

電気応用とエネルギー環境

植月 唯夫 編著
望月 悦子
木村 嘉孝 共著
廣木 一 亮
村岡 克紀

コロナ社

はじめに

エジソンが電球を発明して以来、電気は人間生活の中に浸透し続けてきている。そして日本では電力会社が電気（電力）を安定に供給するシステムを構築し、われわれにとって電気は「当たり前のように存在するもの」であり「安定に入手できるもの」となった。そしてその便利さから使用量がどんどん増加した。つまり電気をエネルギーとして使用する分野（電気応用分野）がどんどん増加してきた。そのエネルギー使用量が増加するにつれ地球温暖化を懸念する声が大きくなり、1990年代後半には京都議定書が締結され、それ以降、エネルギー使用量を少なくすることで地球温暖化を防ぐための努力を続けている。そして各社は多くの製品の高効率化（省エネルギー化）を推し進めてきている。

電気応用という学問は時代をさかのぼると（例えば戦前などでは）非常に最先端な学問であったと考えられるが、非常に科学技術が発展した現在では、学校（電気工学分野）で教えているのはほとんどが「照明」・「電熱」の2分野だけになってきている。それどころか、電気応用という科目がカリキュラムから省かれている学校も存在するようになってきている。

しかし、2011年3月11日に発生した東日本大震災以降、電気に関する考え方が大きく変化してきたと感じるし、変化すべきであろう。つまり電気は「当たり前のように存在するもの・安定に入手できるもの」から「なくてはならないもの・簡単には入手できないもの」であることをわれわれが肌で感じるようになった。

このような環境の中で、われわれは電気応用という分野を単に消費する側から学ぶのではなく、エネルギー全体として学ぶ必要があると感じた。そこで、電気応用としての照明・電熱を現時点の技術レベルで再整理するとともに、エ

エネルギー貯蔵に必要不可欠な電気化学，および（エネルギーを発生させる）エネルギー環境を整理することにした。第1編で照明への応用を整理した。ここでは基礎から応用まで，特に現在主流になってきているLEDなどの固体光源なども例を取り上げて整理した。つぎに第2編で電熱への応用について整理した。第3編では電気応用の重要な部分である電気化学について，高度な内容を平易にまとめるよう心がけた。最後に，第4編でエネルギー環境に関して整理した。ここでは，電気を生成する手段として現在の主たる発電方式（水力・火力・原子力）と再生可能エネルギーとして最近急成長している太陽光発電・風力発電・地熱発電などを「エネルギー（熱量）」という観点で整理・比較することで，将来的な電気供給方法を**定量的**に考えることのできる技術者の養成に役立てたい，との想いにそって整理した。

2016年8月

著者を代表して 植月 唯夫

目 次

第 1 編 電気の照明への応用

1 章 物理量（エネルギー）としての光

1.1 温 度 放 射	002
1.1.1 シュテファン・ボルツマンの法則	002
1.1.2 プランクの放射則	003
1.1.3 ウィーンの変位則	003
1.1.4 黒体と選択放射体	004
1.2 ルミネセンス	005
1.2.1 ストークスの法則	005
1.2.2 ルミネセンスの応用例	006
演 習 問 題	007
引用・参考文献	007

2 章 照明としての光

2.1 光を知覚するしくみ	009
2.1.1 目への入射から脳への情報伝達まで	009
2.1.2 目の構造と機能	010
2.1.3 視感度	012
2.2 測 光 量	013
2.2.1 光 束	014
2.2.2 光 度	015
2.2.3 照 度	015
2.2.4 光束発散度	016
2.2.5 輝 度	016
2.3 測 色 量	018
2.3.1 光の色と物体の色	018
2.3.2 等色関数	019
2.3.3 色の心理物理的表示	020
2.3.4 色の心理的表示(マンセル表色系)	021
2.3.5 演色性と演色評価数	021
演 習 問 題	022
引用・参考文献	023

3章 照明用光源の種類と特徴

3.1 白熱電球	025
3.1.1 一般白熱電球の構造と特徴	026
3.1.2 ハロゲン電球の構造と特徴	027
3.2 蛍光灯（蛍光ランプ点灯システム）	028
3.2.1 蛍光ランプの構造と発光メカニズム	029
3.2.2 蛍光ランプ点灯方式	030
3.3 HID ランプ	032
3.3.1 高圧水銀ランプ	033
3.3.2 高圧ナトリウムランプ	034
3.3.3 メタルハライドランプ	035
3.4 固体発光光源	037
3.4.1 LED	037
3.4.2 有機 EL	039
3.4.3 無機 EL	041
演習問題	041

4章 照明設計の基礎

4.1 照明要件	042
4.1.1 照明空間を構成する光	042
4.1.2 照明環境の質	042
4.2 照明方式	045
4.2.1 配光と全光束	045
4.2.2 照明方式と照明器具	048
4.3 照明計算	051
4.3.1 立体角投射率	051
4.3.2 逐点法による照度計算	054
4.3.3 光束法による照度計算	055
4.3.4 照度基準と保守計画	057
演習問題	060
引用・参考文献	063

第2編 電熱への応用**5章 熱工学の基礎**

5.1 熱工学に関する特性とその単位	064
5.1.1 物体の熱的な基本特性	064
5.1.2 電気エネルギーと熱エネルギー， ならびにその単位	065

5.2	さまざまな熱伝達方式	066
5.2.1	熱伝導とその方程式	067
5.2.2	対流	070
5.2.3	放射	071
5.3	熱伝導の式の電気回路との等価性	073
5.3.1	定常状態の場合	073
5.3.2	非定常状態の場合：CR 並列回路	075
	演習問題	076
6章 電熱工学の基礎（電熱の発生）		
6.1	抵抗加熱	078
6.1.1	電気抵抗，ジュール熱	078
6.1.2	抵抗加熱用の発熱体・電熱ヒータの種類	078
6.2	赤外放射加熱	079
6.2.1	近赤外放射加熱	080
6.2.2	遠赤外放射加熱	080
6.2.3	赤外放射加熱用のヒータ	081
6.3	電磁波加熱	083
6.3.1	誘電加熱・マイクロ波加熱	084
6.3.2	誘導加熱	086
6.4	アーク加熱・プラズマ加熱	086
	演習問題	087
	引用・参考文献	088
7章 電熱工学の基礎と応用（加熱により生じる物質変化）		
7.1	物体温度の上昇・保持	089
7.2	乾燥	090
7.3	相変化	090
7.4	熱変性，化学的変化	090
7.5	表面の熱処理	091
7.6	電気炉の種類とその特徴	091
7.6.1	抵抗加熱炉	091
7.6.2	放射加熱炉	093
7.6.3	高周波誘電加熱炉とマイクロ波加熱装置	094
7.6.4	誘導加熱炉・IH加熱	095

7.6.5	アーク炉	097	7.6.7	アチソン炉 (炭化ケイ素炉)	099
7.6.6	アルミニウム電解槽	098	7.6.8	黒鉛化炉	100
7.7	炉内雰囲気	101	7.7.1	真空	101
7.7.1	真空	101	7.7.2	窒素置換など, 雰囲気炉	101
7.8	電気炉の構成要素	102	7.8.1	炉形式	102
7.8.1	炉形式	102	7.8.2	電極および通電材料	107
7.8.2	電極および通電材料	107	7.8.3	炉材: 耐火材 (れんが), 断熱材 (れんが, ウール材)	108
7.8.3	炉材: 耐火材 (れんが), 断熱材 (れんが, ウール材)	108	7.8.4	電源設備	110
7.8.4	電源設備	110	7.9	設備の成績評価	110
7.9	設備の成績評価	110	7.9.1	炉の処理能力	110
7.9.1	炉の処理能力	110	7.9.2	電力原単位・原料(材料)原単位	111
7.9.2	電力原単位・原料(材料)原単位	111	7.9.3	エネルギー利用率・熱効率	111
7.9.3	エネルギー利用率・熱効率	111	7.9.4	労務工数・省力化達成率	111
7.9.4	労務工数・省力化達成率	111	演習問題		112
演習問題		112	引用・参考文献		112
引用・参考文献		112			

第3編 電気化学

8章 電気と化学

8.1	電気の発見	114
8.2	静電気	115
8.3	電池の発明	116
8.4	電池の初利用	116
8.5	電磁気学の時代へ	117

9章 電池の化学

9.1	電池とは何か	119
9.2	一次電池	120
9.3	二次電池	122
9.4	燃料電池	125
9.5	太陽電池	126

演習問題	130
10章 電気化学のさまざまな応用	
10.1 電解めっき	133
10.2 電解精錬	137
10.3 ファラデーの電気分解の法則	138
10.4 電気化学合成	139
10.5 電気化学重合	140
10.6 電気化学を学ぶために	140
演習問題	142
参考文献：より深く学びたい人のために	143

第4編 エネルギー環境

11章 環境とエネルギーのつながり	
11.1 公害から環境問題へ	145
11.2 エネルギーとは、それを測る単位	146
11.3 人類のエネルギー使用の歴史とインパクト	148
11.4 現状に至るエネルギー消費の経過	152
11.4.1 日本のエネルギー消費量の推移	152
11.4.2 世界のエネルギー消費量の推移	156
11.5 グローバルな環境問題の顕在化	158
11.5.1 酸性雨	159
11.5.2 大気汚染	160
11.5.3 温室効果	161
演習問題	163
引用・参考文献	163
12章 一次エネルギーの発生原理と問題点	
12.1 化石燃料	164
12.1.1 化石燃料からの一次エネルギーの獲得法と特徴	165
12.1.2 化石燃料の最近の動きと今後の展望	166
12.2 再生可能エネルギー	168

12.2.1	太陽光と熱, および風力エネルギーの獲得法と特徴, および問題点	169	12.2.2	太陽光利用と風力以外の再生可能エネルギー	178
			12.2.3	再生可能エネルギーの最近の動きと今後の展望	181
12.3	原子力	182			
12.3.1	原子核からの一次エネルギーの獲得法と特徴	182	12.3.3	原子力の最近の動きと今後の展望	192
12.3.2	原子力の問題点	190			
	演習問題	192			
	引用・参考文献	193			
13章 2050年に向けてのエネルギー消費と供給見通し					
13.1	省エネと脱化石燃料	195			
13.1.1	省エネ	195	13.1.3	省エネと化石燃料削減のまとめ	199
13.1.2	化石燃料削減	199			
13.2	再生可能エネルギーと原子力の可能性	200			
13.2.1	再生可能エネルギー	200	13.2.3	再生可能エネルギーと原子力だけでダメなら	202
13.2.2	原子力	201			
13.3	エネルギーのこれから	202			
	演習問題	204			

演習問題解答**索引****執筆分担**

第1編 (1章・3章) 植月 唯夫

第1編 (2章・4章) 望月 悦子

第2編 木村 嘉孝

第3編 廣木 一亮

第4編 村岡 克紀



第1編 電気の照明への応用

1章 物理量(エネルギー)としての光

光は電磁波（電波）の一種であり振幅と波長を有する（図1.1）。振幅がその光（電波）の強さに関係し、波長が性質に関係する。その波長の長さにより、電波は利用のされ方が異なっている。その中で波長が $1 \sim 10^5$ nmのものを光ということが多い（図1.2）。ここで1 nmは1ナノメートルと読み、 10^{-9} mである。

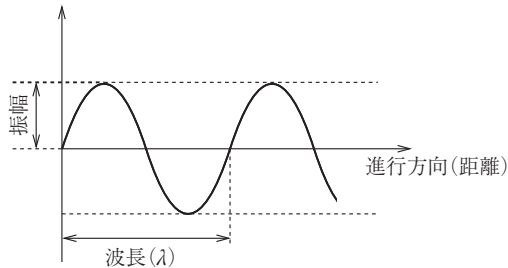


図1.1 波（光・電磁波）の形

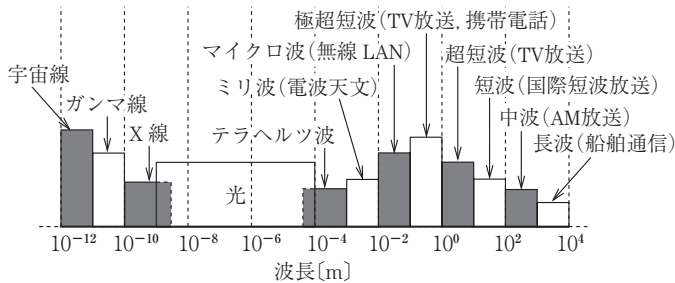


図1.2 電（磁）波と光の関係と視感度

電波の速度は 3×10^8 m/s であり、これは波の性質（波長）が違っていても同じである。したがって波長が異なると、1秒間の波の数（周波数）が異なる。波長を λ [m]、周波数を ν [1/s] で示すと、この二つの間には以下の関係がある。

$$\lambda \times \nu = 3 \times 10^8 \text{ [m/s]}$$

光は電磁波の一部であり、当然、光はエネルギーを持つ。**光のエネルギー**を考えると、少々理解しにくいことがある。それは「光の強さ」と「光のエネルギー」が異なる概念だからである。つまり、強い光でもエネルギーが弱く、弱い光でもエネルギーが強い場合がある。この理由は、光のエネルギー W [J] は、次式で示されるように、光の振幅には依存せず「周波数に比例する」と定義されているからである。

$$W = h\nu \text{ [J]}$$

ここで、比例定数 h は**プランク定数**と呼ばれ、 $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J·s である。つぎに、光の発生について考える。光の発生は大きく二つに分けられて考えられている。それは「温度放射」と「ルミネセンス」である。これらについて説明する。

1.1 温度放射

温度放射とは物体が熱せられて高温になると光を発する現象である。温度放射を考える場合、すべての波長の光を反射も透過もしない物質が望ましい。その物体を「完全放射体」もしくは「黒体」という。光の反射や透過などが波長に依存する物体は「選択放射体」と呼ばれる。黒体は以下の三つの重要な法則の性質を持つ。これらについて説明する。

1.1.1 シュテファン・ボルツマンの法則

シュテファン・ボルツマンの法則とは、温度 T [K] の黒体表面の単位面積当りから単位時間に放射される全エネルギー $M(T)$ が絶対温度の4乗に比例す

るというものである。これは次式で示される。

$$M(T) = \sigma T^4 \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad (1.1)$$

この $M(T)$ は放射発散度と呼ばれ、「放射の発散面の単位面積当りに発散する放射束、物体の単位面積から出る放射束」で定義されている。比例定数はシュテファン・ボルツマン定数と呼ばれ、 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ である。

1.1.2 プランクの放射則

プランクの放射則とは、 T [K] の黒体表面の単位面積当りから単位時間に $\lambda \sim \lambda + d\lambda$ の波長帯内で放射されるエネルギー $M(\lambda, T)d\lambda$ が次式で示されるといものである。

$$M(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5 \left\{ \exp(C_2/\lambda T) - 1 \right\}} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}] \quad (1.2)$$

$M(\lambda, T)$ は分光放射発散度と呼ばれ、定数 $C_1 = 3.7415 \times 10^{20} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-4}$ 、 $C_2 = 1.4388 \times 10^7 \text{ nm} \cdot \text{K}$ である。放射発散度 $M(T)$ と分光放射発散度 $M(\lambda, T)$ の関係は次式で示される。

$$M(T) = \int_0^\infty M(\lambda, T) d\lambda = \sigma T^4 \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad (1.3)$$

この式で温度が 3000 K 以下、波長が 800 nm 以下の場合、分光放射発散度は次式で近似でき、スペクトル観察による物体の温度計測に利用される。

$$M(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5 \exp(C_2/\lambda T)} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}] \quad (1.4)$$

1.1.3 ウィーンの変位則

ウィーンの変位則とは、最大の分光放射をする波長 λ_M [m] は絶対温度 T [K] に反比例し、次式で示されるといものである

$$\lambda_M = \frac{2.899 \times 10^6}{T} \quad [\text{nm}] \quad (1.5)$$

黒体放射におけるプランクの放射則とウィーンの変位則を図 1.3 に示す。

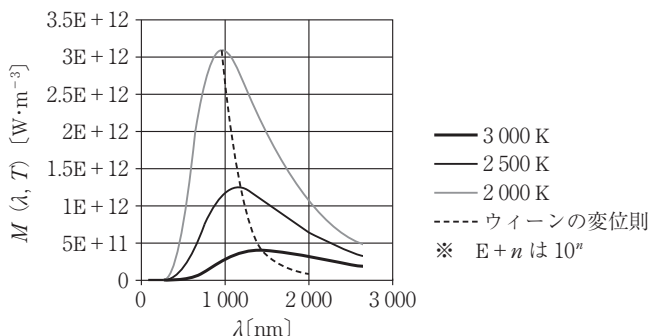


図 1.3 プランクの放射則とウィーンの変位則

1.1.4 黒体と選択放射体

黒体は炭をイメージすればわかりやすい。黒体はどのような波長の光も吸収する。このようにすべての波長の光に対し吸収率（放射率に等しい）が1である物体を**黒体**もしくは**完全放射体**という。

この放射率（吸収率）とは、ある温度 T [K] の物体の分光放射発散度 $M^*(\lambda, T)$ と黒体の分光放射発散度 $M(\lambda, T)$ との比であり、次式の $\varepsilon(\lambda, T)$ で示される。

$$\varepsilon(\lambda, T) = \frac{M^*(\lambda, T)}{M(\lambda, T)} \quad (1.6)$$

$\varepsilon(\lambda, T) \equiv 1$ のときが黒体であり、波長 λ に依存せず1より小さい一定値を有する場合を灰色体という。そして $\varepsilon(\lambda, T)$ が波長 λ によって変化するものを**選択放射体**という。このように、一般物質の $\varepsilon(\lambda, T)$ は物体の波長 λ と温度 T に依存する。参考までにタングステンの放射率の波長 λ と温度 T との関係を表 1.1 に示す。また、ある物体の放射発散度 $M^*(T)$ と黒体の放射発散度 $M(T)$ との比を**全放射率**と呼び、 $\varepsilon(T)$ で定義する。

$$\varepsilon(T) = \int_0^\infty \varepsilon(\lambda, T) d\lambda = \int_0^\infty \frac{M^*(\lambda, T)}{M(\lambda, T)} d\lambda = \frac{\int_0^\infty M^*(\lambda, T) d\lambda}{\sigma T^4} \quad (1.7)$$

表 1.1 タングステンリボンの放射率^{1)†}

λ \ T	1 800 K	2 000 K	2 200 K	2 400 K	2 600 K	2 800 K
400 nm	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	0.46
500 nm	0.47	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45
600 nm	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44
700 nm	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42
800 nm	0.43	0.43	0.42	0.42	0.41	0.41

1.2 ルミネセンス

ルミネセンスとは、物質が外部から刺激を受けたとき（つまりエネルギーを与えられたとき）、物質内部の電子が励起されて発光する現象である。発光という表現を用いたが、その光は「紫外域～可視光～赤外域」を意味する。換言すると、温度放射以外の発光のことを示す。

一般に、外部からの刺激がある間だけ発光するものを「蛍光」、外部からの刺激がなくなった後も発光し続けるものを「^{りん}燐光」という。しかし、これらの言葉は古くに定義されたもので、無機物に対しては明確な区別がつけにくい。現在、有機物分子に対しては、発光の開始前（励起状態）と終了時（基底状態）の電子の状態（スピン多重度と呼ばれる）が同じものは「蛍光」、そうでないものは「燐光」といわれている。

1.2.1 ストークスの法則

ルミネセンスは外部からのエネルギーをいったん吸収し、それを発光エネルギーで放出する現象、とみなすことができる。この現象においては、つねに吸収するエネルギーが放出するエネルギーよりも大きい（つまり放出光の波長は入射光の波長より長い）という関係が成り立つ。これを**ストークスの法則**という。この出力される光をストークス光（線スペクトルの場合はストークス線）と呼ぶことがある。

† 肩付き数字は、章末の引用・参考文献番号を表す。

索引

【あ】	エネルギー密度	164, 166, 168	環境問題	145, 158	
悪玉オゾン	160	エルー炉	097	間接光	042
アチソン炉	099	エレベータ型炉	104	間接照度	042
雨樋式	176	塩基性れんが	109	間接照明	049
暗順応	011	演色性	021, 024	完全放射体	004
暗所視	011	演色評価数	021	桿体細胞	010
アンチストークス光	006	遠赤外放射	079	【き】	
アンビエント照明	048	【お】		気候変動に関する政府	
【い】	オームの法則	065	間パネル	162	
イオン化列	119	温室効果	161	基準振動	085
一次エネルギー	154	温室効果ガス	161	輝度	016
一次エネルギー供給量	154	温度放射	002	輝度対比	043
一次電池	120	温熱治療法	095	局部照明	049
一酸化炭素	160	【か】		距離の逆二乗則	055
一酸化二窒素	160	加圧水型	187	近赤外放射	079
色温度	021, 024	回転レトルト型炉	107	【く】	
陰極	134	解凍	090	空乏層	173
【う】	海洋温度差発電	180	クリプトル	092	
ウィーンの変位則	003	化学的エネルギー	147	グレア	043
ウォーキングビーム	093	核エネルギー	147	グローバル	146, 158, 159
ウォーキングビーム型炉	105	核拡散	191	【け】	
渦電流	086	核子	183	蛍光ランプ	029
宇宙史	152	核ジャック	191	経済協力開発機構	157
宇宙背景光放射	151	核テロ	192	軽水炉	186
運輸部門	196, 198	核廃棄物	191	形態係数	072
【え】	角膜	010	頁岩	167	
エネルギー	065, 146	隔膜法	139	原子力	182
——の新しい利用方法	150	核融合	185, 204	原子力基本法	189
——の大規模獲得	150	可採年数	166	原子炉の暴走	190
エネルギー消費	152	可視放射	008	建築化照明	049
エネルギー保存の法則	147	化石燃料	164	顕熱	064
		化石燃料削減	194, 199	減能グレア	043
		活物質	122		

	【こ】				
高圧水銀ランプ	033	色度図	020	石炭	164
高圧ナトリウムランプ	034	仕事	146	石油	164
公害	145, 146, 158	自己閉込め	029	石油換算トン	156
光化学スモッグ	160	仕事率	147	選択放射体	004
光源の効率	024	支持電解質	140	善玉オゾン	160
虹彩	010	視神経	010	潜熱	064
高周波ウエルダ	095	視神経乳頭	011	全般拡散照明	049
光束	014	室指数	056	全般照明	049
光束発散度	016	質量欠損	182	全放射率	004
光束法	055	質量数	183	相対論	171
光度	015	質量変化	182	相変化	089
黒鉛電極	100	シャトル炉	104	測光量	013
国際単位系	147	周辺視	012		
国際熱核融合実験炉	185	シュテファン・		【そ】	
黒体	004, 081	ボルツマンの法則	002, 072	ソーラーチムニー	176
黒体放射	169, 171	ジュール	148		
国連人間環境会議	159	ジュール熱	066, 078	【た】	
固定価格買取制度	181	省エネ	194, 195	大気汚染	160
コーニス照明	049	蒸気機関型	186	台車型トンネル炉	107
コープ照明	049	照度	015	台車炉	104
固有抵抗	078	照明率	056	太陽光の強さ	169
		照明率表	057	太陽光発電	172
【さ】		視力低下グレア	043	太陽定数	169
再生可能エネルギー	168, 200	シーリングライト	050	太陽電池	126, 173
彩度	021	ジロー炉	097	太陽熱煙突	176
サイリスタインバータ	097	人口推移	150	太陽熱利用	175
産業革命	145, 149, 164	心理物理量	014	対流	066
産業部門	195, 197	人類史	152	ダウンライト	050
三原色	018			タスク・アンビエント	
酸性雨	159	【す】		照明	048
酸性れんが	109	水晶体	010	タスク照明	048
		錐体細胞	010	タワー式	176
【し】		水力	178	炭素捕獲貯留	202
シアノバクテリア	152	スタンド	050	蛋白変性	090
シェール	167	ストークスの法則	005		
シェールオイル	165, 167	スポットライト	050	【ち】	
シェール革命	167	スマートグリッド	178	地球工学	202
シェールガス	165, 167			地熱	178
視角	043	【せ】		中心窩	011
色相	021	正極	119	中心視	012
色素増感太陽電池	127	正孔	173	中性れんが ³	109
		生命史	152	潮汐力	180
		赤外放射	072	直接光	042

直接照度	042			半直接照明	049	
直接照明	049	【に】		バンドギャップ	172	
			二酸化硫黄	160		
【て】			二酸化炭素隔離	202	【ひ】	
抵抗率	078		二酸化窒素	160	光天井	049
ディッシュユ式	176		二次エネルギー	154	光のエネルギー	002
デモ	185		二次電池	122	比視感度	012
電解質	119		ニュートン	147	ヒステリシス損	086
電解重合	140		人間史	152	ビッグバン	151
電解精錬	137	【ね】			ピット型炉	103
電解めっき	136		熱エネルギー	147	比抵抗	078
電気エネルギー	147		熱拡散率	069	一人当たり1日当りの キロワット時	145
電気化学重合	140		熱硬化性	090	比熱	064
電気化学反応	133		熱効率	111	比誘電率	085
電気双極子	084		熱抵抗	068	標準比視感度	013
電気抵抗	065		熱抵抗率	067	標準分光視感効率	013
電氣的等価回路	121		熱伝達係数	071		
電気伝導率	078		熱伝導	066	【ふ】	
電気分解	133		熱伝導度	067	ファラデー定数	138
電磁波	072		熱伝導率	067	ファラデーの電気分解 の法則	138
電磁誘導	086		熱放射	083	風力	177
電池	119		熱容量	064	不快グレア	043
天然ガス	164		熱流束	066	負極	119
澱粉の糊化	090		燃料電池	125, 179	福島原発事故	182
電離	087	【は】			プッシャー	093
電力化率	195		バイオマス燃料	178	プッシャー型トンネル炉	106
電力原単位	111		廃棄物燃焼	180	沸騰水型	187
電力貯蔵	179		配光	045	浮遊粒子状物質	160
			配光角	047	ブラケット	050
【と】			配光曲線	045	プラズマ	087
凍結乾燥装置	101		ハイパーサーミア	095	プラズマ溶射	087
瞳孔	010		廃炉	192	プランク定数	002, 171
導電性ポリマー	140		白熱電球	025	プランクの放射則	003
導電率	078		薄明視	011	プランクの法則	081
導波管	095		波力	180	プリンタブル エレクトロニクス	130
特殊演色評価数	022		ハロゲンサイクル	027, 036	ブルキン現象	013
トラフ式	176		ハロゲン電球	027	フロアスタンド	050
			パワー	065, 147	雰囲気炉	102
【な】			半間接照明	049	分光視感効率	012
内燃機関型	186		半減期	184	分光放射発散度	003
内部抵抗	121		反射炉	104		
鉛蓄電池	122					

分裂型	183	民生部門	196, 197	【ら】	
【へ】		【む】		ライニング	108
平均演色評価数	022	無機 EL	041	【り】	
ベル型炉	103	無彩色	021	力学的エネルギー	146
ベルトコンベア	093	【め】		リチウムイオン電池	123
ベルトコンベア型炉	105	明視 4 要素	043	立体角	015
ペロブスカイト型有機 薄膜電池	128	明順応	011	立体角投射率	051
ペンダントライト	050	明所視	011	量子	171
【ほ】		明度	021	量子仮説	171
崩壊熱	190	メガソーラ	175	量子力学	171
放射	066	メタルハライドランプ	035	【る】	
放射特性	082	【も】		るつぼ型溶融炉	096
放射年代測定法	151	盲点	011	ルーバ天井	049
放射発散度	003	網膜	010	ルミネセンス	005
放射率	072, 082	毛様体筋	010	【れ】	
ボジティブ・ フィードバック	162	モデリング	044	連鎖反応	184
保守率	024, 056	【ゆ】		【ろ】	
ホモサピエンス	145, 152	有機 EL	039	ローカル	146, 158
ホール	173	有機薄膜太陽電池	127	ローラハース	093
【ま】		融合型	184	ローラハース型炉	105
マグネトロン	094	有彩色	021	ワット	148
マッケイの単位	154, 168, 194	誘電正接	085		
マンセル	021	【よ】			
【み】		陽極	134		
溝型誘導炉	096	溶融塩電解	098		

【B】		CO _x	160	global	146
boiling water reactor	187	【D】		【H】	
BWR	187	DEMO	185	HID ランプ	032
【C】		【F】		【I】	
carbon capture and storage		FIT	181	IH 機器	086
	202	【G】		IPCC	162
CCS	202	geo-engineering	202	ITER	185
CO	160				

[J]		NO _x	160	[S]	
		n 型	173	SI	147
James Prescott Joule	148			Sir Isaac Newton	147
James Watt	148	[O]		SO ₂	160
Joule 熱	066	OECD	157	SO _x	160
[L]		[P]		SPM	160
LED	037	pH	159	Stefan-Boltzmann の法則	072
local	146	Planck の法則	081	[U]	
[M]		p-n 接合面	126	UGR	044
		pressurized water reactor	187	[X]	
Mk	145, 154	PWR	187	XYZ 表色系	019
[N]		p 型	174		
N ₂ O	160	[R]			
NO ₂	160	RGB 表色系	019		

—編著者・著者略歴—

植月 唯夫（うえつき ただお）

1979年 静岡大学工学部電気工学科卒業
1982年 静岡大学大学院工学研究科
修士課程修了（電気工学専攻）
1982年 松下電工株式会社勤務
2001年 博士（工学）（九州大学）
2002年 津山工業高等専門学校教授
現在に至る

木村 嘉孝（きむら よしたか）

1962年 早稲田大学第一理工学部
応用物理学科卒業
1962年 昭和電工株式会社中央研究所勤務
1971年 昭和電工株式会社
熔業（塩尻）研究所
1981年 本社セラミックス事業部開発部
1994年 東海高熱工業株式会社出向後移籍
2001年 退職

村岡 克紀（むらおか かつのり）

1963年 九州大学工学部機械工学科卒業
1968年 九州大学大学院工学研究科
博士課程（機械工学専攻）
単位修得退学
1968年 九州大学助手
1969年 九州大学講師
1970年 工学博士（九州大学）
1970年 九州大学助教授
1980年 九州大学教授
2004年 九州大学名誉教授
2004年 中部大学教授
2011年 株式会社西部技術研技術顧問
2013年 株式会社プラズワイヤー技術顧問
現在に至る

望月 悦子（もちづき えつこ）

1997年 早稲田大学理工学部建築学科卒業
1999年 早稲田大学大学院理工学研究科
修士課程修了（建設工学専攻）
2004年 東海大学大学院工学研究科
博士後期課程修了（建築学専攻）
博士（工学）（東海大学）
2007年 千葉工業大学助教
2010年 千葉工業大学准教授
2013年 千葉工業大学教授
現在に至る

廣木 一 亮（ひろき かずあき）

2000年 筑波大学第三学群基礎工学類卒業
2006年 筑波大学大学院一貫制博士課程
数理解物質科学研究科修了
博士（工学）（筑波大学）
2006年 独立行政法人産業技術総合研究所
環境化学技術研究部門特別研究員
2008年 独立行政法人 科学技術振興機構
日本科学未来館
科学コミュニケーター
2008年 独立行政法人 理化学研究所
基幹研究所客員研究員（兼任）
2011年 津山工業高等専門学校講師
2013年 津山工業高等専門学校准教授
現在に至る

電気応用とエネルギー環境

The Application of Electricity and Energy Environment for Sustainable Society

© Uetsuki, Mochizuki, Kimura, Hiroki, Muraoka 2016

2016年9月26日 初版第1刷発行

★

検印省略

編著者 植 月 唯 夫
著者 望 月 悦 子
木 村 嘉 孝
廣 木 一 亮
村 岡 克 紀
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 新日本印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03) 3941-3131 (代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-00890-6

(森岡)

(製本：愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします