

刊行のことは

工業高等専門学校（高専）や大学の土木工学科が名称を変更しはじめたのは1980年代半ばです。高専では1990年ごろ、当時の福井高専校長 丹羽義次先生を中心とした「高専の土木・建築工学教育方法改善プロジェクト」が、名称変更を含めた高専土木工学教育のあり方を精力的に検討されました。その中で「環境都市工学科」という名称が第一候補となり、多くの高専土木工学科がこの名称に変更しました。その他の学科名として、都市工学科、建設工学科、都市システム工学科、建設システム工学科などを採用した高専もあります。

名称変更に伴い、カリキュラムも大幅に改変されました。環境工学分野の充実、CADを中心としたコンピュータ教育の拡充、防災や景観あるいは計画分野の改編・導入が実施された反面、設計製図や実習の一部が削除されました。

また、ほぼ時期を同じくして専攻科が設置されてきました。高専～専攻科という7年連続教育のなかで、日本技術者教育認定制度（JABEE）への対応も含めて、専門教育のあり方が模索されています。

土木工学教育のこのような変動に対応して教育方法や教育内容も確実に変化してきており、これらの変化に適応した新しい教科書シリーズを統一した思想のもとに編集するため、このたびの「環境・都市システム系教科書シリーズ」が誕生しました。このシリーズでは、以下の編集方針のもと、新しい土木系工学教育に適合した教科書をつくることに主眼を置いています。

- (1) 図表や例題を多く使い基礎的事項を中心に解説するとともに、それらの応用分野も含めてわかりやすく記述する。すなわち、ごく初歩的事項から始め、高度な専門技術を体系的に理解させる。
- (2) シリーズを通じて内容の重複を避け、効率的な編集を行う。
- (3) 高専の第一線の教育現場で活躍されている中堅の教官を執筆者とす

ii 刊 行 の こ と ば

る。

本シリーズは、高専学生はもとより多様な学生が在籍する大学・短大・専門学校にも有用と確信しており、土木系の専門教育を志す方々に広く活用していただければ幸いです。

最後に執筆を快く引き受けていただきました執筆者各位と本シリーズの企画・編集・出版に献身的なお世話をいただいた編集委員各位ならびにコロナ社に衷心よりお礼申し上げます。

2001年1月

編集委員長 澤 孝 平

ま え が き

科学技術を駆使して都市化社会を構築した人類は、豊かで安定した暮らしを手に入れてきた。しかし、環境問題や防災対策など、今後の社会が取り組まなければならない大きな課題が残されている。自然災害・環境問題・少子高齢化社会・財政難など、建設システムが取り得る手段における制約の厳しさが増す中で、複雑化した社会の要求を満たすためにはシステムの思考が必要となる。

建設システムは、自然と人間社会の共生を図りながら、持続発展可能な社会を目指すものである。自然や人間社会からなるシステムを究明したうえで、システムの最適化を図らなければならない。しかし、地球や自然の歴史に対し、人類や科学技術の歴史は新しく、未知の領域も数多く残されている。また、阪神淡路大震災や東日本大震災などの未曾有の大災害を経験した今日、建設システムにおいても未知なる領域の不確実性を十分考慮しなければならない。

本書は、都市地域空間に関連した社会問題が山積する中で、人間の勘や経験に依存した従来の計画手法から脱却し、確立した計画理論の下に、調査分析や予測を通して望ましい政策手段を立案選択するための工学的な方法をわかりやすく解説したものである。社会資本整備に関する社会経済的な内容から、分析・予測などの数理統計手法、最適化のためのOR手法、さらには、GISやリモートセンシングなどの最新技術を用いた計画情報の評価法などについて解説する。

本書の構成は、建設システム計画の総論にあたる1章の建設システム計画、建設システムの対象を記述した2章の問題点の整理と解決手法、3章以下の計画システムの分析・立案・予測・評価の方法や考え方の解説からなる。担当は、1章（大橋）、2章（荻野）、3章（西澤 3.1～3.3, 鈴木 3.4, 3.5）、4

章 (大橋 4.1～4.3, 伊藤 4.4), 5章 (荻野 5.1, 5.2, 柳澤 5.3, 5.4), 6章 (荻野 6.1, 6.4, 大橋 6.2.1～6.2.4, 石内 6.2.5, 野田 6.3) である。

筆者らは、いずれも大学や高専の環境都市工学系に所属しており、土木計画学・都市計画・交通計画などの分野で幅広く活動している。筆者らの長年の経験を基に、大学や高専の学生が計画システムを理解しやすいように本書をまとめたものである。計画システムの諸現象に対しては多くの事例を用いて解説しており、また、計画数理については例題を用いて解説するとともに、多くの演習問題とその解答例を示している。

なお、本書では、入門的な書物として基礎的な項目を重点的に取り上げているが、紙面の都合で応用的な分野の多くは省略している。これら応用的な分野については他の書物を参考にしていただきたい。

最後に、本書の執筆においては数多くの資料や文献を参考にしており、本文中に引用・参考文献や URL を示しているが、これら著者の方々に対して深甚なる謝意を表する次第である。また、本書が出版されるまでの長い間編集に尽力されたコロナ社をはじめ関係者の皆様方にも厚くお礼を申し上げる次第である。

2013年1月

著 者

目 次

1. 建設システム計画とは

1.1	建設システム	1
1.2	建設システムの構成要素	3
1.3	都市空間と社会資本	4
1.4	社会資本の特質	5
1.5	建設システム計画と社会資本整備	6
1.6	計画の五要素	7
	演習問題	8

2. 計画における問題点の整理と解決手法

2.1	問題の明確化	9
2.1.1	問題解決に向けた動機付け	9
2.1.2	問題発見と調査・分析の重要性	11
2.1.3	システムズアナリシスの建設計画への適用	12
2.1.4	防災から減災への新たな視点	14
2.2	ヒューリスティックな問題解決法	14
2.2.1	K J 法	14
2.2.2	KJ法の適用例	16
2.3	ISMモデル	17
2.3.1	構造化のプロセス	17
2.3.2	ISMモデルの適用例	21
	演習問題	21

3. 計画のための予測手法

3.1	なぜ予測か	23
3.2	データの収集と処理	24
3.2.1	データの種類	24
3.2.2	データの収集	26
3.2.3	データの処理	27
3.3	確率・統計によるモデル化	31
3.3.1	集合の基礎	31
3.3.2	確率の基礎	34
3.3.3	確率分布	36
3.3.4	基本統計分析	43
3.3.5	システムの信頼度	45
3.4	データの信頼性評価	47
3.4.1	母集団と標本抽出	47
3.4.2	統計的仮説検定	48
3.4.3	統計的推定	56
3.5	品質管理と管理図法	63
3.5.1	管理図法の概念	63
3.5.2	中心線 CL および管理限界線 UCL と LCL の求め方	64
3.5.3	管理図の見方	65
	演習問題	66

4. 計画のための多変量データ解析

4.1	多変量データからのアプローチ	68
4.2	変数間の相関	70
4.2.1	相関係数	70
4.2.2	相関比	72
4.2.3	属性相関	75
4.3	分散分析	78
4.3.1	一元配置法	78

4.3.2 多元配置法	81
4.3.3 実験計画と直交表	81
4.4 多変量解析	86
4.4.1 多変量解析手法	86
4.4.2 回帰分析	87
4.4.3 判別分析	95
4.4.4 主成分分析	97
4.4.5 数量化理論	101
演習問題	106

5. 計画のための数学モデル

5.1 数学モデルの必要性	110
5.2 待ち行列	112
5.2.1 待ち行列の定義	112
5.2.2 到着分布	113
5.2.3 待ち行列システムの基本方程式	115
5.2.4 待ち行列システム (M/M/1(∞))	116
5.3 数理計画法	118
5.3.1 線形計画法	118
5.3.2 非線形計画法	128
5.4 PERT, CPM	137
5.4.1 PERT	137
5.4.2 CPM	144
演習問題	148

6. 計画案の作成と評価

6.1 計画代替案の作成	151
6.1.1 代替案評価のための評価基準	151
6.1.2 目標の設定	154
6.1.3 代替案の探索	154
6.1.4 多面的な評価	157

6.2	計画案の効果と評価	159
6.2.1	計画案の効果	159
6.2.2	産業連関分析による計画案評価	160
6.2.3	費用便益分析による計画案評価	164
6.2.4	便 益 の 計 測	169
6.2.5	合意形成による計画案評価	172
6.3	環境アセスメント	185
6.3.1	環境アセスメントの歴史	185
6.3.2	環境影響評価法	186
6.3.3	地方公共団体の環境アセスメント制度	192
6.3.4	戦略的環境アセスメント	192
6.4	その他の計画手法	195
6.4.1	社会資本整備における新たな手法	195
6.4.2	PFI事業の適用例	199
6.4.3	PFI事業の留意点	200
	演 習 問 題	201
	付 録	203
	正規分布, t 分布, χ^2 分布, F 分布	
	引用・参考文献	207
	演習問題解答	211
	索 引	225

建設システム計画とは

今日の科学技術の進歩発展には目覚ましいものがあり、また、その恩恵により、人類は豊かさや便利さを手に入れてきた。科学技術の進歩に伴って建設システムの領域も周辺領域を取り込みながら拡大深化を続けており、また、人類の要求水準もつねに高度化してきている。現代は、行動手段選択の制約条件がよりいっそう厳しくなる中で、複雑な階層構造を有する地域社会の目的や要求に対して、システムの思考が強く求められる社会となっている。

本章では、建設の対象となる事柄のシステム性や構成要素、さらには、システムの制御や最適化などについて概観する。

1.1 建設システム

技術革新により、自然の一部を構成していた人間社会が自然と対峙^じするようになってきた。技術の進歩発展は人類の幸福を目指すものであるが、その反面、環境破壊なども発生しており、地球環境と調和した社会が求められている。

建設システムは、都市地域空間において、自然や人間社会に働きかける政策的な手段を実行する際の影響範囲と捉えることができる。政策的な手段としては、公共事業などを通して形成される社会資本などのハード的な施策や、法的規制などのソフト的な施策がある。これらの手段を通して、人類は豊かで安全安心な社会形成を目指して^{たゆ}弛み^{ない}努力をしてきた¹⁾†。

† 肩付き数字は、巻末の引用・参考文献の番号を表す。

2 1. 建設システム計画とは

建設システムを支える学問領域に、環境都市工学や都市システム工学などがある。建設システムの領域を概念的に図 1.1 に示す²⁾。

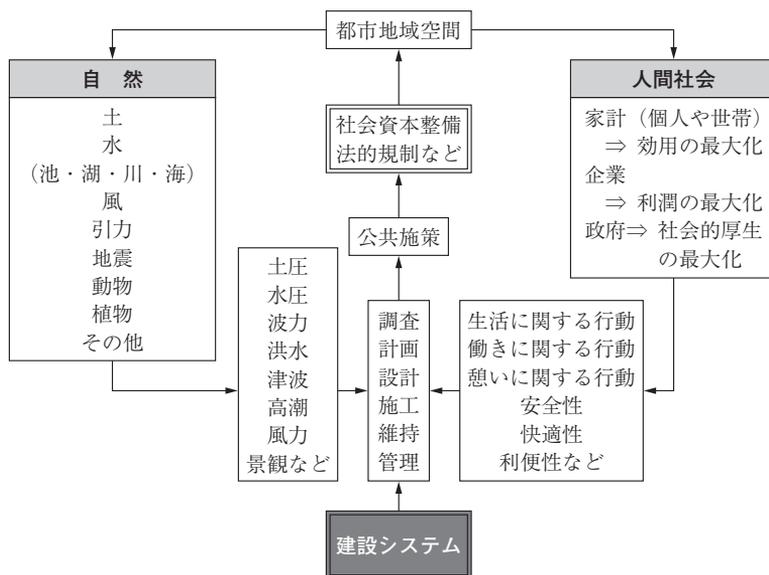


図 1.1 建設システムの概念図

既存学問の基で建設システムにより公共事業などの政策が実施され、社会資本整備や法的な規制が行われる。これらの政策は、自然と人間社会から構成される都市地域空間に作用する。自然は土・水・風・引力などであり、土圧・水圧・波力・景観などとして公共政策に作用する。自然が作用する力を十分に考慮していない構造物は危険であり、また、自然の法則に反した開発は自然環境を破壊することになる。

人間社会においても同様である。人間社会では、家計や企業の行動とそれらを補う政府の行動によって社会的な秩序が保たれている。人間社会の行動は、日常生活に関する行動、働きに関する行動、憩いに関する行動の三つに集約され、これらの行動が安全・快適・利便に行われる必要がある。このような人間社会の行動を通して、豊かで安全な社会の形成を目指している。人間社会の

法則性に反した社会資本や法的規制は役に立たなかったり、居住環境を破壊したりすることになる。

システムは構成要素の単なる集合体ではなく、ある目的を持った要素の集合体と解釈される。建設システムでは、自然と人間社会の共生を図りながら、持続発展可能な社会を目指すものである。自然や人間社会からなる複雑なシステムを十分究明したうえで、システム最適化を図らなければならない。しかし、地球や自然の歴史に対し、人類や科学技術の歴史は新しく、未知の領域も数多く残されている。阪神淡路大震災や東日本大震災などの未曾有の大災害を経験した今日、建設システムにおいても未知なる領域の不確実性を十分考慮しておく必要性がある。

1.2 建設システムの構成要素

建設システムの中では、さまざまな空間と時間において、複数の行動主体が各種の行動を行っている。

空間の概念は、地球空間のどこまでを対象とするか、あるいは、どの部分にまで影響を及ぼすかであり、着目する事象によって考慮する空間の大きさが異なってくる。空間の広がりとしては、地点レベル・地区レベル・都市レベル・地域レベル・国レベル・地球レベル・宇宙レベルがある。

自動車騒音問題に対しては、地点レベルや地区レベルでの検討となるが、地球温暖化問題に対しては、地球レベルでの検討が必要となる。また、新幹線とか高速道路などにおいては、地点間をどのように結ぶかという計画段階では、地域レベルや都市レベルの問題となる。しかし、景観などの計画段階では、地区レベルや地点レベルの検討が重要となる。近年では、海底から宇宙まで、考慮する空間が広がってきている³⁾。

時間の概念は、過去・現在・将来へと続くものである。土地利用などのように連続性が重要視される事象もあれば、流行とか価値観のように変化が重要視されるものもある。社会資本の耐用年数の長さを考え、時間の概念を見誤らな

いようにして、後世に**負の遺産**を残さないようにしなければならない。

都市地域空間の行動主体には三つある。家計・企業・政府であり、これらの行動はばらばらに行われているが、**市場メカニズム**の下で行動の秩序が保たれ、資源が最適に配分されている。家計は効用の最大化、企業は利潤の最大化、政府などの公的機関は社会的厚生を最大化を目指して行動している。また、行動は、生産・生活・レジャーレクレーションに大別される。あるサラリーマンの行動を、「会社で働き、仕事の帰りに同僚と居酒屋に寄り、それから自宅に帰った」と仮定すると、このような行動は「働きの生産行動、居酒屋でのレジャーレクレーション行動、自宅での生活行動」となる。人間（家計）は、これらの行動をバランスよく配置して豊かな生活を送っている。

わが国では市場メカニズムの統制下で社会が動いているが、**市場メカニズムが機能するための条件**には、①需要や供給の独占がないこと、②市場への参入退出が自由であること、③売り手買い手の価格と量に関する市場の情報を全員知っていること、の三つがある。これら三つの条件が成立するとき、財は最適に配分されることになる。一方、これらの条件の一つでも成立しなければ、財は最適に配分されない。

建設システムの構成要素には、水・空気・土・動植物などからなる自然と、都市・町・村・人間・企業・政府などからなる人間社会がある。また、建設システム計画で政策立案される社会資本や法的規制は選択可能な手段であるが、これらも建設システムを構成する要素となる。都市空間を取り扱う建設システムの技術者は、これらの構成要素の特性を十分に理解しておく必要がある。わが国は世界に例をみないような国土利用の高密度空間を形成しており、厳しい制約条件の下で望ましい選択をしなければならない状況にある。

1.3 都市空間と社会資本

人類は技術革新とともに集積の利益を求めて都市集中を繰り返してきた。その結果、人口や産業が集積した巨大な都市圏が形成された。高密度空間では、複

数の行動主体にサービスする共通の社会基盤が必要となり、技術革新や経済成長につれて、その重要性が増している。

現代は社会資本に大きく依存した社会を形成している。**社会資本**は、不特定多数の人が何時、何処でも利用できるように、人々の生活や産業活動を支える基盤的な施設である。日常の生活でわれわれが個人的に消費する一般消費財と対比して**公共財**ともいわれている。

社会資本が集中的に整備されている都心、そして十分な整備が行われていない郊外というように、社会資本の整備状況には空間的なばらつきがある。社会資本の整備水準が、住民の要求水準を上回れば、住民は満足な意識状態となるが、下回れば不満足な意識状態となる。しかし、人間には学習効果があり、現状において満足な水準で整備水準に変化がない場合であっても、時間の経過とともに満足な水準に慣れれば普通的水準へと低下する。さらには、要求水準の上昇があれば不満足な状態にもなる。一般に社会資本の耐用年数は長く、このため社会的な要求を把握するために住民意識調査などの継続的なモニタリングが必要となる。

社会資本は構造物や施設からなるが、構造物が単体で機能するのに対し、施設は構造物などの複合体で機能する。構造物が集まって施設が形成され、施設が集まって都市が形成される。構造物では建設の目的よりも安定性などが重視され、施設では目的が重視される。

1.4 社会資本の特質

自然や人間社会からなる都市地域空間に作用して、人類と共生できるように社会資本が整備されている。以下に、社会資本の特質を列举する。

1) **外部経済性** 社会資本は行動主体の基盤的なサービスを提供するもので、無料が原則であり、有料であっても必要最小限の料金徴収となる。行動主体は便益を享受するが、それに見合う対価の支払いはなく、外部経済性を有する経済行為となる。社会資本整備ではこの外部経済性を求めて行政への圧力

6 1. 建設システム計画とは

が強まる。

2) **公共性** 不特定多数の人々が、誰でもいつでも利用できることを原則にして、サービスの提供は排他的でなく公平に供与されるものである。

3) **移入不可能性** 社会資本は土地に固定されており、そのサービスをほかの地域から移入することはできない。

4) **大規模不可分性** 社会資本は大規模で多額の建設費を必要とし、また、関連施設を一体的に整備しないと、整備効果が発揮されないことが多い。

5) **独占性** 公共性や大規模不可分性を伴う社会資本整備では、規模の経済が作用し、独占化して大規模にしたほうが効率的となることが多い。

6) **建設期間と耐用年数の長さ** 社会資本整備の便益は都市全体に薄く広く作用する。しかし、不便益は特定の地点に集中する傾向があり、環境問題などをクリアーして供用開始に至るまでに長期間を要している。このため、初期投資の増大に伴って事業としての採算が取れなくなる傾向がある。また、耐用年数が長いために、物理的には使えるが社会的に利用されなくなることもある。

7) **効果計測の困難性** 一般財の効果が便益で評価されるのに対し、社会資本整備は、その多様性から計量的な評価が難しい。

1.5 建設システム計画と社会資本整備

個人の行動においては、何かをしようとしたとき、その行動が上手くいくかどうか不安がつきまとい、経験とか勘に頼りながら失敗しないように行動するのであろう。行動の結果、上手くいけばよいが、失敗すれば後悔することになる。実行までの間の不安や実行後の後悔を避けるために行うのが計画である。すなわち、目的を達成するためにはどのような手段があり、それらの手段はどのような結果になるかを事前に予測し、複数の手段の中から望ましい手段を選ばなければならない⁴⁾。

社会資本整備では、以下のことがらに注意する必要がある。

1) **効率性の追求** どのような事業にも予算的な制約があり、また、予算制約は年々強くなってきている。少ない予算でより多くの効果が期待できる事業が優先される。

2) **シビルミニマム** 日本国憲法第 25 条では最低限度の生活を保障しており、この基準を都市生活に適用したものがシビルミニマムである。このシビルミニマムが要求する水準を満たさなければならない。シビルミニマムが要求する事柄は、効率性の追求と対立するものである。

3) **地域の特徴** 長期的戦略的な投資を行って、地域の特徴を出すことも重要である。豊かさを求めていた時代には東京にあこがれ、「銀座」という名の地名が数多く付けられた。しかし、今日では、地域の独自性を出すことが重要になってきている。

4) **事業実施の困難性** 沿線住民などの効用低下なしに都市住民の効用を上げることは難しい。高密空間を形成する都市では、**外部不経済**の発生をゼロにすることは不可能である。地域住民の同意と補償が必要となり、効用の低下分を金銭で補償して効用水準を維持するなどの施策が必要となる。

5) **トレードオフの問題** 社会資本は生活環境全般に影響を及ぼすものであり、影響項目相互の関係を見きわめ、悪化する項目を見落とさないようにしなければならない。改善される都合のよい項目に眼が奪われる傾向がある。交通手段の開発では、速度と安全にはトレードオフの関係があり、速度を上げれば必然的に安全性は低下し、速度を下げれば安全性は上昇する。これらの両方を同時に改善することは技術的に難しい。都市環境においても同様のことがいえる。都心部は利便であるが安全性が低く、郊外は不便であるが安全性は高い。

1.6 計画の五要素

建設システムは複雑な構成をしているが、建設システムの計画という視点から見ると、つぎの五つの要素に集約される。どのような計画においても、

8 1. 建設システム計画とは

これらの五つの要素は共通しており、この五要素を見誤らないようにしなければならない。計画においては選択する手段に注目が集まるが、計画では手段よりも目的が重要であり、何のための計画かを十分に吟味しておく必要がある。

1) **主 体** 「誰が行う計画か」であり、建設システム計画の場合のほとんどの主体は公共主体となる。

2) **対 象** 「誰のために行う計画か」であり、建設システムを構成する人間社会や自然が計画の対象となる。具体例として、地区・都市・地域などの空間的広がりがあり、また、短期や長期などの時間の概念も考慮の対象となる。

3) **目 的** 「何のために行う計画か」であり、自然と人間社会の共生、人類の幸福、社会的な厚生最大化などが計画の目的となる。

4) **手 段** 目的を達成するために選択されるのが手段であり、最初から決まっているものではない。目的達成に有用なものすべてが含まれ、結果として、「何もしない現状のまま」も立派な計画案の一つになり得る。

5) **構 成** 実行可能で効果の期待できるスケジュールとして計画をとりまとめることであり、予算化や日程計画、さらには、関係機関への諸手続きや協力依頼などが含まれる。

演 習 問 題

- 【1】 図 1.1 の建設システムにおいて、「自然への働きかけ」や「自然からの働きかけ」の具体例、および「人間社会への働きかけ」や「人間社会からの働きかけ」の具体例を示せ。
- 【2】 市場メカニズムが機能するための三つの条件があるが、都市活動において、これらの条件を満たさない事象を示せ。
- 【3】 社会資本整備が公的機関によって行われるのはなぜか、市場メカニズムを引用してその理由を示せ。
- 【4】 学生生活の身近な事例や、社会資本整備の事例を取り上げて、計画の五要素が何になるか検討せよ。

索引

【あ行】

アイテム	101
アクティビティ	137
アセス法	185
アドホック法	190
アメダス	26
一元配置法	78
一様分布	39
一対比較	18
一般競争入札	195
イベント	137
因子負荷量	99
インパクト	160
受入補償額	171
有無比較法	160
オペレーションズリサーチ	9, 152

【か行】

回帰直線	87
回帰分析	87
改正 PFI 法	201
外的基準	69
外部経済性	5
外部効果	159
外部不経済	7
ガウス・ジョルダンの 消去法	120
ガウス分布	39
確率	34
確率分布	36
確率変数	36
確率密度関数	36
画素	175
仮想評価法	171
片側検定	49
可達行列	19

可達集合	19
合併集合	32
カテゴリー	101
カテゴリースコア	101
環境アセスメント	185
環境影響評価法	185, 186
管理委託制度	179
管理限界線	64
棄却域	50
技巧変数	126, 127
記述統計	27
気象データ	26
期待値	43
基底形式	120
基底変数	120
帰無仮説	49
キャピタリゼーション仮説	170
キューン・タッカーの定理	133
共通集合	32
業務統計	26
供用期間	165
局所最小点	129
局所最適解	129
寄与率	89, 99
空集合	31
区間推定	56
クラマーの V 係数	77
クラマーのコンティジェン シー係数 C_r	76
クリティカルな作業	139
クロス集計	75
クロスセクションデータ	69
計画アセス	193
計画期間	165
計画の五要素	7
計数值	25

計量値	25
結合点日程	138
結合法則	33
決定係数	89
元	31
ケンダールの記述方式	113
合意形成	172
公共財	5
交互作用	81
構造模型	78
公聴会	178
誤差	87
個体	68
コンセッション方式	200

【さ行】

最小二乗法	87
最早開始時刻	141
最早結合点日程	138
最早終了時刻	141
探択域	50
最遅開始時刻	141
最遅結合点日程	139
最遅終了時刻	141
最適解	129
最適化の問題	155
最適基準	156
最頻値	44
最尤法	57
サービス分布	113
産業連関表	160
産業連関分析	160
視覚情報データ	26
事業アセス	192
事業継続計画	196, 198
事業効果	159
時系列データ	25, 69
時系列分析	30

事象	34	スラック変数	120	定常確率	115
市場メカニズム	4	正規分布	39, 203	定性データ	24
市場メカニズムが機能する ための条件	4	積集合	32	定量データ	24
指数分布	42	積率法	57	デジタル画像	175
システムズアナリシス	12, 151	絶対確率	34	デルファイ法	14, 152
		セールスマン問題	155	電磁波	174
実験計画	81	全域最小点	129	点推定	56
実行可能解	129	全域最適解	129	統計的仮説検定	48
実行可能領域	129	線形計画	119	統計的推定	27, 56
質的データ	24	線形計画法	118	統計量	27
指定管理者制度	179	先行集合	19	到着分布	113
支払意思額	171	前後比較法	160	投入係数	160
シビルミニマム	7	全体集合	32	独立	35
資本形成効果	159	全変動	84	独立フロート	142
市民参加	172	戦略的環境アセスメント	192	度数分布	27
指名競争入札	195	素	32	トータル使用可能時間	139
社会基盤	10	相関係数	69, 70	トータルフロート	141
社会資本	5	相関比	69, 72, 103	凸関数	130
——の特質	5	総合評価方式	196	特急費用	145
社会的費用	170	総合評価落札方式	198	凸集合	130
重回帰分析	91	想定外	10	トラフィック密度	116
集合	31	属性相関	69, 75	トレードオフ	7
——の演算	32				
従属フロート	141	【た行】		【な行】	
住民参加	178	第1種事業	186	内部効果	159
縦覧	178	第一種の過誤	51	ナップサック問題	155
主成分	97	対数正規分布	41	二元配置法	81
主成分得点	99	代替案	154	二項分布	37
主成分分析	97	第2種事業	186	入札制度	196
条件付き確率	34	第二種の過誤	51	ネットワーク法	190
冗長システム	46	代表値	44	【は行】	
消費者余剰	169	耐用年数	165	排反	35
シンプレックス基準	121	対立仮説	49	破壊確率	45
シンプレックス法	120	多元配置法	81	罰金	126
信頼度	45, 56	多変量解析	29, 69, 86	罰金法	125
推移包	19	単回帰分析	87	パネルデータ	69
水準間変動	84	単純集計	75	バリュアアナリシス	198
数値シミュレーション	111	地域比較法	160	バリュアエンジニアリング	198
数量化理論	69, 101, 152	チェックリスト法	190	範囲	44
数量化理論第Ⅰ類	101	中央値	44	反射	173
数量化理論第Ⅱ類	102	中心極限定理	64	判別関数	95
数量化理論第Ⅲ類	104	中点値	44	判別分析	95
スクリーニング	188	超幾何分布	37	ピアソンの積率相関係数	70
スコーピング	188, 189	直列システム	45	非基底変数	120
ストック効果	159	直交表	69, 81, 82		
		地理情報システム	26, 175		

ピクセル	175	分布関数	36	山積み	142
非線形計画法	128	平均値	43	有意水準	49
評価基準	151	並列システム	46	有限集合	31
費用勾配	145	ヘドニックアプローチ	170	尤度	57
標識	68	便益	159	予測	23
標準正規分布	39	便益や不便益の帰属	159	余裕時間	141
標準値	63	偏差平方和	44	四大公害	185
標準費用	145	ベン図	32		
標準偏差	43	変動	44		
費用負担	160, 172	変動係数	43	【ら行】	
費用便益分析	164	ポアソン分布	38, 114	ラグランジュ乗数	132
標本平均	48	包括的民間委託	179	離散の確率変数	36
費用や便益の帰属	172	放射	173	離散データ	25
費用有効度分析	164	ポサ	179	リモートセンサ	174
品質管理	63	補集合	32	リモートセンシング	173
負の遺産	4	母集団	47	量的データ	24
部分集合	31	補償	160, 172	利用率	116
不便益	159	母数	48	旅行費用法	170
プラス効果	159	母平均	48	隣接行列	19
プラットフォーム	174			累積 KJ 法	16
プラン	12	【ま行】		累積寄与率	99
プランニング	12	マイナス効果	159	レオンチェフ行列	162
フリーフロート	141	待ち行列	10, 112	レンジ	101
ブレーションミニング法	14, 152	待ち行列システム	115, 116	連続の確率変数	36
		まちづくり	178	連続データ	25
フロー効果	159	マトリックス法	190		
プロジェクトライフ	165	無限集合	31	【わ行】	
プローブ情報	181	ものの価値	167	ワークシヨップ	13, 178
分散	43			和集合	32
分散分析	69, 78	【や行】		割引率	166
分配法則	33	山崩し	143		

AHP 法	152	KJ 法	14, 152	SEA	192
AMeDAS	26	M/M/1(∞)	112, 116	sinsai.info	180
B/C	168	OR	9, 152	t 分布	206
BCP	196, 198	PDCA サイクル	154	VA	198
BOT	195, 196	PERT	137	VE	198
CPM	137	PFI	195	WTA	171
CVM	171	PFI 事業	199	WTP	171
F 分布	206	PFI 法	196	\bar{X} - R 管理図	63
GIS	26, 175	PI	178	\bar{X} 管理図	63
ICT	173	POSA システム	179	ϕ 係数	76
ISM 法	17	QC	63	χ^2 値	76
IT	173	R 管理図	63	χ^2 分布	205

— 著者略歴 —

大橋 健一 (おおはし けんいち)

1972年 愛媛大学工学部土木工学科卒業
1974年 愛媛大学大学院工学研究科修士課程
修了(土木工学専攻)
1974年 明石工業高等専門学校助手
1977年 明石工業高等専門学校講師
1984年 明石工業高等専門学校助教授
1995年 英国レディング大学客員研究員
1996年 博士(工学)(徳島大学)
1996年 明石工業高等専門学校教授
現在に至る

西澤 辰男 (にしざわ たつお)

1979年 金沢大学工学部土木工学科卒業
1981年 金沢大学工学院工学研究科修士課程
修了(土木工学専攻)
1981年 金沢大学助手
1985年 石川工業高等専門学校助手
1989年 石川工業高等専門学校講師
1989年 工学博士(東北大学)
1991年 石川工業高等専門学校助教授
2005年 石川工業高等専門学校教授
現在に至る

鈴木 正人 (すずき まさと)

1986年 名古屋工業大学工学部土木工学科卒業
1988年 名古屋工業大学大学院博士前期課程
修了(社会開発工学専攻)
1991年 名古屋工業大学大学院博士後期課程
修了(社会開発工学専攻)
工学博士(名古屋工業大学)
1991年 岐阜工業高等専門学校助手
1993年 岐阜工業高等専門学校講師
1996年 岐阜工業高等専門学校助教授
2007年 岐阜工業高等専門学校准教授
2009年 岐阜工業高等専門学校教授
現在に至る

野田 宏治 (のだ こうじ)

1979年 中部工業大学土木工学科卒業
1979年 豊田工業高等専門学校助手
1989年 豊田工業高等専門学校講師
1993年 豊田工業高等専門学校助教授
1997年 博士(工学)(名古屋工業大学)
2004年 豊田工業高等専門学校教授
現在に至る

荻野 弘 (おぎの ひろし)

1969年 名古屋工業大学工学部土木工学科卒業
1971年 名古屋工業大学工学研究科修士課程
修了(土木工学専攻)
1971年 豊田工業高等専門学校助手
1973年 豊田工業高等専門学校講師
1977年 豊田工業高等専門学校助教授
1985年 工学博士(名古屋大学)
1988年 豊田工業高等専門学校教授
2008年 豊田工業高等専門学校名誉教授
株式会社キクテック技術顧問
現在に至る

柳澤 吉保 (やなぎざわ よしやす)

1984年 信州大学工学部土木工学科卒業
1986年 信州大学大学院工学研究科修士課程
修了(土木工学専攻)
1986年 長野工業高等専門学校助手
1994年 長野工業高等専門学校講師
1997年 博士(工学)(京都大学)
1998年 長野工業高等専門学校助教授
2007年 長野工業高等専門学校教授
現在に至る

伊藤 雅 (いとう ただし)

1990年 筑波大学第三学群社会学類卒業
1995年 筑波大学大学院社会学研究科博士
課程中退(都市・地域計画学専攻)
1995年 京都大学助手
1997年 博士(都市・地域計画)(筑波大学)
1998年 和歌山工業高等専門学校助手
2002年 和歌山工業高等専門学校助教授
2007年 和歌山工業高等専門学校准教授
2010年 広島工業大学准教授
現在に至る

石内 鉄平 (いしうち てつぺい)

2001年 茨城大学工学部都市システム工学科卒業
2003年 茨城大学大学院理工学研究科博士前期
課程修了(都市システム工学専攻)
2008年 茨城大学大学院理工学研究科博士後期
課程修了(環境機能科学専攻)
博士(工学)(茨城大学)
2008年 茨城大学産学官連携イノベーション創
成機構研究員
2010年 明石工業高等専門学校助教
現在に至る

建設システム計画

Planning of Construction System

© Ohashi, Ogino, Nishizawa, Yanagisawa, Suzuki, Itoh, Noda, Ishiuchi 2013

2013年3月6日 初版第1刷発行

検印省略

著者 大橋 健一
荻野 弘
西澤 辰男
柳澤 吉保
鈴木 正人
伊藤 雅
野田 宏治
石内 鉄平
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 978-4-339-05519-1

(新井) (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