

理系学生が一番最初に読むべき！ 

英語科学論文 の書き方

IMRaDでわかる科学論文の構造

- 編集・執筆 片山晶子 東京大学教養学部附属グローバルコミュニケーション研究センター
ALESS プログラム特任講師／駒場ライターズスタジオマネージャー
- 執筆 中嶋隆浩・三品由紀子



INTRODUCTION, METHOD,
RESULTS and DISCUSSION

中山書店

理系学生が一番最初に読むべき！ 

英語科学論文 の書き方

IMRaDでわかる科学論文の構造

- 編集・執筆 片山晶子 東京大学教養学部附属グローバルコミュニケーション研究センター
ALESS プログラム特任講師／駒場ライターズスタジオマネージャー
- 執筆 中嶋隆浩・三品由紀子

INTRODUCTION, METHOD,
RESULTS and DISCUSSION

中山書店

序

「研究ってただ自分が知りたいから実験して終わり，じゃダメなんですか」と大学に入ったばかりの学部1年生に真顔で聞かれて，一瞬返答に詰まったことがある．なぜダメなのかは一言では説明できない．とりあえずそのときは「研究は伝えないと研究じゃないから」と答えてみた．大学や研究機関でなされる研究は，学生も含めた新米がする研究でも，業績豊富なベテランの研究でも，皆グループ活動である．たとえ一人でしているように見える研究でも，新しい知識を生み出すためには，自分以外の人の批判や協力が必要だ．グループ活動はコミュニケーションによって成り立っている．「ただ自分が知りたいから」はもちろんすべての研究者に共通するスタート地点だ．しかし「知る」ためにはたくさんの論文を読み，そして実験をしたらその結果と考察をたくさんの人に読んでもらい，批判に答えることで信憑性を確かめ，さらに自分や他の研究者の次の研究に資する，このサイクルを繰り返していくのがこれからプロとして研究することを志す皆さんの日々となる．

今は英語で論文を書くことに不安を感じている皆さんが，科学論文の共通言語である英語で研究活動をするに（多少は負担を感じつつも）慣れる日が早く来るように，そして何よりも皆さんがこれからする素晴らしい研究が，この地球上の多くの研究者に今だけでなく将来も読まれるように，と念じつつ本書は執筆された．苦労の結晶である研究が学術誌に掲載されるのは嬉しい．英語で書くからたくさんの人に読んでもらえる．海外の思わぬところからコメントのメールが来たりする．そんな経験を繰り返していくうちに，皆さんもいつの間にか英語で発信をする一人前の科学のコミュニティの一員になっていくだろう．

本書の執筆は多くの人々の協力がなくてはなしえなかった．東京大学の初年次の科学英語プログラム ALESS (Active Learning of English for Science Students)，英語プログラム付属の科学実験室である ALESS Lab，そして同

プログラム履修生の論文執筆支援をしているライティングセンター・駒場ライターズスタジオの関係者の皆様には数え切れない貴重な助言を頂戴した。東京大学情報基盤センター学術情報リテラシー担当の皆さんにも、日頃から本書の内容にも関連する支援をいただいている。また中山書店編集者の鈴木幹彦氏の温かいサポートにも著者一同心からお礼申し上げる。

2017年2月

東京大学教養学部附属
グローバルコミュニケーション研究センター

片山晶子

目次 | Contents

はじめに.....	1
-----------	---

第 1 章 | 科学論文とは何か 5

🔗 科学論文にはどこで出会えるか.....	6
🔗 科学論文とはどのようなものか.....	8
🔗 科学者や研究者とはどんな人々か.....	9
🔗 先行研究のない科学研究はない.....	12
🔗 巨人の肩の上に立つ.....	14

(中嶋隆浩)

第 2 章 | 科学論文の構成 19

🔗 IMRaD 形式とは.....	20
🔗 IMRaD 形式の特徴と他の科学論文形式との違い.....	22
Letters	22
Review	23
🔗 IMRaD 論文の各部分の役割と構成.....	24
Title (題名).....	24
Abstract (アブスト；要約)	26
Abstract 内のミニ論文— 2 つの例	26

Introduction (イントロ; 基礎知識と研究の位置づけ)	28
Introduction の実例	29
Introduction の締めくくり 2 つの例	31
Method (研究方法, 手法)	32
Materials	33
Procedure/Protocol (研究方法・実験方法)	33
Results (研究結果)	34
Figure	35
Discussion (結果の傾向や意味)	39
References (参考文献)	42
	(三品由紀子)

第3章

科学論文の英語

53

 論文英語は英米語ではなく国際語である	55
 IMRaD でやるべきこと・やってはいけないこと	57
Introduction に無駄なことを書きすぎる	58
Method を時系列にそって書かない・時制が不統一	59
Results は Discussion の準備	60
Results は描写・Discussion は考察	61
Discussion が Introduction と呼応していない	61
 Paragraph が書けますか	61
 シンプルな文がいい	66

● 絶対に誤解されないための単語や表現	67
定義を明確にする	67
多義語・慣用句を避ける	68
Hedging（断定を避ける）	70
● 論文英語は「不変かつ普遍」ではない	71
	（片山晶子）

第4章 | 電子ジャーナルの英語文献の探し方と管理 77

● 文献の探し方	78
論文の入手方法	78
著者名や論文名がわかっているとき	86
著者名がわかっている場合	86
論文名（タイトル）がわかっている場合	86
あるテーマの論文を探すとき	87
入手したい論文が有料の場合	88
● 文献管理	89
インターネット検索で見つけた論文の保存	89
紙媒体	90
文献管理ソフト	90
文献ソフト一例	91

（三品由紀子）

第5章 科学論文執筆 3つのケース

97

CASE1	ダイゴさん（生物系）	99
	「読むこと」が研究のスタート	99
	まずは Method から書く	101
	lab notes（実験ノート）は私物ではない	101
	査読者も英語が母語ではない	102
CASE2	タカコさん（化学系）	103
	グループ研究がほとんど	104
	実験は Results にしか意味はない	105
	書けないのは「英語だから」じゃない	106
CASE3	リントロウさん（複合領域）	107
	英語は話せるけれどキレイな文が書けない	108
	ペーパーレスの論文執筆—複数場所に保存・安全に保存	108
	キャプションは力の入れどころ	109
	読み手を意識してデータを可視化する	111

（片山晶子）

第6章 引用と出典の記載 —執筆上の「不正」をしないために 115

	徹底した「見える」化	116
	学術論文のスタイル	117
	番号順かアルファベット順か	118

文献リストと文中の出典表記の対応—番号順文献リストの例	119
文献リストと文中の出典表記の対応—アルファベット順文献リストの例	120
 著者名の重要性	122
 文献の引用と出典の記載	123
 引用の三態	124
要約 (Summary)	125
書き換え (Paraphrase)	127
直接引用 (Direct quote)	128
孫引きを避ける	130
 間違いを防ぐための工夫—過って剽窃・盗用をしないために	130
 文献管理	131
 出典表記 (Citation) で失敗しないために	132

(片山晶子)

第7章 | 英語の論文に慣れるために —何から始めたらよいか 137

 英語力が身につく読み方—大量で継続的なインプット	138
 科学ニュースを読む	139
 ニュースから論文へ	140
Abstract を読む	140
短い科学論文を読む—Letter, Communication など	145
論文以外の学術誌の記事を読む	
— Readers' Forum, Commentary, Opinion	145

● 英語論文が書けるようになる読み方・ならない読み方	146
トップ10 精読	147
輪読精読	148
定期精読	148
● 精読の効用	148
簡略化のコツをおぼえる	149
Transitions (つなぎ言葉) をおぼえる	149
細かく読んで初めてわかる Hedging などのニュアンス	150
よいタイトル・悪いタイトル	150
● 身近なお手本	151
	(片山晶子)
終わりに	153

- IMRaD 論文をより詳しく 47
- 「論文選び」および「どの文献が役に立つか」を判断する
テクニク 89
- 文献管理ソフト Mendeley と My Library の使い方 92

論文執筆のためのトピックス

- 01 情報の流れを考慮して
読み手に効果的なアピールをする 山村 公恵 50
- 02 簡潔な文の書き方—関係代名詞を避けるなど 北田 依利 73
- 03 Method セクションにおける曖昧な表現 森谷 祥子 94
- 04 I を使わないで書く方法 目黒 沙也香 112
- 05 読者の心をつかむイントロ 林田 祐紀 135

*本書内で引用している英語論文の **マーカ** 部分はすべて本書筆者によるものです。

執筆者一覧

[編集・執筆]

片山晶子

東京大学教養学部附属グローバルコミュニケーション研究センター
ALESS プログラム特任講師／駒場ライターズスタジオマネージャー

[執筆]

中嶋隆浩

東京大学教養学部附属グローバルコミュニケーション研究センター

三品由紀子

東京大学教養学部附属グローバルコミュニケーション研究センター

[コラム執筆] 東京大学教養学部駒場ライターズスタジオ・チューター

山村公恵

東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻

北田依利

東京大学大学院総合文化研究科地域文化研究専攻

森谷祥子

東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻

目黒沙也香

東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻

林田祐紀

東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻

所属は執筆時点のもの

第 2 章

科学論文の構成

三品由紀子



IMRaD 形式とは

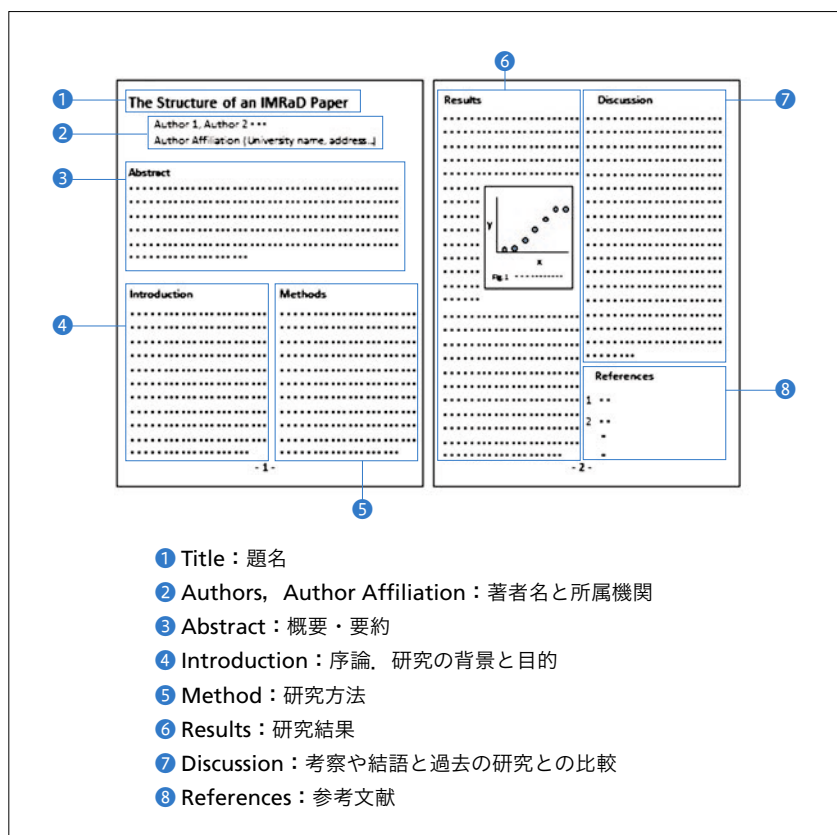
第1章で解説した通り，科学論文には研究者のオリジナルな研究成果を正確に伝える役割がある．科学論文にはさまざまな形式があるが，今ではIMRaDといわれる文章構成形式が主として使われている（**1**）．新しい研究の発表や，研究データの紹介の際にはこの形式を使う必要がある．実験の観察や結果を発表すること自体は数百年前から続けられているが，過去には統一した形式はなかった．IMRaD形式は1930年代から使われ始めたと思われるが，それ以前は各自各様の方式，たとえば手紙などの私信で観察内容を伝えることが多かった．しかしその後徐々に形式が整理され，特に1970年代に入って標準形式として確立した（Sollaci, 2004）¹．

IMRaDへの統一により研究成果報告の体系化が進み，それにより他研究者による内容検索が飛躍的に進んだ．**IMRaDとは「イムラッド」と発音し，科学論文の主なセクションの Introduction (I), Method (M), Results (R), and (a) Discussion (D) の各頭文字からなる名称である．**この4つのセクションはそれぞれ役割が異なり，それゆえに各論点も異なる．おのおのは客観性と厳密性が追求され，専門用語が多用されている．このような4つのセクションが集まり統合されて初めて1つの論文の体系が出来上がり，論旨が明確になる．

Introduction, Method, Results, Discussionとあえて分け，強調する理由は何であろうか．それはこの4つが論文執筆者がもっとも重視すべき要素だからである．Introductionでは，研究の背景を述べ，なぜこの研究は重要なのかを説明する．Methodではどのような実験を行い，他の論文と異なるどのようなユニークさがあるのかを強調する．実験の結果はResultsで明確に示し，もし新発見があればここで強調して表現する．最後のDiscussionでは実験結果の意味を議論し，将来の研究へと道筋を整える．

現在では多くの分野でIMRaD形式が採用されているが，この形式で書かれている限り，比較的長論文でも，また複雑な研究内容でも読みやすく

1 IMRaD 形式：構成の例



- ① Title：題名
- ② Authors, Author Affiliation：著者名と所属機関
- ③ Abstract：概要・要約
- ④ Introduction：序論、研究の背景と目的
- ⑤ Method：研究方法
- ⑥ Results：研究結果
- ⑦ Discussion：考察や結語と過去の研究との比較
- ⑧ References：参考文献

なる。特に世界の多くの研究者の注目を集めるためには、IntroductionやDiscussionを重視すべきである。研究そのものをよりよく理解してもらうための必要不可欠な要素だからだ。実際、IMRaD形式を用いた研究発表により、学際的な共同研究が急速に推進されたと考えられている。



IMRaD 形式の特徴と他の科学論文形式との違い

科学論文には主として3つの種類があり、Letters（レター・短報）や Review Article（レビュー）など、IMRaD 以外のお形式を用いるものがある。しかし IMRaD 形式の論文は「Research Article（研究論文）」を代表し、一般に科学論文の中心をなすと考えべきである。IMRaD 形式の論文はもっともテクニカルかつ専門的であり、新しい研究内容を発表する舞台となっている。新たな知識や見解を明確に伝えるためにこの形式が活用されているのだ。分野や注目点にもよるが、通常「研究論文」は数ページから 20 ページ以上と幅広い。IMRaD 形式の論文の呼称は扱うジャーナルにもよるが、やや長めの論文を Research Article, Reports, Original Papers などとよぶこともある。

■ Letters

一方、やや短めの論文は Letters, Short Report, Communications などとよばれる。これらは IMRaD 形式で発表する一般的な論文よりも迅速に発表されることが多い。もともとは論文誌（ジャーナル）自体が採用している中心的な形式ではないが、なるべく早く内容を発表したいものを対象としている。一般に最先端な内容は競争も激しく早さを競っており、Letters や Short Report, また Communications 等の短めの論文はそのために使われることが多い。最近ではそれらの多くは、急を要する公表形式として広く認知されている。

たとえば、JACS（Journal of the American Chemical Society）は Communications と Articles を共に発行しているが、“Communications are restricted to reports of unusual urgency, timeliness, significance, and broad interest” と規定している（JACS Author Guidelines）。さらに、FEBS Letters というジャーナルは“The journal for rapid publication of short reports in molecular biosciences”と銘打っている。Letters ではより早く最新研究を発表するため、



通常2, 3ページと短めである。

これら論文の発表までの手続きそのものは、一般のIMRaD Article形式の論文と大きく異なることはないが、公開までの時間は大幅に短縮されている。Lettersの論文はIntroduction, Method, Results, Discussionとしての表題は使っていないが、実際はIMRaD形式と同じ内容を記述していることがほとんどである (Björk, 2009)²。

■ Review

では、ReviewとIMRaD形式の論文はどのように違うのか。トピックや学術雑誌による違いはあるが、一般に科学論文としてもっとも長い論文とされているのはReviewである。Reviewとは主にLiterature review(文献調査)のことを意味し、最新の研究や考え方・見方、過去の重要な論文、近年もっとも注目されている論文等を取り上げて比較・要約することを目的に書かれたものである。分野の専門家が、ある特定のトピックについての論文をまとめて、さまざまな見方から論評する。最新の情報や研究の経緯を反映させ、将来の研究方向、期待される方向性なども論じる。新たな研究成果は特に重

第 3 章

科学論文の英語

片山晶子

本章ではこれから初めて英語で論文を書く理系学生・院生が知っておくべき「科学論文で使われる英語の特徴」の基本を紹介しよう。

序文でも述べた通り、「科学論文が書けるようになる」ということは、単に正しい文法を学んだり、知っている単語数を増やしたりする言語習得だけではなく、科学研究をする研究者のコミュニティのメンバーになるということである。科学のコミュニティのメンバーになるためには、コミュニティ特有の慣習をマスターしなければいけない。「母語ではない英語で研究論文を書く」ということは世界中の科学者の大多数が日常的に行っている慣習である。

そうは言っても英語は、いざ使うとなると話すにしても書くにしても、多くの日本人にとってストレスの元になる。英語が障壁となってしまって、よい研究をたくさんしているのに、学術誌への発表が極端に少ない研究者もいるのではないだろうか。すでに国際的なジャーナルに出版論文がいくつもある科学者でさえ「日本語で読んで日本語で書けたらどんなに楽かと思いますよ」とはやくこともある。

理系の学生や院生のなかには中学・高校では英語という科目が嫌いだった人も多いかもしいない。大学院で日々研究をするだけでも十分大変なのに、この上、論文を母語でない言語で書くことは、とても負担が大きく初めは苦痛に感じるのが当たり前である。科学論文の英語は確かに語彙が一見難しそうだし、学校英語では習わなかった決まり事がたくさんある。

「母語ではない英語で研究論文を書く」ことは「科学のコミュニティの慣習」である、と述べたが、社会慣習は本を読んだだけで習得することは困難である。慣習を身につけるためには必ず「参加すること」が必要である。しかし、初めから「想像の英語の壁」にひるんで参加を見送ってしまっただけでは残念である。果敢に英語論文の執筆に取り組むことによって「研究を発信する」という科学のコミュニティの非常に重要な慣習をできるだけ早く身につけるために、この章で紹介する科学論文英語の目的、性質、そして決まり事を理解することが役に立つと考える。



論文英語は英米語ではなく国際語である

まず英語での科学論文の執筆で忘れてならないのは、「読み手は誰か」、その読み手に「何をわかってほしいのか」ということを常にイメージしながら書くということである。「クラブの部員全員にメールで練習場所への道順を連絡しなければならない」という状況を想像してみてほしい。このメールを書くときには、書き手の頭のなかには「読み手が誰なのか」、そして「その読み手がこのメールで得るべき知識は何なのか」がはっきりしている。英語で科学論文を書くときも、誰に対して書いているのか、何を理解してもらわなければならないかを書き手である皆さんは常に意識のなかに入れておくことが大切である。

理系の学生や院生のなかには、実際のコミュニケーションのために英語を書いたことがあまりないという人も多いかもしれない。「自分の書いた拙い英語をネイティブスピーカーがわかってくれるだろうか」という不安を耳にすることもある。ここでこれから自分が書く科学論文の「読み手」を具体的に想像してみてほしい。第1章で紹介した通り科学のコミュニティでは英語が現在のところ共通語となっているが、これは英語母語話者が科学者の大多数だという意味ではまったくない。皆さんがこれから書く英語論文の読者も、多くは実は皆さんと似たような「英語を母語としない人」なのである。このことは科学論文と他のジャンルの英語とを隔てる大きな特徴なので、肝に銘じる必要がある。世界的な権威のある総合科学誌 Natureの投稿規定には Readability（読みやすさ）という項目があり、次のような指示がされている。

Nature is an international journal covering all the sciences. Contributions should therefore be written clearly and simply so that they are accessible to readers in other disciplines and to readers for whom English is not their first language.¹

皆さんはやがて大学院での研究論文を学術誌に投稿し始めるだろう。皆さんのような日本人研究者グループの投稿論文を査読するのがフィンランド人とスリランカ人と日本人の研究者、書き手にも読み手にも英語のネイティブスピーカーは1人もいない、というようなことが現実には多々ありうる。このような母語を異にする読み手に対して英語で論文を書くという状況で、上記のように読み手に書き手が伝えたいことが、(e-mailで部活の練習場所を連絡するように)効率よく的確に伝わるために、いったいどのような言葉でどのように書いたらいいのか、というのが英語ネイティブ、ノン・ネイティブを問わず国際レベルの研究をするすべての科学者の課題なのである。

英語を母語としない人同士がコミュニケーションするために共通言語として使う英語のことを English as a lingua franca (ELF) とよんでいる。科学論文の英語もこの ELF に属すると考えられる。

「論文の英語はすべての人にとって第2言語」とよく言われている。科学論文に使われる英語は ELF であるだけでなく、科学というコミュニティの言語でもある。科学のコミュニティには、たとえば青果市場やジャズプレーヤー仲間の符丁のような、メンバー同士のコミュニケーションの目的のために長い間に作り上げられた独特の言語慣習が数多くある。コミュニティ言語の習得はたまたま英語が母語である大学院生にとっても必ずしも容易なことではない。

科学論文の目的は研究が「正確に」「明確に」「無駄なく」「もれなく」報告されることである。母語話者でない者同士が齟齬なく意志疎通ができる ELF であって、しかも科学のコミュニティ独特の言語となると、科学論文の英語には高校の教科書で読んだ小説の英語や、ネットにあるブログの英語などとはだいぶ異なる慣習や決まり事がたくさん必要になる。

次に、科学論文の英語の特徴についてマクロからマイクロ全体の構成、Paragraph、文の特徴、単語の特徴—の順に基礎的な解説をしていこう。



IMRaD でやるべきこと・やってはいけないこと

前章で典型的科学論文を IMRaD に分けてそれぞれ解説したが、そこで紹介された Introduction, Method, Results, Discussion という構成は、現在では少なくともデータを分析する実証研究をレポートする論文ではほぼユニバーサルといってよいだろう。ノーベル賞をとった山中伸弥博士の歴史を変えるような研究でも皆さんが大学院で最初にする研究でも、書くときには同じ IMRaD の4部構成となる。第2章で学んだように、各セクションで必ず述べなければいけないパーツもだいたい決まっている。

前章でも述べられているように、19世紀ごろまでは科学論文の書き手も読み手も、地域的にも限られた小さなコミュニティに属していたので、論文の言語もさまざま、書き方のスタイルもまちまちであった。しかし20世紀に入ると、交通や通信の発達と共に科学のコミュニティは急速にグローバル化し、協力をするにも競争をするにも、情報は早く効率よくシェアしなければならないという必要性が高まった。その結果、言語の統一と同時に型の統一が必然的に求められ、科学研究の報告は「英語」で、しかも「IMRaD」というのがグローバルスタンダードとなった。

IMRaD にはさまざまな利点がある。そしてこの利点は、世界の大半を占める英語を母語としない科学者にとっては外国語で科学する負担をおおいに和らげてくれる福音である。「科学論文は IMRaD で書かれている」ということが常識になっているので、どこに何が書いてあるか情報を見つけやすい。また、それぞれの科学者が自分の目的にあった論文の読み方ができる。科学論文を実際に読むときに、高校の教科書を昔ながらのやり方で読むように、辞書を片手にすみからすみまで一語一語理解しながら読む（精読する）ことはまれである。論文を読み慣れた熟練の科学者は、たいてい自分なりの「読み方」をもっている。「僕は Introduction は読むけど、あとはグラフとか表しか詳しくは見ないです」「まず Results のところのグラフとか数字を見て、Introduction の最後の Hypothesis（仮説）だけ確認して、それか



中山書店の出版物に関する情報は、小社サポートページを御覧ください。
<https://www.nakayamashoten.jp/support.html>

りけいがくせい いちばんさいしょ よ
理系学生が一番最初に読むべき！
えいご がくろんぶん か かた
英語科学論文の書き方

2017 年 4 月 25 日 初版第 1 刷発行 © [検印省略]

編集・執筆 — 片山 晶子
かたやま あきこ

発行者 — 平田 直

発行所 — 株式会社 中山書店
〒112-0006 東京都文京区小日向 4-2-6
TEL 03-3813-1100(代表) 振替 00130-5-196565
<https://www.nakayamashoten.jp/>

本文デザイン — ビーコム

装丁 — ビーコム

イラスト — マエダヨシカ

印刷・製本 — 三報社印刷株式会社

Published by Nakayama Shoten Co., Ltd.

Printed in Japan

ISBN 978-4-521-74519-0

落丁・乱丁の場合はお取り替え致します

本書の複製権・上映権・譲渡権・公衆送信権(送信可能化権を含む)
は株式会社中山書店が保有します。

JCOPY (株)出版者著作権管理機構 委託出版物)

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。

複写される場合は、そのつど事前に、(株)出版者著作権管理機構

(電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, info@jcopy.or.jp) の許諾を
得てください。

本書をスキャン・デジタルデータ化するなどの複製を無許諾で行う行為は、著
作権法上での限られた例外(「私的使用のための複製」など)を除き著作権法
違反となります。なお、大学・病院・企業などにおいて、内部的に業務上使用
する目的で上記の行為を行うことは、私的使用には該当せず違法です。また私
的使用のためであっても、代行業者等の第三者に依頼して使用する本人以外の
者が上記の行為を行うことは違法です。
