は、時代とともにつねに深化と拡大を遂げる。その深化と拡大する内容を、社会的要請を反映しつつ高等教育機関において一定期間内で効率的に教授するには、周期的に教育項目の取捨選択と教育順序の再構成、教育手法の改革が必要となり、それを可能とする良い教科書作りが必要となる。とは言え、教科書内容が短期間で変更を繰り返すことも教育現場を混乱させ望ましくはない。そこで本シリーズでは、各巻の基本となる内容はしっかりと押さえたうえで、将来的な方向性も見据えた執筆・編集方針とし、時流にあわせた発行を継続するため、教育・研究の第一線で現在活躍している新進気鋭の比較的若い先生方を執筆者としておもに選び、執筆をお願いしている。

「土木・環境系コアテキストシリーズ」が、多くの土木・環境系の学科で採用され、将来の社会基盤整備や環境にかかわる有為な人材育成に貢献できることを編集者一同願っている。

2011年2月

編集委員長 日下部 治

昨今、土木工学をはじめとする多くの工学分野において、効率的・合理的にプロジェクトを企画・遂行するという観点から、エンジニアが「プロジェクトマネジメント」という概念を有することの重要性が唱えられている。しかし、現状では、「プロジェクトとは?」、あるいは「マネジメントとは?」という基本的用語の定義についてすら、各人が共通の認識を有しているとはいえないのが現状である。このような状況の下で、プロジェクトマネジメントとはどのようなものか、あるいはどのような理論により構成されているかを、土木工学・環境工学を学ぶ人に示すことが本書の目的の第一歩である。

本書の中で繰り返し強調しているが、本書の基本方針は、つぎのように要約される。すなわち、プロジェクトマネジメントとは、工学的知識 (engineering knowledge) に経営的知識 (business practice) および社会経済的知識 (socio-economic knowledge) 等の学際的知識を組み合わせることを要する。また、プロジェクトマネジメントの目指すところは、意思決定 (decision-making) に供する、透明性が高くかつ客観的な情報を明示的に提供することである。

上記の基本方針のうち、客観的な情報を提供することの重要性については、以下の現状でのプロジェクトマネジメントを取り巻く状況を示した。従来、日本においては、プロジェクトのマネジメントについて、個別のプロジェクトに関する成功体験に基づく経験則を語ることに重きが置かれてきたといえよう。そのこと自体は誤りではないが、これからプロジェクトマネジメントを学ぶ人にとって重要なことは、個別の成功体験を集積・分析して一般的な場の問題へと知識を体系化することであろう。このため、本書では可能な限り数学モデル

を用いることを基本方針としている。

なお本書は、筆者が2006年度に京都大学に開設された経営管理大学院で担当した基礎科目「プロジェクトマネジメント」において用いたテキストをベースとしている。経営管理大学での同講義の受講者の特徴は、主として文科系の学部の卒業生であることに加えて、社会人も多く含まれていることである。このような多様な教育背景を有する受講者を対象とするため、工学以外のプロジェクトにおけるマネジメントの基礎知識を提供するとともに、工学系学生に比較して必ずしも数学的知識が十分でない受講者のために、可能な限り簡易な数学モデルに関する解説を加えるよう努めた。その代表例が、Microsoft Excelを用いた確率・統計の算定方法を取りまとめたものである。これまでの筆者の講義実績として、本書のベースとなるテキストについて多くの受講者から高い評価を得ている。

本書では、土木工学・環境工学を学ぶ人を対象とするため、より建設分野にかかわる箇所を加筆したが、経営管理大学院での実績から、これからプロジェクトマネジメントを学ぶ学部生に加えて、すでに工学的知識を有している大学院生および社会人にとっても、本書がプロジェクトマネジメントの入門書となりうると確信している。

土木工学・環境工学分野において、調達方式の変化、社会への説明責任、海外プロジェクトへの参画等の従来のな工学知識のみでは十分に対応できないという昨今の社会的状況の中で、本書で提供する内容が当該分野にかかわる読者にとって有益となれば筆者の幸いとするところである。

2011年2月

大津 宏康

1章 序論

- 1.1 概説 2
- 1.2 プロジェクトマネジメントに関する基本概念 5
- 1.3 プロジェクトにおける不確実性 9
- 1.4 本書の構成 15
- 演習問題 15

2章 プロジェクトにおける意思決定指標

- 2.1 概説 18
- 2.2 費用・便益解析の基本概念 18
- 2.3 便益評価に関する基本概念 26
- 2.4 便益の算定事例 30
 - 2.4.1 走行経費削減・走行時間短縮便益 31
 - 2.4.2 建設段階で排出される温暖化ガスの環境負荷 35
- 演習問題 36

3章 プロジェクトマネジメントのコスト評価

- 3.1 概説 39
- 3.2 プロジェクトコストの基本概念 39
- 3.3 日本の公共工事における建設コスト積算方法 43
 - 3.3.1 積算体系 43

3.3.2 直接工事費の算定方法 46

3.3.3 直接工事費の積算事例 49

演習問題 53

4章 プロジェクトリスクマネジメント概論

4.1 概 説 55

4.2 リスク同定およびリスク分類 58

4.2.1 カントリーリスク 58

4.2.2 海外プロジェクトにおけるリスク同定・リスク分類 60

4.3 リスク評価 63

4.3.1 主観的リスク 64

4.3.2 客観的リスク 66

4.4 リスク対応 77

4.4.1 リスクコントロール 78

4.4.2 リスクファイナンス 82

演習問題 82

5章 リスク評価のための確率・統計解析

5.1 概 説 85

5.2 確率・統計の基本的知識 86

5.2.1 離散量に関する知識 86

5.2.2 連続量に関する知識 93

5.3 生起確率の算定方法 99

5.3.1 性能関数の定義に基づく生起確率の算定 99

5.3.2 信頼性解析に基づく確率の算定 101

5.4 モンテカルロシミュレーションによる近似解法 103

5.4.1 一様乱数 104

5.4.2 ある確率密度関数に従う乱数 106

演習問題 114

6章 契約管理概論

- 6.1 概 説 118
- 6.2 リスク対応としての契約管理の基本概念 118
- 6.3 代表的な契約形式および契約約款 122
 - 6.3.1 代表的な契約方式 122
 - 6.3.2 代表的な契約約款 126
- 6.4 地質リスクに関する契約管理 129
- 演習問題 132

7章 海外建設プロジェクト概論

- 7.1 概 説 134
- 7.2 ODA 概 論 135
- 7.3 国際プロジェクト概論 138
 - 7.3.1 インフラ整備の調達方法の変化 138
 - 7.3.2 民間資本活用型調達方式による建設プロジェクトの構成および事例 140
 - 7.3.3 分離コンセッション方式による建設プロジェクトの構成および事例 147
- 演習問題 153

引用・参考文献 154

演習問題解答 159

索引 172

1 章

序 論

◆本章のテーマ

本章では、本書で取り扱うプロジェクトマネジメント（project management）に関する基本姿勢について明らかにするため、プロジェクトマネジメントに関連する用語の定義、およびその基本概念について解説を加える。なお、プロジェクトという用語が多様な分野で用いられているが、本書では主として建設プロジェクトおよびエンジニアリングプロジェクトを対象とするものであることも明らかにする。そして、プロジェクトマネジメントとは、単なる管理手法ではなく、可能な限り算術モデルあるいは数学モデルを用いた定量的な情報に基づく意思決定手法であることについて解説する。

◆本章の構成（キーワード）

1.1 概 説

プロジェクト、マネジメント、意思決定手法

1.2 プロジェクトマネジメントに関する基本概念

費用・便益解析手法、純現在価値、社会的割引率

1.3 プロジェクトにおける不確実性

不完全情報、リスク工学、カントリーリスク

1.4 本書の構成

コスト、契約管理、建設契約、政府開発援助（ODA）

◆本章を学ぶと以下の内容をマスターできます

- ☞ 国内外でのプロジェクトマネジメントにおいて必要となる用語の定義およびその基本概念
- ☞ プロジェクトマネジメントとは意思決定にかかわるものであること

1.1 概 説

昨今、日本においてもプロジェクトマネジメントという言葉がよく使用されるようになってきた。ただし、プロジェクト (project) とは何か、またマネジメント (management) とは何かについては、現状では多様な解釈がなされているようであり、必ずしも統一した定義を行うことは困難であるかもしれない。例えば、プロジェクトについては、生産プロジェクト、新製品開発プロジェクト、建設プロジェクト、投資プロジェクト等と、その用語を使用する人ごとにそれぞれ異なるイメージを抱くであろう。

この課題に対処するため、本書ではまずプロジェクトについて、厳密な定義を避け、以下のような意味を有するものとして取り扱う。

「プロジェクトとは主として組織の戦略計画 (目的)を達成する手段として実施される一定規模の計画事業を指し、その特徴は有期性・独自性にある。継続・反復性を有する定常業務とは明確に区別される^{1)~3)}。また、複数の人間・組織が関与することが多いことも特徴の一つとして挙げられる。」

上記の解釈で重要な点は、下線を施した有期性・特定目的・複数の人間・組織が関与することである。

また、マネジメントについても、プロジェクトと同様に厳密な定義を避け、以下のような意味を持つものとして取り扱う。

「マネジメントとは、意思決定に供する情報を明示する方法論の一つである。」

なお、現状ではマネジメントについては、管理と解釈される事例が見られる。しかし本書では、上記のように、マネジメントとは意思決定にかかわるものと定義する。この定義の下では、マネジメントする人、すなわちマネージャー (manager) とは、「単なる管理者ではなく、意思決定を行い、かつその決定に対して責任をとる立場の人」と解釈されるであろう。ちなみに、管理

† 肩付き数字は、巻末の引用・参考文献番号を表す。

する立場にありながら、自身で意思決定を行わず上司に委ねる、あるいは自身の意思決定に対して責任をとらない管理者は、マネージャーではなく、**メッセンジャー** (messenger) と解釈すべきであろう。

加えて、従来、日本においては経験則に基づく主観・直感による意思決定をマネジメントと解釈しているような事例も認められる。特に、工学分野においてはこの傾向が強いといえる。余談ではあるが、このような意思決定は、KKDモデルと呼ぶべきであろう。すなわち、プロジェクトにおいて成功する3要素は、K (経験)・K (勘)・D (度胸) であると称する人がいるかもしれない。もちろん、このKKDモデルが日本の高度経済成長期において有効であった側面は否定できないが、KKDモデルに基づくマネジメントの多くは、限定した成功体験に基づくことが多い。このような成功体験に基づく議論は、**特定した条件** (site-specific) に限定したものであることに留意すべきである。つまり、上記の高度経済成長期の事例に示すように、その意思決定がなぜ成功に至ったかの社会・経済情勢にかかわる境界条件を明らかにすることが肝要である。

したがって、マネジメントを学ぶ上で重要なことは、成功体験を論理的により**一般的な条件** (generic) の問題へと体系化することであると考えられる。

このような観点から、上記の解釈のように、マネジメントとは意思決定に供する情報を提供するものであるとすれば、その情報は、可能な限りバイアスのない、客観性および透明性の高いものである必要がある。つまり、KKDモデルのように、主観的に「私は思う」ではなく、「誰が見ても」という姿勢へと変更する必要がある。

それでは、可能な限りバイアスのない、客観性および透明性の高い情報を提供しうる手法とは何であろうか。考えうる限りにおいて、このような条件を満足する手法は、おそらく算術モデルあるいは数学モデルであると考えられる。なぜならば、数学モデルの基本は、「 $1+1=2$ 」であり、誰が見ても同じであるという客観性および透明性を満足しているからである。

したがって、本書においては以後、前述したマネジメントの意味を踏まえつ

つ、建設プロジェクトおよびエンジニアリングプロジェクトを対象とし、可能な限り算術モデルあるいは数学モデルを用いて、定量的な情報に基づく意思決定手法を示すことにする。

なお、本書のマネジメントに関する記述は、算術モデル・数学モデルを用いてマネジメントに関する認識をできるだけ一般化させることの重要性を示したものであることに留意されたい。しかし、マネジメントにかかわる諸事項の中には、それぞれの国民性・文化に根ざしたものもあることは否定できない。

その一事例である、日本と欧米のビジネスマンのプロジェクトマネジメントに関する意識の相違について、つぎの例題を用いて解説する。

例題 1.1

図 1.1 に示すように、人間を能力およびモチベーションの二つの軸からなる平面を用いて表現するものとする。日本のビジネスマンにとって理想の上司の姿をこの平面にプロットするとともに、その理由について述べよ。

さらに、欧米のビジネスマンを考えた場合には、この結果がどのように変わる可能性があるかについても考察せよ。

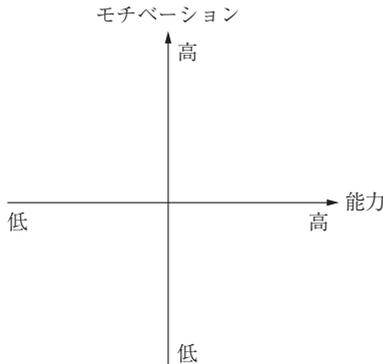


図 1.1 能力-モチベーション平面

解答

筆者の経験では、日本の中堅以上のビジネスマンに、「あなたにとって理想の上司の姿を、図 1.1 に示す平面にプロットせよ」と質問した場合に得られる解答の多くは、「第 2 象限（能力低い・モチベーション高い）」である。これは、日

本の中堅以上のビジネスマンにとっては、伝統的に「難しいことはわからないのでお前に任せた、責任はおれがとる」という一種^{なにか}浪花節で、自分に仕事を任せてもらうという気質が重んじられてきたことによるものと解釈される。言い換えれば、日本ではプロジェクトを集団で実施する場合には、上司は細かいことをいわず、部下のやる気を損なわず、組織の「和」を重んじることが強調されてきたとも解釈される。つまり、組織論として、「ボトムアップ」の運営が尊ばれてきたといえよう。加えて、ビジネスマンの実感として、「第1象限（能力高い・モチベーション高い）」の上司では、フォローするのが大変だという意見が聞かれることも多い。

これに対して、同じ質問を欧米のビジネスマンにした場合には、ほとんど得られる解答は、「第1象限（能力高い・モチベーション高い）」である。これは、欧米型のプロジェクトの運営は、強いリーダーの下での「トップダウン」であることに起因するものと解釈される。

このように、日本型マネジメントと欧米型マネジメントでは基本姿勢に相違があるにせよ、組織としての対応が必要となるプロジェクトの実施に当たっては、今後、意思決定に関する客観性・透明性を高める必要性が高まるものと考えられる。加えて、近年本例題の質問を、若手ビジネスマンおよび大学生にした場合には、ほとんどが「第1象限（能力高い・モチベーション高い）」という解答が得られることから、意思決定に関する客観性・透明性を担保することの重要性は、さらに高まるものと推察される。

1.2 プロジェクトマネジメントに関する基本概念

プロジェクトを円滑かつ効果的に遂行する上では、その第一歩として社会情勢および、**市場**（market）の動向あるいはニーズについての情報収集・分析とともに、そのプロジェクトに投入可能な**資源**（resources）と、その遂行によって得られる収益・便益に関する分析が不可欠であることはいうまでもない。

一般に、建設プロジェクトおよびエンジニアリングプロジェクトは、企画・調査・設計・操業／維持管理というプロジェクトライフで構成される。一般的な建設プロジェクトおよびエンジニアリングプロジェクトを想定した場合、プ

プロジェクトライフにおいて、投入される費用と、得られる収益・便益の関係は、図 1.2 のように表される。図に示すように、プロジェクトに投入される費用（コスト） C は、それぞれ開発・調査・設計費用 C_A （図 1.2 の A に相当）、機器購入据付費用 C_B （図 1.2 の B に相当）、建設費用 C_C （図 1.2 の C に相当）、および操業／維持管理費用 C_E （図 1.2 の E に相当）の和からなる。なお、このプロジェクトライフ全体で必要となる費用 C がライフサイクルコスト（life cycle cost）に相当するものであるが、一般的には開発・調査・設計費用 C_A を除いたものがライフサイクルコストと称されることが多い。

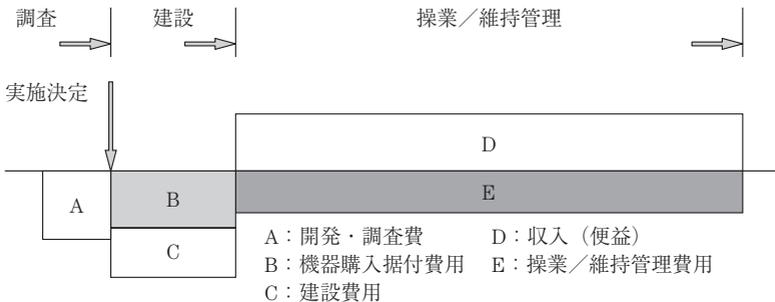


図 1.2 建設プロジェクトライフ

上記の各費用の内、調査段階における開発・調査費用は、プロジェクトを実施する上で、以下の事項を検討するために投入される。

- ① 収益・便益推定
- ② 費用（建設費用，機器購入据付費用，操業／維持管理費用）
- ③ 建設工程・工期

これらの事項は、必ずしも独立したものではないことに留意する必要がある。プロジェクトの実施を検討する上で重要なことは、予算・時間制約，すなわち投入可能な資源と時間（工期）の下で、プロジェクトの遂行によって得られる**収益**（benefit）を考慮し、プロジェクトを実施するか否か，すなわち「go」or「not go」の意思決定を行うことである。例えば、建設工期を短縮するためには、より多くの資源を投入することが必要となり建設費用が増加するが、そ

索引

【あ】		【け】		社会的割引率 social discount rate	8
アセットマネジメント asset management	40	経済内部収益率 economic internal rate of return, EIRR	24	収益 benefit	6
【い】		契約 contract	13	主観的リスク subjective risk	63
一般的な条件 generic	3	【こ】		需要 demand	98
イベントツリー event tree		工事単価数量表 bill of quantities	122	純現在価値 net present value, NPV	8, 18
ET	67	構造調整 structural adjustment	138	人件費 man-power expense	7, 39
【う】		国際協力機構 Japan International Cooperation Agency, JICA	25, 136	信頼性指標 reliability index	100
請負者 contractor	118	国際協力銀行 Japan Bank for International Cooperation, JBIC	61, 136	【す】	
【か】		国際コンサルティング・ エンジニア連盟 Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils, FIDIC	127	数量精算契約 re-measurement contract	123
確率変数 random variable	88	コンセッション concession	139	【せ】	
確率密度関数 probabilistic density function, PDF	93	【さ】		正規分布 normal distribution	93
カントリーリスク country risk	12	財務内部収益率 financial internal rate of return, FIRR	24	性能関数 performance function	99
【き】		材料費 material expense	7, 39	政府開発援助 Official Development Assistance, ODA	15, 135
機材費 machinery expense	7, 39	【し】		世界トンネル協会 International Tunnelling Association, ITA	131
期待値 expectation	86	資源 resources	5	【そ】	
客観的リスク objective risk	63	市場 market	5	総価一括契約 lump sum contract	122
供給 supply	98			総コスト total cost	80
【く】					
グラントレート grant rate	136				

損失期待値
expected loss 64, 66, 85

【た】

タイ高速度交通公社
Mass Rapid Transit
Authority, MRTA 146

タイ国鉄
State Railway of Thailand,
SRT 146

大量輸送交通網
mass transit 42

ターンキー契約
turn-key contract 122

【ち】

調達
procurement 40

【て】

デットサービスカバーレシオ
debt service coverage
ratio, DSCR 144

転嫁
transfer 13

【と】

特定した条件
site-specific 3

トンネルボーリングマシン
tunnel boring machine,
TBM 7, 110

【な】

内部収益率
internal rate of return, IRR 18

【は】

発注者
owner 118

パブリックプライベート
パートナーシップ
public private partnership,
PPP 16, 130

バンコク高速道路公社
Bangkok Expressway
Public Company Limited,
BECL 148

バンコク大量輸送交通公社
Bangkok Mass Transit
Authority, BMA 146

バンコク大量輸送システム社
Bangkok Mass Transit
System, Bangkok Sky
Train, BTS 146

バンコクメトロ
Bangkok Metro Public
Company Limited, BMCL
149

【ひ】

標準偏差
standard deviation 86

費用便益比
cost benefit ratio 18

【ふ】

不確実性
uncertainty 11, 16

不可抗力
force majeure 132

プライベートファイナンスイ
ニシアティブ
private finance initiative,
PFI 16, 130

プロジェクト
project 2

プロジェクトコスト
project cost 38

プロジェクトマネジメント
project management 1

プロジェクトリスクマネジ
メント
project risk management,
PRM 54

紛争処理委員会
Dispute Board, DB 129

紛争調停委員会
Dispute Adjudication
Board, DAB 129

分配
allocation 13

【へ】

返還
transfer 138

【ほ】

ポートフォリオ
portfolio 92, 115

【ま】

マーケットリスク
market risk 12

マネジメント
management 2

マネージャー
manager 2

【め】

メッセンジャー
messenger 3

【も】

持ち株契約
shareholder agreement,
SHA 148

モンテカルロシミュレーション
Monte Carlo simulation
84, 103

モンテカルロ法
Monte Carlo Method 84

【ゆ】

融資の条件
conditionality 138

【ら】

ライフサイクルコスト
life cycle cost 6

乱数 random number	104	リスク趣向的 risk loving	57	リスク分類 risk classification	56, 58
ランプサム固定価格 lump sum with fixed cost	123	リスク対応 risk response	57, 77	リターン return	93
ランプサム変動価格 lump sum with escalated cost	123	リスク中立的 risk neutral	57	【る】	
【り】		リスク低減／減少 risk reduction, risk mitigation	78	累積分布関数 cumulative distribution function, CDF	93
リスク risk	16	リスク転嫁 risk transfer	78	【れ】	
——に対する態度 risk attitude	57	リスク同定 risk identification	56, 58	レモンの市場 market of lemon	132
リスク解析学会 The Society for Risk Analysis	56	リスク評価 risk assessment	57, 63	【ろ】	
リスク回避的 risk adverse	57	リスクファイナンス risk finance	57	ローン契約 loan agreement	148
リスク吸収 risk absorption	78	リスク分析 risk analysis	64	【わ】	
リスクコントロール risk control	57	リスク分配 risk allocation	82	割引キャッシュフロー discounted cash flow, DCF	26

【B】

BMA Bangkok Metropolitan Area	145
BMR Bangkok Metropolitan Region	146
BOO build-own-operate	139
BOT build-operate-transfer	139

BTO build-transfer-operate	152
-------------------------------	-----

【E】

EPC engineering procurement construction	128, 140
---	----------

【F】

FIDIC Red	127
FIDIC Silver	127

FIDIC Yellow	127
--------------	-----

【O】

ODA の円借款事業 ODA Loan	135
OM operation and maintenance	142

— 著者略歴 —

1979年 京都大学工学部土木工学科卒業
1981年 京都大学大学院修士課程修了（土木工学専攻）
1981年 大成建設株式会社勤務
1987年 大成建設株式会社研修休職
カナダプリティッシュ・コロンビア大学客員研究員
1988年 大成建設株式会社復職
1993年 博士（工学）（京都大学）
1997年 京都大学助教授
1998年 タイアジア工科大学助教授
1999年 京都大学助教授
2003年 京都大学教授
現在に至る

プロジェクトマネジメント

Project Management

©Hiroyasu Ohtsu 2011

2011年5月10日 初版第1刷発行

検印省略

著者 おお っ ひろ やす
大 津 宏 康
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 新日本印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-05639-6 (中原) (製本：愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします