



# 目 次

## 基 礎 編

### A. レーザ計測の基礎

<b>A1 計測用レーザーの種類と特性</b> .....	5
A 1.1 概 説.....[大澤敏彦]	5
A 1.1.1 計測用レーザーの選択.....	5
A 1.1.2 選択基準としてのレーザーの特性.....	5
A 1.2 He-Ne レーザ.....[梅田倫弘]	7
A 1.2.1 特徴と装置.....	7
A 1.2.2 使用上の注意事項.....	8
A 1.2.3 最近の進展.....	9
A 1.3 イオンレーザー.....[梅田倫弘]	9
A 1.3.1 Ar <sup>+</sup> レーザ.....	9
A 1.3.2 He-Cd <sup>+</sup> レーザ.....	10
A 1.3.3 銅蒸気レーザー.....	11
A 1.4 窒素レーザー.....[梅田倫弘]	11
A 1.5 エキシマレーザー.....[小林喬郎]	12
A 1.5.1 動作原理とレーザー装置.....	12
A 1.5.2 出力特性.....	13
A 1.5.3 高輝度化と波長可変特性.....	13
A 1.5.4 応 用.....	14
A 1.6 その他の気体レーザー.....[梅田倫弘]	14
A 1.6.1 CO <sub>2</sub> レーザ.....	14
A 1.6.2 その他の遠赤外気体レーザー.....	15
A 1.7 ルビーレーザー.....[小倉磐夫]	15
A 1.7.1 レーザ材料としてのルビー.....	16
A 1.7.2 光ポンピング.....	17
A 1.7.3 ポンピング光学系.....	17
A 1.7.4 動作特性.....	18
A 1.7.5 Qスイッチング.....	18
A 1.8 YAG レーザ.....[小倉磐夫]	19
A 1.8.1 レーザ材料としての Nd:YAG.....	19
A 1.8.2 Nd <sup>3+</sup> の電子構造.....	20
A 1.8.3 レーザ動作.....	20
A 1.8.4 光ポンピング.....	20
A 1.8.5 共振器内第 2 高調波発生.....	21
A 1.9 色素レーザー.....[大澤敏彦]	21
A 1.9.1 色素の種類と発振波長.....	22
A 1.9.2 レーザ発振への溶媒効果.....	23
A 1.9.3 装 置.....	23
A 1.10 半導体レーザー.....[水戸都夫]	25
A 1.10.1 特 徴.....	25
A 1.10.2 波長範囲.....	26
A 1.10.3 原理と基本構造.....	26
A 1.10.4 基本特性.....	27
A 1.10.5 単一波長半導体レーザー.....	28
A 1.10.6 波長可変半導体レーザー.....	29
A 1.10.7 高出力半導体レーザー.....	30
A 1.11 その他の固体レーザー.....[梅田倫弘]	30
A 1.11.1 半導体レーザー励起 Nd:YAG レーザ.....	30
A 1.11.2 Nd:YVO <sub>4</sub> 固体レーザー.....	31
A 1.11.3 波長可変固体レーザー.....	31

<b>A2 レーザ計測用コンポーネント</b>	<b>35</b>
A 2.1 概 説	[市原 裕]35
A 2.1.1 レーザ	35
A 2.1.2 光学素子	35
A 2.1.3 機構部品	35
A 2.1.4 検出器	36
A 2.1.5 除 振	36
A 2.1.6 小物類	36
A 2.2 光学部品	[山田英明]37
A 2.2.1 レンズ	37
A 2.2.2 ミラー	40
A 2.2.3 ビームスプリッター	41
A 2.2.4 偏光子	42
A 2.3 分光器	[永田 浩]44
A 2.3.1 プリズム分光器	44
A 2.3.2 平面回折格子分光器	45
A 2.3.3 凹面回折格子分光器	46
A 2.3.4 フーリエ分光器	47
A 2.3.5 ファブリ-ペロー干渉計	48
A 2.4 受光素子	49
A 2.4.1 ホトダイオード	[倉橋 明]49
A 2.4.2 PIN ホトダイオード	50
A 2.4.3 半導体位置検出器	51
A 2.4.4 光電子増倍管	[鈴木誠司]51
A 2.4.5 マイクロチャンネルプレート	53
A 2.4.6 イメージインテンシファイア	53
A 2.5 信号処理装置	[佐山文美]54
A 2.6 光学機械コンポーネント	[重岡利孝, ピーター・ニーリー, 大竹祐吉]56
A 2.6.1 材 料	56
A 2.6.2 軸方向性能	56
A 2.6.3 軸ずれエラー	57
A 2.6.4 スライド機構	58
A 2.6.5 マウント	59
A 2.7 光学除振台	[キース・ベネット, 大竹祐吉]60
A 2.7.1 必要とされる性能	60
A 2.7.2 テーブルトップ	60
A 2.7.3 除振脚	62
A 2.7.4 新しい振動制御技術	63
<b>A3 レーザ光の特徴と計測の原理</b>	<b>67</b>
A 3.1 概 説	[大澤敏彦]67
A 3.1.1 レーザ光のコヒーレントな性質	67
A 3.1.2 レーザ光の偏光特性	72
A 3.1.3 レーザによる回折	73
A 3.1.4 その他の基礎的事項	74
A 3.2 光干渉計測	[佐藤誠四郎]76
A 3.2.1 干渉計測の特徴	76
A 3.2.2 干渉計の基本構成	76
A 3.2.3 干渉縞の解析	79
A 3.2.4 測定範囲の拡大法	80
A 3.2.5 高精度干渉計測	81
A 3.3 レーザ散乱計測	[大澤敏彦]84
A 3.3.1 レイリー散乱, ミー散乱, 回折散乱	84
A 3.3.2 ダイナミック光散乱	85
A 3.4 スペックル計測	[米村元喜]86
A 3.4.1 スペックルの1次統計	86
A 3.4.2 スペックルの2次統計	89
A 3.5 光ビート計測	[中谷 登]91
A 3.5.1 光ビート検出と信号特性の評価	92
A 3.5.2 レーザ光源の選択	93
A 3.5.3 周波数偏移法と直交2周波光源	93
A 3.6 線形分光計測	[山崎勝義]94
A 3.6.1 吸収分光法	95
A 3.6.2 レーザ誘起蛍光法	97
A 3.7 非線形分光計測	[大澤敏彦]98
A 3.7.1 レーザによって誘起される放射	98
A 3.7.2 コヒーレント反ストークス-ラマン分光(CARS)	99
A 3.7.3 偏光CARS(CARE)と逆ラマン散乱(IRS)	100
A 3.7.4 縮退位相共役4光波混合分光(DFWM)	102
A 3.8 機能形光ファイバ計測	[大塚喜弘]103
A 3.8.1 計測用ファイバの特徴	103
A 3.8.2 機能形ファイバセンサ	103
A 3.9 伝送形光ファイバ計測	[中谷 登]107

## B. 物理・化学量の計測

<b>B1 物性計測</b>	115
B 1.1 熱物性の計測 [長坂雄次]	115
B 1.1.1 気体・液体の熱物性計測	115
B 1.1.2 固体の熱物性計測	117
B 1.2 光物性の計測 [松為宏幸]	119
B 1.2.1 光の吸収, 反射, 散乱, 屈折, 偏光分析	119
B 1.2.2 蛍光, りん光の計測	125
B 1.3 発光分光分析 [松為宏幸]	128
<b>B2 位置, 寸法, 角度の計測</b>	133
B 2.1 概説 [山本芳孝]	133
B 2.2 位置および距離の計測 [瀬田勝男]	134
B 2.3 寸法, 内外径, 厚み, 角度の計測 [豊田幸司]	139
B 2.4 粗さの計測 [三井公之]	142
B 2.4.1 光触針による粗さの計測	142
B 2.4.2 光の干渉による粗さの計測	144
B 2.4.3 光の回折による粗さの計測	146
<b>B3 変位, 振動, 音響の計測</b>	149
B 3.1 概説 [中谷 登]	149
B 3.2 幾何学的方法, 干渉法 [中谷 登]	149
B 3.3 モアレ法 [山本芳孝]	152
B 3.4 ホログラフィー法 [山本芳孝]	155
<b>B4 流れの計測</b>	159
B 4.1 概説 [前田昌信]	159
B 4.1.1 LDV の開発と進歩	159
B 4.1.2 光学系の発展	160
B 4.1.3 信号処理法の改良	160
B 4.2 LDV 法	161
B 4.2.1 基本原理と光学系 [中谷 登]	161
B 4.2.2 光学系の基礎とコンパクト化	162
B 4.2.3 流速パターン	166
B 4.2.4 信号の処理 [前田昌信]	171
B 4.2.5 適用技術 [小保方富夫]	177
B 4.2.6 LDV 複合技術 [前田昌信, 岡本達幸]	181
B 4.2.7 応用例 [小保方富夫]	188
B 4.3 L2F 法 [速水 洋]	193
B 4.3.1 原理	193
B 4.3.2 測定点の大きさと特性	194
B 4.3.3 光学系	195
B 4.3.4 信号処理, データ処理	196
B 4.3.5 マルチウィンドー方式	196
B 4.3.6 応用例	197
B 4.4 シャドグラフ法 [吉田 亮]	198
B 4.4.1 光の屈折	198
B 4.4.2 シャドグラフ装置	200
B 4.5 シュリーレン法 [河野通方]	201
B 4.5.1 原理	201
B 4.5.2 光学系	203
B 4.5.3 応用例	203
B 4.6 マッハーツェンダー法 [岩本順二郎]	206
B 4.6.1 原理	206
B 4.6.2 等密度干渉縞法	206
B 4.6.3 移動干渉縞法	207
B 4.6.4 マッハーツェンダー干渉計の構成	208
B 4.7 ホログラフィー法 [柏木孝夫]	208
B 4.7.1 原理と特徴	208
B 4.7.2 ホログラフィーによる流体計測手法	209
B 4.7.3 2重露光法と実時間法	209
B 4.7.4 多波長干渉法	210
B 4.7.5 ダブルパルス干渉法	211
B 4.7.6 応用例	212
B 4.8 スペックル法 [米村元喜]	215
B 4.8.1 屈折率の測定	215
B 4.8.2 スペックルパターン干渉法	215
B 4.8.3 スペックル写真法	216

B 4.8.4	流速の測定	216	B 4.10.1	ミー散乱法	221
B 4.9	レーザラベリング法	[望月貞成]217	B 4.10.2	レイリー散乱法	222
B 4.9.1	ホトクロミック染料法	217	B 4.10.3	線形ラマン散乱法	222
B 4.9.2	レーザ誘起蛍光法	219	B 4.10.4	LIF 法	223
B 4.10	レーザシート法	[塩路昌宏]220	B 4.10.5	放射エネルギー法	223
<b>B5 粒子, 微粒子, 気泡の計測</b> 229					
B 5.1	概 説	[大聖泰弘]229	B 5.5.4	マッচিতフィルタ法	[清水 勲]251
B 5.2	ミー散乱法	[清水 勲]230	B 5.6	ホログラフィー法	[村上昭年, 石川宗晴]252
B 5.2.1	ミーの光散乱理論	230	B 5.6.1	粒子計測手段としてのインライン法	252
B 5.2.2	計測法の分類	232	B 5.6.2	インラインホログラムの作成原理	253
B 5.2.3	粒子カウント法	233	B 5.6.3	ホログラム情報の取出し方	255
B 5.3	透過光減衰法	[神本武征]235	B 5.6.4	応用例	256
B 5.3.1	理 論	235	B 5.6.5	最近のインラインホログラフィー法	257
B 5.3.2	散乱に基づく透過光減衰	237	B 5.7	相関法	[池上 詢]257
B 5.3.3	噴霧粒径の計測	238	B 5.7.1	原 理	257
B 5.3.4	すす粒子の濃度計測と可視化	239	B 5.7.2	信号処理の方法	259
B 5.4	偏光比法	[高野 頌]240	B 5.7.3	特徴と応用例	261
B 5.5	回折法	242	B 5.8	標準粒子の発生と較正	[高野 頌]262
B 5.5.1	回折光の強度分布	[清水 勲]242	B 5.8.1	較正法	262
B 5.5.2	エネルギー分布による粒子の計測	[中山満茂]246	B 5.8.2	標準粒子	262
B 5.5.3	噴霧粒子の計測	250	B 5.8.3	粒子発生法	263
<b>B6 成分濃度, 温度の計測</b> 267					
B 6.1	成分濃度計測の基礎	[越 光男]267	B 6.6	温度計測の基礎	[大澤敏彦]290
B 6.1.1	光の吸収と放出	270	B 6.6.1	熱放射による計測	291
B 6.1.2	分子スペクトルの強度と選択則	272	B 6.6.2	分子スペクトルによる計測	292
B 6.2	LIF 法	[田久保嘉隆]277	B 6.6.3	レーザによる放射と温度計測	292
B 6.2.1	原 理	277	B 6.6.4	ラマンスペクトルによる計測	293
B 6.2.2	濃度計測	278	B 6.6.5	吸収スペクトルによる計測	294
B 6.2.3	温度計測	279	B 6.6.6	スペクトル線反転法による計測	294
B 6.2.4	LIF 法の光学系	280	B 6.7	非線形ラマン法による温度計測	[大澤敏彦]295
B 6.3	2光子法	[大澤敏彦]280	B 6.7.1	レーザと誘導放射	295
B 6.3.1	2光子吸収分光法	280	B 6.7.2	CARS 法	295
B 6.3.2	多光子イオン化分光法	282	B 6.7.3	偏光 CARS 法	298
B 6.4	ラマン法	[山岸 進]282	B 6.7.4	純回転 CARS 法	299
B 6.4.1	ラマン線強度	282	B 6.7.5	マルチモードポンピング CARS 法	300
B 6.4.2	温度計測	283	B 6.7.6	逆ラマン散乱法	301
B 6.4.3	濃度計測	284	B 6.8	吸収法による成分濃度計測	[越 光男]304
B 6.4.4	応用例	284	B 6.8.1	吸収係数	304
B 6.5	レイリー散乱法	284	B 6.8.2	真空紫外領域における吸収法	305
B 6.5.1	濃度・温度計測	[高城敏美]284	B 6.8.3	可視・紫外領域における吸収法	307
B 6.5.2	プラズマ計測	[寺尾邦夫]287	B 6.8.4	赤外領域における吸収法	308

## C. 画像による計測と表示

<b>C1 画像計測</b>	<b>313</b>
C1.1 画像計測の基礎 [山本芳孝]313	
C1.1.1 画像の構成要素とその性質	313
C1.1.2 画像記録に必要な要素	314
C1.1.3 画像記録装置	315
C1.1.4 画像計測技術	316
C1.1.5 画像解析	317
C1.2 シュリーレン法による計測 [吉田 亮]318	
C1.2.1 単一ビームレーザ偏光法	318
C1.2.2 クロスビームレーザ偏光相関法	319
C1.2.3 衝撃波の位置の計測	319
C1.2.4 火炎乱れの計測	320
C1.2.5 シュリーレン像のコントラスト	321
C1.2.6 シュリーレン法による形状計測	322
C1.2.7 火炎面形状のフラクタル解析	323
C1.3 ホログラフィー干渉法による計測 [佐藤誠四郎]323	
C1.3.1 温度計測の原理	323
C1.3.2 多方向干渉光学系	324
C1.3.3 干渉縞の解析	327
C1.3.4 温度と気体の組成	327
C1.3.5 応用例	329
C1.4 スペックル法による計測 [米村元喜]332	
C1.4.1 スペックル干渉法	332
C1.4.2 スペックル写真法	338
C1.5 画像を利用した速度計測 [前田昌信]338	
C1.5.1 ダブルパルスとホログラフィーによる計測	339
C1.5.2 ビデオ画像による連続画像計測	340
<b>C2 画像処理</b>	<b>345</b>
C2.1 画像処理の基礎 [高木幹雄]345	
C2.1.1 画像処理の諸方式とデジタル画像処理	345
C2.1.2 デジタル画像処理の目的	346
C2.1.3 画像処理の手法	347
C2.2 縞画像解析 [森本吉春]351	
C2.2.1 縞画像解析の基礎	351
C2.2.2 縞中心位置解析法	352
C2.2.3 縞濃度波形の位相シフト法	353
C2.2.4 縞画像のフーリエ変換法	354
C2.3 投影からの像再構成 [佐藤誠四郎]355	
C2.3.1 CTの原理	355
C2.3.2 並行ビーム投影からの再構成	355
C2.3.3 円錐ビーム投影からの再構成	359
C2.3.4 不完全投影からの再構成	360
<b>C3 計測結果の図形画像表示</b>	<b>365</b>
C3.1 図形画像表示の基礎 [中前栄八郎]365	
C3.1.1 概説	365
C3.1.2 計測対象と表示法	365
C3.1.3 物体形状の表示	365
C3.1.4 スカラー量の表示	366
C3.1.5 ベクトル量の表示	367
C3.1.6 ステレオ表示	368
C3.1.7 対話形式による観察	369
C3.2 コンピュータグラフィックスによる3次元表示と適用例 [土井淳多]370	
C3.2.1 概説	370
C3.2.2 レーザライトシートによる計測結果の表示	371
C3.2.3 マーキングキューブ法によるソリッドモデルと表示例	371
C3.2.4 ソリッドモデルによる火炎形状の3次元再構成	372
C3.2.5 ソリッドモデルによる火炎温度分布の再構成	372
C3.3 画像データのホログラフィーによる立体表示 [本田捷夫]374	
C3.3.1 概説	374
C3.3.2 立体表示に用いられるホログラム	376

C 3.3.3	ホログラフィックステレオグラムの原理—	C 3.3.4	ホログラフィックステレオグラムによる表示例—
	376		378

応 用 編

**D. レーザ計測の応用**

<b>D1</b>	<b>精 密 工 業</b> —		385
D 1.1	概 説—	[小野 明]	385
D 1.1.1	精密機械用レーザ計測器主要部品の使い方—		385
D 1.1.2	レーザ計測における精度と分解能の限界—		388
D 1.2	高感度光学粗さ計による計測—	[直海茂男, 宮本紘三]	389
D 1.2.1	非接触検出器の光学系—		389
D 1.2.2	非接触微細形状測定器の概要—		390
D 1.2.3	触針式 3 次元計測—		390
D 1.2.4	シリコンウエハの計測例—		390
D 1.2.5	光学的非接触計測法の問題点—		391
D 1.3	細いレーザビームを利用した計測—	[高林 均]	391
D 1.3.1	走査形外径測定機—		391
D 1.3.2	レーザ変位計—		392
D 1.3.3	レーザ変位計を用いた形状測定機—		393
D 1.4	サブミクロンリニアエンコーダへの応用—	[西川喜八郎]	394
D 1.4.1	従来の光学式エンコーダの問題点—		394
D 1.4.2	ホログラムを利用した精密エンコーダ—		394
D 1.4.3	フーリエスペクトルを利用したサブミクロンエンコーダ—		396
D 1.5	干渉走査フリンジ法による高精度非球面形状計測—	[小野 明]	397
D 1.5.1	波面計算—		397
D 1.5.2	位相検出法によるヌルテスト—		398
<b>D2</b>	<b>自 動 車 産 業</b> —		401
D 2.1	自動車工業におけるホログラフィー干渉計測装置—	[鈴木正根]	401
D 2.1.1	ホログラフィー干渉計測装置—		401
D 2.1.2	利用例—		403
D 2.2	パルスレーザホログラフィーによる乗用車ボディの振動計測—	[村田正義]	404
D 2.2.1	特 徴—		404
D 2.2.2	乗用車ボディの振動計測—		404
D 2.3	レーザを利用した自動車の形状計測—	[杉山 聡]	406
D 2.3.1	外径計測システム—		406
D 2.3.2	室内計測システム—		407
D 2.4	レーザレーダによる自動車の追突警報システム—	[安間 徹]	408
D 2.4.1	車両への表示およびモニタ出力—		408
D 2.4.2	レーザレーダおよび情報処理回路—		409
D 2.4.3	検知能力の低下要因と誤探知要因—		412
<b>D3</b>	<b>炉・内 燃 機 関</b> —		415
D 3.1	パルスレーザホログラフィーによるコールウォータミクスチャ(CWM)液滴の計測—	[村田正義]	415
D 3.1.1	特 徴—		415
D 3.1.2	アトマイザ噴射 CWM 液滴の計測—		415
D 3.2	CARS 法による石炭および CWM 燃焼場の温度計測—	[野田松平]	417
D 3.2.1	装置構成—		417
D 3.2.2	計測結果と考察—		418
D 3.3	ディーゼル燃料噴霧計測—	[斎藤昭則]	419

D 3.3.1 原理	419	D 3.3.3 計測装置	422
D 3.3.2 断層画像の再構成法	420	D 3.3.4 計測結果	422
<b>D4 エレクトロニクス</b>	<b>425</b>		
D 4.1 概説	[秋山伸幸]425	D 4.3.3 実験結果	433
D 4.1.1 レーザ計測の応用分野	425	D 4.4 回折パターンを用いた基板検査	[岩本明人]433
D 4.1.2 半導体製造工程概要	426	D 4.4.1 欠陥検査光学系	434
D 4.1.3 高感度検出への適用	427	D 4.4.2 パターンサイズ計測光学系	434
D 4.1.4 高精度計測への適用	428	D 4.5 ジッタ測定による光ディスクシステムの収差解析	[久保田重夫]436
D 4.2 光熱偏光分光法(PDS)によるアモルファスシリコンの評価	[酒井 博]429	D 4.6 光露光式ステッパへのレーザの応用	[谷元昭一]437
D 4.2.1 PDS の原理と特徴	429	D 4.6.1 光露光式ステッパの概要	437
D 4.2.2 a-Si 系薄膜の光学特性評価への応用	430	D 4.6.2 X-Y 座標計測用レーザ干渉計	437
D 4.3 LSI ウェハ上異物検査技術	[秋山伸幸]431	D 4.6.3 アライメント計測	437
D 4.3.1 検出原理	431	D 4.6.4 レチクル異物検出	439
D 4.3.2 装置の構成	432		
<b>D5 土木建設</b>	<b>441</b>		
D 5.1 概説	[篁 源亮]441	D 5.2.3 軌道計測への応用	447
D 5.2 レーザプレーナの土木建設分野への応用	[丸山 孝]445	D 5.2.4 沈下計測への応用	448
D 5.2.1 レーザプレーナと電子スタッフ	445	D 5.2.5 その他の応用と課題	448
D 5.2.2 斜張橋建設時の施工管理への応用	446	D 5.3 地すべり観測	[馬渡裕二]449
<b>D6 鉄鋼業</b>	<b>451</b>		
D 6.1 概説	[虎尾 彰]451	D 6.4.1 粗度と光沢の計測原理	462
D 6.1.1 鉄鋼プロセスの特徴と対応技術	451	D 6.4.2 オンライン計測装置	462
D 6.1.2 鉄鋼プロセスでの計測対象	451	D 6.4.3 今後の展開	462
D 6.1.3 今後の展開	453	D 6.5 レーザモアレ法による厚板鋼板の平坦度計測	[松尾次郎]463
D 6.2 スラブ幅とコイル巻形状の計測	[福高善己]453	D 6.5.1 厚板鋼板の平坦度	463
D 6.2.1 スラブ幅の計測	453	D 6.5.2 モアレ法による形状計測原理	464
D 6.2.2 コイル巻形状の計測	454	D 6.5.3 厚板平坦度計のシステム構成	464
D 6.3 冷延鋼板の表面傷の探傷	[相澤 均]456	D 6.5.4 画像処理による自動形状復元技術	465
D 6.3.1 表面検査技術の現状	456	D 6.5.5 オンライン総合計測精度	465
D 6.3.2 冷延表面検査装置	459		
D 6.4 鋼板表面の粗さと光沢度の計測	[虎尾 彰]459		
<b>D7 化学工業</b>	<b>467</b>		
D 7.1 ホールバーニング(PHB)	[堀江一之]467	D 7.2 有機薄膜のレーザ分光	[堀江一之]469
D 7.1.1 PHB と超高密度光記録	467	D 7.2.1 有機薄膜とレーザ光化学	469
D 7.1.2 PHB 研究の現状	467	D 7.2.2 有機薄膜の全反射蛍光分光	470
D 7.1.3 将来の展望	469	D 7.2.3 非線形光学効果と光導波路	471



<b>D8 医 学</b> .....	473
D 8.1 耳鼻咽喉科分野のレーザ計測.....	
.....[小倉義郎, 川上晋一郎]473	
D 8.1.1 鼓膜の振動計測.....	473
D 8.1.2 耳小骨の振動計測.....	474
D 8.1.3 頭蓋骨の振動計測.....	475
D 8.2 歯科分野のレーザ計測.....	[松本俊郎]475
D 8.2.1 ルビーレーザを用いた生体における咬合時の歯の動揺度の計測.....	476
D 8.2.2 歯冠補綴ならびに架工義歯等, 補綴学分野の変形計測.....	476
D 8.2.3 咬合力や矯正力等の荷重による硬組織や歯の変形計測.....	476
<b>D9 宇宙, 航空, 地球</b> .....	479
D 9.1 衛星レーザ測距.....	[村田正秋]479
D 9.1.1 衛星レーザ測距観測とその装置.....	479
D 9.1.2 データ解析.....	481
D 9.1.3 衛星レーザ測距の利用.....	481
D 9.2 レーザ干渉による地殻変動計測.....	[竹本修三]482
D 9.3 航空機翼面上の空気摩擦力計測.....	[久保田弘敏]484
D 9.3.1 表面摩擦計測の原理.....	484
D 9.3.2 計測装置および計測手順.....	485
D 9.4 航空機用レーザジャイロ.....	[鈴木和夫]486
<b>D10 ラ イ ダ</b> .....	491
D 10.1 距離, 速度, 形状の計測.....	[小林喬郎]491
D 10.1.1 パルス法.....	491
D 10.1.2 強度変調法.....	492
D 10.1.3 ヘテログイン法.....	492
D 10.2 防災ロボット用視覚センサ.....	
.....[内藤宏之, 木村 実, 高橋秀実]493	
D 10.3 海上大気拡散の計測.....	[山岸 進]495
D 10.3.1 可搬形ライダ.....	495
D 10.3.2 拡散幅の解析.....	495
D 10.3.3 排煙の移動速度.....	495
D 10.4 プラズマ計測.....	[村岡克紀]496
D 10.4.1 ライダトムソン散乱.....	496
D 10.4.2 反射計.....	498
D 10.4.3 その他の方法.....	499
<b>D11 バイオテクノロジー</b> .....	501
D 11.1 レーザ蛍光顕微鏡による細胞計測.....	
.....[塚越幹郎]501	
D 11.1.1 顕微蛍光計測システム.....	501
D 11.1.2 蛍光指示薬.....	503
D 11.1.3 染色細胞の計測例.....	504
D 11.2 DNA 塩基配列解析.....	[神原秀記]507
D 11.2.1 塩基配列決定の原理.....	507
D 11.2.2 蛍光体とレーザ.....	508
D 11.2.3 装置の概要.....	508
D 11.2.4 DNA 解析例.....	508
D 11.2.5 最近の進歩.....	508
D 11.3 レーザ分光による生体計測.....	[尾崎幸洋]509
D 11.3.1 レーザラマン分光法による計測.....	510
D 11.3.2 レーザ励起蛍光分光による計測.....	511
D 11.4 レーザ散乱によるタンパク粒子計測.....	
.....[吉村武晃]513	
D 11.4.1 レーザ散乱計測の特徴.....	513
D 11.4.2 単分散系タンパク粒子の計測.....	513
D 11.4.3 多分散系タンパク粒子の計測.....	513
D 11.4.4 高分子の帯電特性を利用する計測.....	515
<b>D12 種々の応用</b> .....	519
D 12.1 指紋の検出.....	[田原紘一]519
D 12.1.1 指紋と犯罪捜査.....	519
D 12.1.2 レーザ指紋検出法の基本原理.....	519
D 12.1.3 前処理方法.....	520
D 12.1.4 装置の構成.....	521
D 12.1.5 画像処理と検出例.....	522

D 12.1.6 レーザのその他の用途	523	D 12.4.1 クリーンルーム内微粒子の特徴	529
D 12.2 製紙産業における計測	[尾鍋史彦]524	D 12.4.2 レーザによる微粒子計測	529
D 12.2.1 品質管理のためのオンライン計測装置	524	D 12.4.3 微粒子計測の光学的技術課題	530
D 12.2.2 実験室的なオフライン測定装置	525	D 12.4.4 クリーンルーム内浮遊微粒子の計測	530
D 12.2.3 光ファイバ計装システム	525	D 12.5 ラマン顕微鏡	[坪井正道]531
D 12.3 電力設備の電流計測用光ファイバセンサ	[黒澤 潔]525	D 12.5.1 構造と使用法	531
D 12.3.1 研究開発の背景	525	D 12.5.2 性能と使用例	532
D 12.3.2 光電流変成器の開発	526	D 12.5.3 偏光の使用	532
D 12.3.3 今後期待される技術	527	D 12.6 核融合プラズマ計測	[的場 徹]533
D 12.4 クリーンルームの粒子計測	[高見勝己]529	D 12.6.1 干渉計測および偏光計測	533
		D 12.6.2 トムソン散乱法による計測	535
<b>索引</b>			539
<b>略号・化学記号等索引</b>			555