

目 次

はじめに

0	設計の理論を学ぶとはどういうことか？——	1
0.1	人工物設計と理論	1
0.2	理論の役割	2
0.3	設計における理論	3
0.4	本分冊の目的	4
0.5	本分冊の構成	5
1	設計を学ぶ前に——	9
	——学問について理解しよう	
1.1	学問の構造を考えよう	9
1.2	学問領域間の関係を考えよう	11
1.3	学問の目的を考えよう	13
1.4	工学の本質を考えよう	15
1.5	思考過程——学問の使い方考えよう	16
	(a) 科学における思考過程	16
	(b) 設計における思考過程	19
1.6	設計を科学する設計学	20
2	設計とは？——	23
2.1	人工物の設計と創造	23

2.2	さまざまな人工物の設計はどのように おこなわれているのだろうか？	25
(a)	建築設計	25
(b)	機械設計	26
(c)	ソフトウェア設計	28
(d)	メカトロニクス製品設計	29
(e)	工業製品設計の過程	30
2.3	人工物のライフサイクルとは何だろうか？	32
(a)	製品企画	32
(b)	設計	33
(c)	研究開発	34
(d)	製造	34
(e)	販売・物流	36
(f)	使用	36
(g)	保全	37
(h)	回収・再利用・リサイクル・廃棄	38
2.4	設計過程をよりくわしく見てみると	42
(a)	概念設計	43
(b)	基本設計	45
(c)	詳細設計	46
(d)	生産設計	47
2.5	企業経営の立場から製品ライフサイクルを 考えよう	47
(a)	コンカレント・エンジニアリング	47
(b)	サプライ・チェーンとバリュー・チェーン	49
(c)	製造物責任と拡大生産者責任	51
2.6	設計の分類	52

3	設計を理論的に扱う	55
3.1	設計の理論はどのように発展してきたのか？	55
3.2	設計の理論の体系	59
3.3	設計の方法論とは	61
3.4	設計原理とは	66
	(a) 簡単なものほど優れている	66
	(b) 問題が解けないときは問題を変えよ	66
	(c) 無駄飯は食わせろ	68
	(d) 思いつきはだめ	70
3.5	設計学とは	71
4	設計対象物を表現する	77
4.1	設計対象物を表現するための基礎概念	77
4.2	設計ではどのような情報を扱うのか？	83
4.3	設計対象物のモデルとは？	85
4.4	設計においてモデルが果たす役割	87
4.5	設計対象物の属性に注目したモデル	88
4.6	CAD システム	90
4.7	形状モデリングの基礎	91
4.8	3次元形状モデリングの概要	94
4.9	設計対象物の挙動に注目したモデル	96
4.10	設計対象物の機能に注目したモデル	97
4.11	製品モデル	100
5	設計を実験的に解明する実験設計学	101
5.1	設計を実験的に観察してみよう	101

5.2	認知的な設計過程のモデルを作る	104
5.3	設計に利用される知識を分析してみよう	109
5.4	設計過程の特徴	113
6	設計知識を数学的に扱う一般設計学	117
6.1	一般設計学の基本的な考え方	118
6.2	問題の定式化	121
6.3	理想的知識の公理系	124
6.4	理想的知識における定理群	127
6.5	理想的知識でない場合に関する定理群	135
6.6	現実的知識に関する定理群	139
6.7	現実的知識のもとでの設計に関する定理群	143
6.8	一般設計学のまとめ	145
7	設計知識を論理的に扱う操作モデル	149
7.1	基礎知識としての論理学	150
(a)	命題論理	150
(b)	述語論理	151
(c)	論理におけるモデル論と形式的証明	152
(d)	演繹, 機能, アブダクション	154
7.2	思考過程としてのアナリシスとシンセシス	155
7.3	設計とアブダクション	157
7.4	アナリシス指向とシンセシス指向の 思考過程モデル	159
(a)	アナリシス指向の思考過程モデル	162
(b)	シンセシス指向の思考過程モデル	165

7.5	設計知識の操作モデルの枠組みを考えよう	167
7.6	設計知識の操作モデルとは？	170
7.7	設計対象モデルにたいするモデリング操作	171
7.8	論理モデルにたいする論理操作	172
7.9	知識操作＝モデリング操作＋論理操作	175
7.10	知識操作モデルは設計過程をよく説明 するか？	178
7.11	シンセシスのコアとしてのアブダクション	181
7.12	アブダクションのもうひとつの役割 ——理論体系の統合	185
7.13	まとめ	188
8	設計の本質を統一的に理解する	191
8.1	設計は知識を操作して論理的に 展開する思考過程である	191
8.2	設計の理論は実際の設計をうまく 説明するか？	196
(a)	一般設計学と設計実験との比較	196
(b)	知識操作モデルと設計実験との比較	197
(c)	知識操作モデルと設計方法論との比較	199
8.3	設計過程の段階的詳細化モデル	201
8.4	設計方法論は合理的なのか？	207
8.5	設計学は設計知識を見通しよく 体系化するのか？	210
9	おわりに	217
9.1	本分冊のメッセージ	217

9.2 工学の学習における設計の学習	219
参考文献	221
さらに勉強するために	227
索引	229