

工業測定便覽

71.072
771

工業測定便覧

精機学会 共編
日本計測学会

編集委員長

東大名譽教授 眞島正市



は し が き

便覧は単行本や論文の内容を類別要約したエッセンスである。しかし便覧の執筆者には人知れぬ苦心がある。それは便覧は万人向きにできていなければならない。これを使用する人の知識の程度に大きなひらきがあるからである。たとえば専門の達人はちょっと度忘れした点を思い出すために便覧を覗くのであるから記述はヒント程度で十分である。次に一通り専門の知識を有する人は直面する問題の解決に最適な方法を見付けるために便覧を使うのであるからできるだけ多くの原理と方法とを列記する必要がある。更に初学者のためには懇切丁寧な説明が必要である。これ等の要求を同時にある程度充たすように書きおろすことは極めて難事であり、筆者の苦心の存する所以である。

本便覧は計測工学と精密機械学の権威者三十余名が緊密な連絡の下に各自の専門分野を分担執筆されたものである。元来計測は工学の各分野に亘る広汎な内容を有し、且つその方法、測器の進歩はめまぐるしいものがあるから勢い多数の専門家を煩わした訳である。でき上った物には幾多の欠点もあり得ると思うか、どうか読者はこの便覧を十分に使いこなして載きたい。「一つのポケットブックを使いこなし得る人は一人前の技術者である」とは誠に至言である。更に「計測無くして工学なし」ともいう。本便覧がわが国の工学を豊かに培い得れば本書の使命は果たされる訳である。

1954 年 2 月 20 日

眞 島 正 市

1469703

編集委員並びに執筆者 (五十音順)

委員 長 真 島 正 市

委 員

青 木 保 雄	芝 亀 吉	蓮 沼 宏
朝 香 鉄 一	菅 義 夫	林 杵 雄
磯 部 孝	堤 厚	穂 坂 直 弘
倉 藤 尙 雄	内 藤 正	山 口 隆 男
小 坂 誠 市 郎	中 田 孝	吉 沢 武 男
佐 藤 朗	西 村 源 六 郎	

執 筆 者

青 木 保 雄 (V, VII)	菅 義 夫 (VI)
朝 香 鉄 一 (I)	鈴木 正 治 (IX)
荒 木 駿 (XII)	仙 波 正 莊 (V)
池 田 三 穂 司 (XV)	高 橋 浩 一 (IX)
磯 部 孝 (II, III, VI, XII)	高 橋 武 雄 (XI)
伊 藤 鎮 (VII)	武 田 晋 一 郎 (XV)
伊 野 部 和 男 (VIII)	谷 口 修 (VII)
大 橋 章 男 (XIV)	筒 井 俊 正 (XII)
岡 田 嘉 信 (VI)	堤 厚 (XII)
神 山 雅 英 (XII)	寺 尾 清 (IV)
川 澄 博 道 (IX)	朝 永 良 夫 (V)
川 元 修 三 (XII)	豊 田 弘 道 (III)
久 保 田 勝 寿 (III)	内 藤 正 (IV)
河 野 正 二 (X)	野 本 明 (IX)
小 滝 富 雄 (IX)	蓮 沼 宏 (V, VI)
佐 藤 朗 (VI, 附録)	波 多 野 浩 (XV)
島 川 正 應 (IX)	八 田 桂 三 (VII)
芝 亀 吉 (I, XI)	林 俊 孝 (XII)
神 保 泰 雄 (IX)	早 瀬 佑 次 郎 (X)

日 置 隆 一 (Ⅻ)
平 野 四 蔵 (Ⅺ)
古 川 英 一 (Ⅹ)
古 川 浩 (Ⅸ)
穂 坂 直 弘 (Ⅷ)

牧 野 秀 一 (Ⅴ)
山 口 光 次 (Ⅳ)
山 本 春 彦 (Ⅲ)
吉 沢 武 男 (Ⅱ)

【注】 括弧内の時計文字は執筆編を表わす。

総 目 次

I. 計測基礎 (1)

1. 単位及び単位系	1
2. 次元	13
3. 物理定数	16
4. 精度	24
5. データの処理	27
6. 実験計画法	43
7. 品質管理, 管理図法	49

II. 計測基礎 (2)

1. 計測と計測器械	55
2. 計器材料	70

III. 機械的計器要素

1. 機械的計器要素	81
2. 流体作動計器要素	121

IV. 電気的計器要素

1. 計測量の電気値変換	137
2. 電気的遠隔計測	151
3. 電気的記録計器	156
4. 計測用電気機器	161
5. 計器用増幅器	172

V. 長さ及び角度の測定

1. 長さの単位, 原器及び基準	187
2. 角度の単位及び基準	201
3. 長さの測定器	205
4. 角度の測定器	246
5. 輪廓及び形状の測定器	259
6. 面の測定器及び測定法	273

7. 各種測定法	298
8. 主要部品の測定	316

VI. 一般力学量 (1)

1. 質量, 重量の測定, はかり	349
2. 体積, 密度及び比重	353
3. 時間測定	369
4. 速度, 回転速度測定	374
5. 力の測定	378
6. 光弾性	386
7. 弾性	389
8. 粘度及び塑性	392
9. 摩擦	397
10. 表面張力	398
11. 熱膨脹	402

VII. 一般力学量 (2)

1. 動力, 伝達装置の測定	405
2. 軸受試験	418
3. つりあい試験	427
4. 切削加工性の試験	436

VIII. 材料試験

1. 引張試験	449
2. 圧縮試験	460
3. 曲げ試験	461
4. 捩り試験	463
5. 衝撃試験	465
6. 硬さ試験	467
7. 疲れ試験	481
8. 非破壊試験	486

IX. 音響及び振動

1. 振動測定	495
---------	-----

2. 音響測定	510
3. 超音波	525

X. 流 体

1. 流体圧力	537
2. 流速, 流量	556
3. 液 面 計	603

XI. 温度及び熱的量

1. 温度測定	607
2. 熱量測定	642
3. 熱伝導	655

XII. 成分分析

1. 湿度	675
2. ガス濃度	685
3. 溶液濃度	703
4. pH	719
5. X線分析その他	729
6. 迅速分析	742
7. 放射性同位元素	748

XIII. 光学測定

1. 光源	751
2. 光学機械	759
3. 波長の測定	808
4. 測光および測色	811
5. 紫外線, 赤外線に関する測定	821
6. 干渉, 回折, 偏向の測定	826
7. 屈折率	841

XIV. 電気磁気測定

1. 電気単位と標準器	861
2. 電気計測器	865

3. 電圧測定法	886
4. 電流測定法	893
5. 電力測定法	896
6. 抵抗測定法	899
7. 磁気測定法	904
8. 高周波測定	912

XV. 航空, 航海計器

1. 航空計器	919
2. 航海計器	939

XVI. 自動制御

1. 制御理論	969
2. プロセス制御装置	999
3. 計器用サーボ機構	1022

附 録

1. 計量関係法令抜萃	1043
2. 電気測定法等抜萃	1063
3. 測定関係の日本工業規格等抄録	1066

索 引	1075
-----	------

I. 計測基礎(1)

担当委員 朝 香 鉄 一

執筆 者 朝 香 鉄 一 (4, 5, 6, 7)

(五十音順) 芝 亀 吉 (1, 2, 3)

目 次

1. 単位および単位系

1.1. 単位系.....1	1.4. 尺貫法.....10
1.2. いろいろの量の単位.....3	1.5. 電磁気に関する実用単位...11
1.3. ヤード, ポンド系の単位....9	

2. 次 元

2.1. 次元.....13	2.3. 電磁気に関する量のジメン ション.....15
2.2. いろいろの量のジメンシ ョン.....15	

3. 物理定数

3.1. 元素.....16	3.3. 地球に関する定数.....22
3.2. 主要定数.....19	

4. 精 度

4.1. 度数分布.....24	4.2. 度数分布の数量的表示...25
------------------	----------------------

5. データの処理

5.1. 正規分布.....28	5.3. t 分布.....34
5.2. χ^2 分布.....31	5.4. F 分布.....42

6. 実験計画法

6.1. 一元配置法.....43	6.2. 二元配置法.....46
-------------------	-------------------

7. 品質管理, 管理図法

7.1. 目的.....49	7.2. 種類.....50
----------------	----------------

II. 計 測 基 礎 (2)

担当委員 磯 部 孝
執筆者 磯 部 孝 (1)
 (五十音順) 穂 坂 直 弘 (2)

目 次

1. 計測と計測器械

- | | | | |
|----------------------|----|--------------------|----|
| 1-1. 測定と精度 | 55 | 1-3. 計器の動的特性 | 61 |
| 1-2. 計測器械のなりたち | 57 | | |

2. 計 器 材 料

- | | | | |
|-----------------------------|----|------------------|----|
| 2-1. 高導磁率磁性材料 | 70 | 2-4. 熱電対材料 | 74 |
| 2-2. 精密抵抗材料 | 72 | 2-5. ばね材料 | 78 |
| 2-3. 電気抵抗線ひずみ計用
材料 | 74 | | |

III. 機械的計器要素

担当委員 國 部 孝
執筆者 磯 部 孝 (2・1~2・4)
(五十音順) 久保田勝寿 (2・5, 2・8, 2・9, 2・10)
豊田弘道 (2・6, 2・7)
林 杆 雄 (1)

目 次

1. 機械的計器要素

1・1. 歯車	81	1・5. 弾性支え	114
1・2. ねじ	88	1・6. 日盛	116
1・3. 直線運動の案内	98	1・7. 微動機構	118
1・4. 回転運動の案内, 軸受	103		

2. 流体作動計器要素

2・1. 抵抗	121	2・6. 導管	129
2・2. 抵抗容量回路	123	2・7. 空気圧源	131
2・3. フラッパーノズル	125	2・8. 噴射管	133
2・4. ベローズ	126	2・9. ピストン	134
2・5. ダイアフラム	128	2・10. 油圧源	135

IV. 電氣的計器要素

担当委員 内 藤 正
執筆者 寺 尾 満 (3)
(五十音順) 内 藤 正 (1, 2, 5)
山 本 春 彦 (4)

目 次

1. 計測量の電氣値変換

- 1-1. 起電力変換.....137 1-3. パルス変換.....151
1-2. インピーダンス変換.....141

2. 電氣的遠隔計測

- 2-1. 直動法.....151 2-3. 局波数法.....155
2-2. 平衡法.....152

3. 電氣的記録計器

- 3-1. 直動記録計.....156 3-3. その他の記録計.....161
3-2. サーボ型記録計.....157

4. 計測用電氣機器

- 4-1. セルシン.....161 4-6. 電磁制動器.....169
4-2. 直流電動機.....164 4-7. 開閉器, 接点.....169
4-3. 2相電動機.....165 4-8. 終電器.....170
4-4. 同期電動機.....166 4-9. プザ, ベル, 信号燈.....172
4-5. 電磁気接点.....168

5. 計器用増幅器

- 5-1. 直流増幅器.....172 5-3. 部品取付上の注意.....185
5-2. 鎖環増幅器.....179

V. 長さ及び角度の測定

担当委員	青 木 保 雄
執筆 者	青 木 保 雄 (2, 4, 5, 7, 8・1, 8・3)
(五十音順)	仙 波 正 荘 (8・2)
	朝 永 良 夫 (3・1~3・4, 3・6~3・9)
	鹽 沼 宏 (1, 6)
	牧 野 秀 一 (3・5)

目 次

1. 長さの単位, 原器及び基準

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1・1. 長さの単位及び原器……………187 | 1・4. ブロックゲージ……………192 |
| 1・2. 工業基準及び一般の
二次基準……………189 | 1・5. 長さの基準としての
光の波長……………196 |
| 1・3. 線基準による寸法測
定上の問題……………190 | |

2. 角度の単位及び基準

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 2・1. 角度の単位……………201 | 2・2. 角度の基準……………202 |
|--------------------|--------------------|

3. 長さの測定器

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 3・1. 簡単な測定器具類……………205 | 3・6. 光テコ式拡大機構を
有する測定器……………231 |
| 3・2. ゲージ……………208 | 3・7. 電気式測微器……………233 |
| 3・3. 機械的拡大機構を
有する測定器……………213 | 3・8. 測長機……………235 |
| 3・4. 液体による拡大機構を
有する測定器……………224 | 3・9. 光波干渉式測長機……………242 |
| 3・5. 空気マイクロメータ……………225 | |

4. 角度の測定器

- | | |
|--|------------------|
| 4・1. 角度定規……………246 | 4・3. 水準器……………248 |
| 4・2. 正弦定規及び正弦かん数利
用のその他の測定器……………247 | 4・4. 傾斜計……………251 |

4.5. オートコリメータ.....253	4.7. 光学的円周目盛検査器.....258
4.6. 光学的割出台および 度盛台.....255	4.8. 経緯儀.....259

5. 輪廓及び形状の測定器

5.1. ゲージ.....259	5.4. 特殊輪廓の測定器.....268
5.2. 測定顕微鏡.....260	5.5. 円筒及び球面の形状決定.....269
5.3. 輪廓投影器.....266	

6. 面の測定器及び測定法

6.1. 面の形状の分類と性質.....272	6.3. 面の総合的な検査.....288
6.2. あらさの測定.....277	6.4. 平面度及び真直度.....290

7. 各種測定法

7.1. 外径の測定.....298	7.3. 角度の測定法.....309
7.2. 内径の測定.....301	

8. 主要部品の測定

8.1. ねじの測定.....316	8.3. ころがり軸受の測定.....336
8.2. 歯車の測定.....328	

VI. 一般力学量 (1)

担当委員 菅 義 夫
執筆者 磯 部 孝 (3,4) 菅 義 夫 (7~11)
(五十音順) 岡 田 嘉 信 (1) 蓮 沼 宏 (5,6)
佐 藤 朗 (2)

目 次

1. 質量, 重量の測定, はかり

1.1. 質量の基準	349	1.5. 精密測定	354
1.2. 分銅とおもり	349	1.6. 商用の秤	354
1.3. 槓杆	349	1.7. 工業用の秤	355
1.4. ばねと浮子	353		

2. 体積, 密度及び比重

2.1. 体積の単位	358	2.8. 固体の密度測定法	362
2.2. 体積の測定	358	2.9. 高温下における比重 測定法	363
2.3. 化学用体積計	359	2.10. 液体の密度	364
2.4. ガスビュレット	361	2.11. 気体の密度と比重	367
2.5. ガスホルダ	361	2.12. 気体の密度測定法	367
2.6. 目盛付タンク	362	2.13. 蒸気の密度	368
2.7. 密度と比重	362		

3. 時間測定

3.1. 時間の単位	369	3.3. 時間間隔の測定	372
3.2. 時の標準と時計	369	3.4. 合致法	373

4. 速度, 回転速度測定

4.1. 速度の測定	374	4.3. ストロボスコープ	377
4.2. 回転速度の測定	374		

5. 力の測定

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 5.1. 力の測定の概括……………378 | 5.4. 釣合による力の測定…………380 |
| 5.2. 力及びこれに関係した
物理量の単位……………379 | 5.5. 力のした仕事量を用い
るもの……………382 |
| 5.3. 力の標準……………380 | 5.6. 力を他の物理量に変え
て計るもの……………382 |

6. 光弾性

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 6.1. 光弾性の基礎……………386 | 6.4. 光弾性実験装置……………387 |
| 6.2. 光弾性定数の定義……………386 | 6.5. 実験方法……………388 |
| 6.3. 光弾性材料の性質……………387 | 6.6. 三次元光弾性……………388 |

7. 弾性

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 7.1. ヤング率……………389 | 7.3. ポアソン比……………390 |
| 7.2. 剛性率……………390 | |

8. 粘度及び塑性

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 8.1. 粘度……………392 | 8.2. 塑性……………396 |
|-----------------|-----------------|

9. 摩擦

- | | |
|------------------|--------------------|
| 9.1. 清浄法……………397 | 9.2. 摩擦試験器……………398 |
|------------------|--------------------|

10. 表面張力

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| 10.1. 毛管上昇(下降)法 ……398 | 10.5. 液滴又は気泡の形に
よる法 ……………400 |
| 10.2. Sugden法……………399 | |
| 10.3. 液滴法 ……………399 | 10.6. 漙法 ……………401 |
| 10.4. 円輪法 ……………400 | 10.7. 下垂した液滴の形に
よる法 ……………401 |

11. 熱膨脹

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 11.1. 固体の熱膨脹 ……………402 | 11.3. 気体の膨脹 ……………403 |
| 11.2. 液体の熱膨脹 ……………403 | |