

エンジン・アリング産業

構造と経営戦略

若杉敬明・高仲

エンジニアリング産業

構造と経営戦略

若杉敬明・高仲日出男 著

東京大学出版会

著者略歴

わかすぎたかあき
若杉敬明

1943 年 神奈川県生れ
1966 年 東京大学経済学部卒業
現 在 東京大学経済学部教授
1978 年よりエンジニアリング振興協会人材育成委員会委員長

たかなひ で お
高仲日出男

1935 年 埼玉県生れ
1958 年 東京大学経済学部卒業
現 在 東洋エンジニアリング㈱審議役、地域開発促進室長(兼)調査企画室長
これまでに通産省産業技術審議会専門委員、資源エネルギー庁エネルギー源多様化委員会委員、テクノポリス開発機構連絡会議テクノポリスアドバイザー等歴任
1984 年より東京大学経済学部非常勤講師

エンジニアリング産業

1986 年 1 月 20 日 初 版
1986 年 10 月 25 日 2 刷

[検印廃止]

著 者 若 杉 敬 明 ©
高 仲 日 出 男

発行所 財団法人 東京大学出版会

代 表 者 田中英夫

113 東京都文京区本郷 7-3-1 東大構内
電話 (811) 8814・振替東京 6-59964

印 刷 大日本法令印刷株式会社
製 本 矢嶋製本株式会社

ISBN 4-13-041032-6

41323

は し が き

エンジニアリング産業をめぐる悲喜こもごも——どちらかといえば悲観的——の論議がなされているが、いずれもこの産業をプラント産業としてとらえ、重化学工業向けプラントの内需や輸出の動向を念頭に置いて論じているくらいがある。

たしかに、かつてわが国の産業社会に次々と生じた諸課題——例えば、産業構造高度化のための重化学工業化、国際競争力強化のための生産の合理化・近代化、環境保全のための公害防止、石油危機を契機としての省エネルギー化・エネルギー備蓄等——は、事実上生産設備への投資を伴い、プラント建設に対する需要を飛躍的に増加させた。これを受け持ったのがエンジニアリング産業であり、エンジニアリング産業はまさに、社会を進歩させる主役のひとりであった。

しかし、世界的に経済の成長が一段落し、設備投資のブームが鎮まってみると、プラント建設を中心としたエンジニアリング産業に対する需要は急速に少ぼんでしまった。どうやら、エンジニアリング産業に対する悲観論が拔扨している理由はこのへんにあるらしい。

エンジニアリングとは、本質的には大規模な技術集約的システムを構築する機能である。産業や社会が進歩すれば、自ずと新しいシステムに対する需要が発生する。したがって、エンジニアリングとは、産業・社会の変化に伴って生ずる様々の課題（ニーズ）を解決するのに必要とされる大がかりな技術システムを構築する機能であると定義することができる。その機能をビジネスとして担うのがエンジニアリング産業である。その意味では、従来のようなプラント建設はエンジニアリング産業の果す機能のごく一部にすぎない。産業構造がどのように変化しようと、エンジニアリングに対する需要はなくなりず、むしろ、変化すればするほどその対応のための需要が増大するのである。

事実、高度情報化社会の構築、機械化、自動化による生産システムの効率化、

生活高度化のための社会基盤の整備・改善等，経済社会の進歩につれて新しいニーズ，課題が次々と発生してきている。マイクロエレクトロニクス化，新素材・バイオ技術の開発・製品化，新エネルギーの開発，新しい交通システムの開発，都市再開発等，具体的に挙げていたらそれこそ限りがない。これらがプラント建設に優るとも劣らない，高度に技術集約的システムを必要とすることはいうまでもないであろう。繰り返していうならば，エンジニアリング産業の存在意義はますます増大することこそあれ，決して薄れることはないのである。エンジニアリング産業の未来はむしろバラ色である。悲観論が幅をきかせるのは，エンジニアリングに対する誤った理解がゆきわたっているからにはほかならない。

エンジニアリング産業に身を置く者として，あるいはその研究に携わっているものとして，著者たちはそれぞれこのような誤解が少なくないことに無念の思いを抱いていた。われわれは社会の進歩にとってエンジニアリングは不可欠であると信じ，極言すればエンジニアリングを通して社会の進歩の実現を目指してきたのである。しかるに，たまたま縁あって，協力してこの書を執筆する機会を与えられたことは，われわれの考えを多くの人々に知っていただけるという意味で，まことに幸運であったといわなければならない。

われわれとしては本書をとおして，エンジニアリング産業を歴史的にみると同時に，産業構造的にとらえ，そのマクロ的位置づけを確かなものとするとともに，企業の観点から，エンジニアリングをどのように事業展開に結びつけてゆくかという戦略的な方向づけを与えたいと考えている。本来ならば，著者たちの事前の十分な共同研究，相互理解に基づいて執筆されるのが望ましいことはいうまでもない。しかし，本書は，かなり道筋の異なる二つの研究が邂逅して結実したものである。つまり，高仲が東京大学経済学部において「産業事情」のひとつとして講義した「エンジニアリング産業」の講義録に，若杉がエンジニアリング振興協会を通して行ってきた研究調査活動の成果を加えてまとめたものが本書である。時間の許す限り相互の担当分を調整し合ったが，未だ不十分なところが残されているかもしれない。

エンジニアリング産業が，今日，世界的にみて大きな曲り角にさしかかっているこの時期に，エンジニアリング産業の今後の方向と経営戦略のあり方を論

ずる機会を得られたことは誠に幸であった。エンジニアリングに携わる多くの方々に、いささかなりともお役に立てば望外の喜びである。

本書の執筆は下記のように分担した。

第Ⅰ部第1章～5章	高仲
第Ⅱ部第6章	若杉
第7章	若杉・高仲
第8章	高仲
第9章, 第10章	若杉
第Ⅲ部第11章～第13章	高仲

本書が存在しうるのは、もっぱら著者たちに勉強の機会を与えて下さったり、あるいは直接間接に教授・示唆して下さいたエンジニアリング業界内外の多数の人びとの御好意のおかげである。また執筆にとりかかってからも多くの方々から協力や励ましをいただき、大変心強い思いをした。あわせて、心から謝意を表したい。とりわけ、東京大学出版会の大瀬令子さんには、エンジニアリングという目新しく特異なテーマの本書に対して、終始積極的かつ好意的にとり組んで下さったことを感謝申し上げたい。

1985年12月

若杉敬明

高仲日出男

目 次

は し が き

I エンジニアリング産業と事業

第1章 エンジニアリング産業の基本概念

1. エンジニアリングの概念	3
1. 言葉の多様性.....	3
インダストリアル・エンジニアリング(IE)／システムズ・エンジニアリング(SE)／バリュー・エンジニアリング(VE)／マクロ・エンジニアリング／コミュニティ・エンジニアリング	
2. 概 念.....	7
2. エンジニアリング産業の概念	9
1. プロフィール.....	9
2. 「生産物」の性格	10
石油精製工場／石油化学工場／化学肥料工場／天然ガス液化工場 ／排煙脱硫脱硝装置／都市ゴミ焼却・排熱利用システム／アクア ボリス	
3. 「生産物」から推考される産業のイメージ	15
4. 産業の概念.....	17

第2章 エンジニアリング事業・企業・産業

1. エンジニアリング事業とその領域.....	21
産業開発型エンジニアリング事業／社会開発型エンジニアリング 事業／研究開発型エンジニアリング事業	
2. エンジニアリング事業遂行機能.....	22

1. 事業の形成	22
2. 基本機能と要素機能	25
3. エンジニアリング企業・産業の要件	33
1. 企業の要件	33
2. 産業成立の要件	35
 第3章 エンジニアリング産業史	
1. 各国のエンジニアリング産業の歴史	39
1. アメリカにおける発展の経緯	39
2. ヨーロッパにおける発展の経緯	46
3. 日本における発展の経緯	49
2. エンジニアリング産業が果たした役割	58
1. 市場参入促進	58
2. 技術移転仲介	60
3. 適正な競争条件の整備	62
4. 経営合理化の機会均等化	63
5. 高生産性企業の誕生促進	64
6. 産業構造の高度化への寄与	65
 第4章 エンジニアリング産業の構造	
1. エンジニアリング産業への参入の構造	69
1. 参入の形態と動機	69
産業機械産業・造船業からの参入／鉄鋼業からの参入／化学産業・	
繊維産業・石油精製業からの参入／建設業からの参入	
2. 参入の背景とその特色	74
2. エンジニアリング産業の市場構造	79
1. わが国の市場構造	79
2. 市場構造における供給組織	85
階層化の技術的意義／階層化の経済的意義	

3. エンジニアリング産業構造の特質	90
1. 産業連関表にみるエンジニアリング産業の姿	90
2. エンジニアリング産業の生産波及効果	93
3. エンジニアリング産業構造の特質	96

第5章 エンジニアリング産業の国際化

1. 国際化の傾向とその背景	101
1. 市場の国際化	101
プラント輸出市場急増急減の要因／市場国際化の背景とその意義	
2. 財務の国際化	107
3. エンジニアリング業務の国際化	109
国際分業／海外調達／国際コンソーシアム／業務の国際化の背景 とその意義	
4. 研究開発の国際化	114
5. マネジメント技術の国際化	116
2. エンジニアリング産業の国際的役割と産業の国際化の条件	118
1. 国際的役割	118
経済面／政治面／技術・エネルギー面	
2. 国際化の条件	122
国際競争力の強化／包括的諸条件の整備充実	

II エンジニアリング事業経営

第6章 エンジニアリング事業とプロジェクトマネジメント

1. エンジニアリング事業経営	133
1. エンジニアリングプロジェクトとエンジニアリング企業	133
2. エンジニアリング企業の経営問題	135
3. プロジェクトチーム	137
2. プロジェクトマネジメントの性格	138
1. マネジメントの役割	138

2.	マネジメントの要素機能	139
3.	マネジメントのプロセス	142
3.	プロジェクトマネジメントの特徴	143
1.	エンジニアリングプロジェクトの特徴	143
2.	プロジェクトマネジャーの役割	145
第7章 プロジェクトマネジメントの基本問題		
1.	プロジェクトマネジメントとコストマネジメント	147
1.	ランプサム契約とコスト・プラス・フィ契約	147
2.	コスト・プラス・フィ契約の前提	149
3.	コストマネジメントの二つの局面	150
4.	プロジェクトコストマネジメントの特徴	151
2.	プロジェクトマネジメント遂行上の諸問題	153
1.	管理組織の問題	153
2.	管理技術の問題	155
	第1のフェーズ：計画（プランニング）／第2のフェーズ：実行 状況把握／第3のフェーズ：報告と分析	
3.	リスク管理の問題	157
第8章 エンジニアリング事業経営における組織運営		
1.	企業運営のための組織編成原理とその実際	161
1.	課題遂行型組織（機能型組織）	161
	機能型組織の経緯／機能型組織に適合する業務／機能型組織の絶 対性低下	
2.	課題解決型組織（プロジェクト型組織）	163
	プロジェクト型組織の経緯／プロジェクト型組織に適合する業務 ／課題解決型の性格を持つエンジニアリング事業	
3.	機能型組織からプロジェクト型組織へ	164
2.	課題解決型業務遂行のための組織戦略	165

1. 米国航空宇宙産業界における組織戦略の変遷	165
2. 純粋型からマトリックス型へ	167
3. マトリックス型プロジェクト組織の形態とその特質	168
1. マトリックス型組織の原理	168
2. マトリックス型組織の実際	168
4. エンジニアリング事業経営と組織編成	171
1. プロジェクト遂行組織の三形態	171
2. 三形態の比較特質	173
基本性格／組織構造／リーダーシップと意思決定／人間関係，コ ミュニケーション／組織の生産性／人材育成	
3. 三形態の状況依存的動態性	177
5. プロジェクト組織変容の動き	178
1. 企業内充足組織編成の限界	178
2. 企業圏への分解統合型プロジェクト組織へ	179

第9章 エンジニアリング事業と人材育成

1. エンジニアリング事業と人的資源	181
1. 人的資源からみたわが国のエンジニアリング産業	181
2. プロジェクト遂行のための人材育成	182
3. プロジェクト遂行に必要な人材	184
2. 総合的人材育成システムとしての CDP	186
1. CDP の目的と意義	186
2. エンジニアリングプロジェクトとプロジェクトマネジャー	187
3. プロジェクトマネジャーと CDP	191
4. CDP とマネジメントシステム	194
専門職制度と能力主義／全社のコミットメント／プロジェクトチ ームへの支援体制（兼業エンジニアリング企業の場合）	

第10章 エンジニアリング事業経営と財務

1. エンジニアリング企業の財務構造	199
1. 財務諸表からみたエンジニアリング企業の特徴	199
資本の構造／資産の構造／収支の構造／資本のパフォーマンス／ レバレッジ効果	
2. 財務構造に対する質的考察	206
3. エンジニアリング企業の財務体質	210
2. コーポレートファイナンスとプロジェクトファイナンス	212
3. エンジニアリング企業の財務戦略	215
1. 人材開発投資対研究開発投資	215
2. リスクマネジメント	216
3. 余資の運用	218
4. 財務の国際化	219

第11章 プロジェクトマネジメントにおける情報システム

1. 日米におけるプロジェクトマネジメント技法	223
米国での活用と展開／日本での活用と展開	
2. プロジェクトマネジメントとデータ・情報	226
1. 米国における適用事例	227
ブラウン & ルート社の PLAN システム／ドラボー社の PACER システム	
2. 日米エンジニアリング企業の情報システム格差	229
米国の場合／日本の場合	
3. 日本における情報システム化の課題	232

III エンジニアリング産業の構造変化と市場行動

第12章 新分野プロジェクトと関連産業の参入

1. 地域社会開発関連プロジェクトの浮上と産業動向	237
---------------------------	-----

1. 地域経済振興の経緯	237
2. 地域社会開発型プロジェクトの出現	239
3. プロジェクト浮上の背景と業界動向	242
2. 先端技術関連新市場の浮上と産業動向	245
1. 市場類型と浮上の背景	245
先端技術商品生産システム構築市場／先端技術商品のビルトイン により展開する新市場／先端技術により変革される既存産業再構 築市場	
2. 当該市場をめぐる業界動向	247
3. 他産業との水平的技術結合による新プロジェクトの浮上と産業 動向	249
1. 市場類型と浮上の背景	249
電力関連産業との技術結合／資源関連産業との技術結合／流通関 連産業との技術結合／組立・加工産業との技術結合／農林水産業 との技術結合／サービス産業との技術結合	
2. 当該市場をめぐる関連産業の動向	252
4. 新分野プロジェクト出現の意義	254

第13章 エンジニアリング産業の構造変化と企業の市場行動

1. 国内市場の変貌と市場行動	257
1. 国内市場の変貌	257
2. 発注者の行動変化	259
3. プロジェクトの担い手側での環境条件変化	260
4. 階層構造の変化	262
5. 企業の戦略	263
2. 海外市場の変貌と市場行動	265
1. 海外市場の変化の特色	265
2. 競争環境	266
3. 競争回避・競争克服	267

4. 企業戦略——結び——	269
---------------	-----

エンジニアリング産業関連資料

1. わが国エンジニアリング産業年表	274
2. 世界経済とプラント輸出関係年表	282
3. 米国エンジニアリング産業の企業分類と規模	290
4. 米国の主要エンジニアリング企業	291
5. 日米以外の主要エンジニアリング企業	292
6. わが国主要エンジニアリング会社業績一覧	294
7. 分離独立エンジニアリング企業の例	295
8. 企業内組織（未分離）によるエンジニアリング事業進出会社の例	298
9. わが国工業製品の対欧米価格競争力の推移	300
10. 西欧諸国の機械類輸出（FOB）推移	302
11. わが国主要産業の設備投資	304

I エンジニアリング産業と事業

第1章 エンジニアリング産業の基本概念

既成の多くの産業において、1965年頃よりエンジニアリング事業が注目を集め、企業創設や企業内事業部門の新設などが相次いだ。その結果、既成産業間に境界領域を形成する形で新たに巨大な「エンジニアリング産業」が出現した。本章では、この巨大産業の姿を、まずそれが生み出す「生産物」をみることによって、そしてまた、エンジニアリングという言葉のもつ本質をさぐることによって明らかにすることとしよう。

1. エンジニアリングの概念

1. 言葉の多様性

現代の産業社会において、エンジニアリング (Engineering) という言葉は、以下のように実にさまざまな分野で幅広く用いられている。

インダストリアル・エンジニアリング (IE) IE と略称される生産性向上の技法である。1911年、工場での作業能率を高めるための技法を、F. W. テーラーは自ら勤務した鉄鋼会社での経験と研究をもとに「科学的管理の原理」(The Principles of Scientific Management) としてまとめ出版したが、これが IE の古典であり、また用語としてのエンジニアリングの源流の一つでもある。

このテーラーの時間研究、同じころのギルブレスの動作研究に始まる IE の領域は、次第に設備計画や生産計画のあり方にまで広がっていった。1956年のアメリカ IE 協会 (The American Institute of Industrial Engineers) の定義によれば、「IE とは、人、物、設備が統合されてつくられるシステムの設計、改善、導入にかかわる概念である。IE は、数学、自然科学、社会科学といった専門的