

電気二重層コンデンサ品種一覧表

用途区分	シリーズ名	形状記号	概要	カテゴリ 温度範囲(°C)	定格電圧 (V.D.C)	容量 定格静電 範囲 (F)	定格静電 容量許容差 (%)	頁
標準品	UM	04	リード線形高電圧品	-25 ~ +70	2.7	0.47 ~ 47	±20	9
	UW	04	リード線形高電圧小形品	-25 ~ +70	2.7	1 ~ 82	±20	10
	JC	692	基板自立形標準品	-25 ~ +60	2.5	15 ~ 150	±20	11
高容量品 <i>Upgrade</i>	JD	331	ネジ端子形高エネルギー密度タイプ	-25 ~ +60	2.5	600 ~ 6000	±20	12
低抵抗品	JL	331	ネジ端子形ハイパワー密度タイプ	-25 ~ +60	2.5	400 ~ 2600	±20	13



電気二重層コンデンサご使用上の注意事項

1 回路設計上の注意事項

- (1) 電気二重層コンデンサ（以下コンデンサという）は有限寿命であって規定寿命が設定されています。
- (2) コンデンサにはカテゴリ上限温度が設定されています。
- (3) コンデンサは温度変化によって電気特性が変化します。
- (4) コンデンサは温度上昇によって電気特性などが劣化します。
- (5) 放電電流が大きい場合、放電開始時に電圧ドロップが発生します。回路の放電電流およびコンデンサの内部抵抗値 (DCR) の確認をして下さい。
- (6) 電気二重層コンデンサは、放電時には電圧が降下します。定格電圧で使用するためには、昇圧回路等を組み合わせた、回路的なシステムが必要です。
- (7) コンデンサに大きなリプル電流、パルス電流や充放電電流が流れると、自己発熱による温度上昇によって寿命劣化が加速しますのでご注意ください。
- (8) コンデンサの外装スリーブは絶縁が保証されていません。
- (9) 電気二重層コンデンサの静電容量測定は一般のコンデンサとは異なり、直流放電電流量から算出します。EIAJ RC-2377（電気二重層コンデンサの試験方法）に基づく。
- (10) 電気二重層コンデンサを直列接続する場合、電圧アンバランスにより一部のセルに過電圧がかかる恐れがあります。直列接続使用時には十分な電圧マージンを設ける、バランス抵抗の設置、電圧制御回路設置等の電圧アンバランス対策をとる必要があります。
- (11) コンデンサは次の環境で使用すると故障する場合があります。
 - ① 周囲環境（耐候性）条件
 - a) 直接、水がかかる環境、高温高湿になる環境及び結露状態になる環境
 - b) 直接、油がかかる環境及び油成分がガス状に充満している環境
 - c) 直接、塩水がかかる環境及び塩分が充満している環境
 - d) 有毒ガス（硫化水素、亜硫酸、亜硝酸、塩素、臭素、臭化メチル、アンモニアなど）が充満している箇所
 - e) 直射日光、オゾン、紫外線および放射線が照射される環境
 - f) 酸性及びアルカリ性溶剤がかかる環境
 - ② 振動または衝撃条件が納入仕様書の規定範囲を超える過酷な環境
 - (12) 定格電圧を超える過電圧印加や温度上昇によって電気特性劣化や破損のおそれがありますので定格電圧以下でご使用下さい。
 - (13) コンデンサには極性があります。逆電圧を印加しないで下さい。
 - (14) コンデンサをプリント配線板に取り付けるとき、事前に次の内容を確認の上、設計して下さい。
 - ① コンデンサの端子間隔にプリント配線板の穴間隔を合わせて下さい。
 - ② コンデンサの圧力弁部の上に配線や回路パターンがこない設計にして下さい。
 - ③ コンデンサの圧力弁部の上は、納入仕様書に規定のない限り、次の間隔を開けて下さい。

製品直径	間隔
φ6.3～φ16mm	2mm以上
φ18～φ35mm	3mm以上
φ40mm以上	5mm以上
 - ④ プリント配線板側にコンデンサの圧力弁が付く場合は、圧力弁の位置に合わせて、圧力弁作動時のガス抜き穴を開けて下さい。
 - ⑤ ネジ端子形の封口部は上向きとして下さい。また横に寝かせる場合には、陽極端子を上にして下さい。
 - (15) コンデンサの封口部の下にパターンがあると、万が一電解液の漏れが生じたとき、回路パターンを短絡させトラッキングまたはマイグレーションが発生する場合がありますので、コンデンサの封口部の下には回路パターンを配線しないで下さい。
 - (16) コンデンサの周辺およびプリント配線板の裏面（コンデンサの下）への発熱部品の配置は避けて下さい。
 - (17) 両面のプリント配線板にコンデンサを取り付けるとき、コンデンサの下に余分なプリント配線板穴および表裏接続用貫通穴がこないように回路設計して下さい。
 - (18) ネジ端子の締め付けおよびコンデンサ本体取り付け用ネジの締め付けトルクは、納入仕様書で規定された範囲内として下さい。

2 取り付け時の注意事項

- (1) コンデンサの極性を確認してから取り付けて下さい。
- (2) コンデンサは床などに落下させないで下さい。このとき落下したコンデンサは使用しないで下さい。

- (3) コンデンサ本体を変形させて取り付けしないで下さい。
- (4) コンデンサの端子間隔とプリント配線板穴間隔とが合っていることを確認してから取り付けて下さい。
- (5) 基板自立形コンデンサは、その基板に密着する（浮いた状態にない）まで押し込んで取り付けて下さい。
- (6) はんだごてによるはんだ付け
 - ① はんだ付け条件（温度、時間）は、納入仕様書に規定の範囲内として下さい。
 - ② 端子間隔とプリント配線板穴間隔が不整合のため、リード線端子を加工する必要がある場合には、はんだ付けする前に、コンデンサ本体にストレスがかからないように加工して下さい。
 - ③ はんだごてによる手直しをするとき、一度はんだ付けしたコンデンサを取り外す必要がある場合には、コンデンサの端子にストレスがかからないように、はんだが十分熔融してから行って下さい。
 - ④ はんだごての先がコンデンサの本体に触れないようにして下さい。
- (7) プリント配線板にコンデンサをはんだ付けした後、コンデンサ本体を傾けたり、倒したり、またはひねったりしないで下さい。
- (8) プリント配線板にコンデンサをはんだ付けした後、コンデンサを把手がわりにつかんでプリント配線板を移動しないで下さい。
- (9) プリント配線板にコンデンサをはんだ付けした後、コンデンサに物をぶつけないで下さい。
また、プリント配線板を重ねるときコンデンサにプリント配線板、または他の部品などが当たらないようにして下さい。
- (10) 洗浄
 - ① 洗浄方法
対象：全品種、全定格
アルコール系洗浄剤
イソプロピルアルコール
水系洗浄剤
高級アルコール系
バインアルファST-100S（荒川化学工業）
テクノケアFRW14～17（東芝）
サンエレクトリックB-12（三洋化成工業）
界面活性剤系
クリンスルー750H、750L、710M（花王）
アルカリけん化剤系
アクアクリナー210SEP（三栄化学）
洗浄条件：浸漬、超音波などの方法で洗浄時間の合計が5分以内とする。（洗浄液温度は60℃以下）
洗浄後コンデンサを実装済プリント配線板とともに熱風で10分以上乾燥させて下さい。また、洗浄液がケースとスリーブ間に侵入した場合、熱風の温度が高すぎるとスリーブが軟化し、膨張することがありますので、熱風の温度はスリーブの軟化温度（80℃）を超えないようにして下さい。
なお、水すぎ後の乾燥が不十分な場合は、スリーブの二次収縮、底板の膨らみなどの外観上の不具合を起こす場合があります。

すのでご注意下さい。

また、洗浄剤の汚染管理（電導度、pH、比重、水分量など）をして下さい。洗浄後、洗浄液の雰囲気中または密閉容器での保管はしないで下さい。

なお、洗浄方法によっては、製品表示消え、表示のにじみ等が発生する場合があります。

- (11) 固定剤、コーティング剤
 - ① ハロゲン系溶剤などを含有する固定剤、コーティング剤は使用しないで下さい。
 - ② 固定剤・コーティング剤を使用する前に、基板とコンデンサの封口部にフラックス残渣、及び汚れが残らないようにして下さい。
 - ③ 固定剤・コーティング剤を使用する前に、洗浄剤などを乾燥させて下さい。
 - ④ 固定剤・コーティング剤を使用する場合は、コンデンサの封口部の全面をふさがしないで下さい。
固定剤・コーティング剤は多種にわたりますので、ご使用にあたり詳細はお問い合わせ下さい。
- (12) 燻蒸処理について
輸出時の防虫対策などで、臭化メチルなどのハロゲン化合物で燻蒸処理をする場合があります。
電気二重層コンデンサ及び電気二重層コンデンサを組み込んだ機器を、直接燻蒸または燻蒸処理をした木材をパレットに使用した場合には、燻蒸剤に含まれるハロゲンによって、コンデンサ内部での腐食反応を起こすことがあります。

3 保管の条件

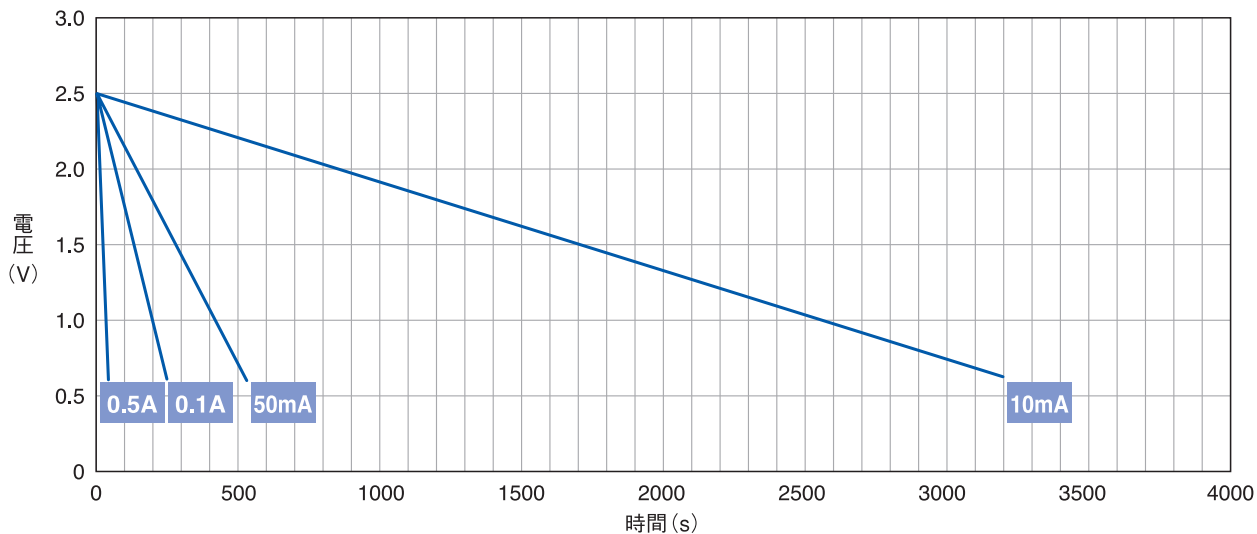
- (1) コンデンサの保管は、室温で5～35℃の温度、75%以下の相対湿度を推奨します。
- (2) 保管場所が次の環境でないことを確認して下さい。
 - ① 直接、水が掛かる箇所、高温高湿になる箇所及び結露状態になる箇所
 - ② 直接、油が掛かる箇所及び油成分がガス状に充滿している箇所
 - ③ 直接、塩水が掛かる箇所、塩分が充滿している箇所
 - ④ 酸性の有機ガス（硫化水素及び亜硫酸、亜硝酸、塩素、臭素、臭化メチル）が充滿している箇所
 - ⑤ アルカリ性の有毒ガス（アンモニアなど）が充滿している箇所
 - ⑥ 酸性及びアルカリ性溶剤が掛かる箇所
- (3) 2年以上の長期保存品をご使用になる場合には、放置環境の変化が特性に影響を及ぼす場合がありますので、ご使用方法などについて、お問い合わせ下さい。

4 廃棄の場合

- (1) コンデンサを廃棄する場合には、産業廃棄物処理業者に渡して埋め立てなどの処理をして下さい。
- (2) コンデンサを廃棄（それに伴う基板からの取り外し）する際には放電されていることを確認して下さい。

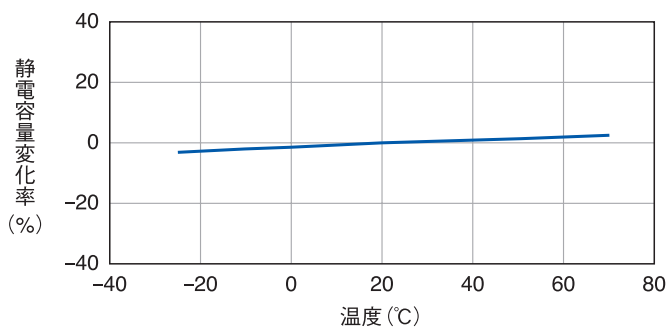
以上、電気二重層コンデンサの使用上の注意事項につきましては、JEITA RCR-2370C 2008年7月発行「電気二重層コンデンサ(EDLC)の安全アプリケーションガイド」に準じていますので、詳細は上記をご参照下さい。

■放電特性 (代表例：UWシリーズ 2.7V 12F at 20°C)

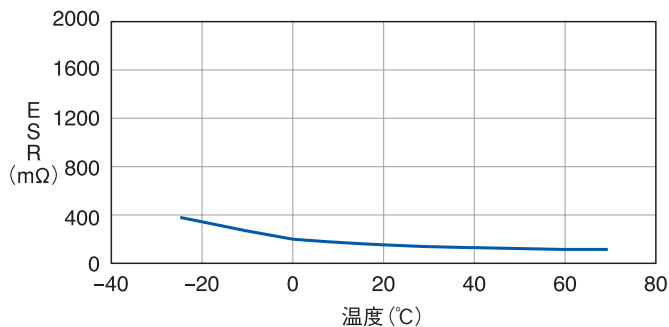


放電電流によって放電時間が異なる。

■温度特性 (代表例：UWシリーズ 2.7V 12F)

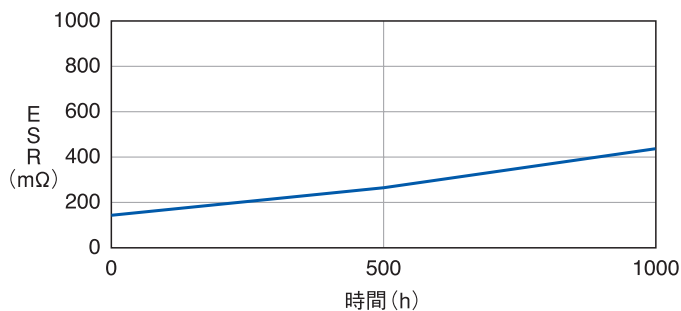
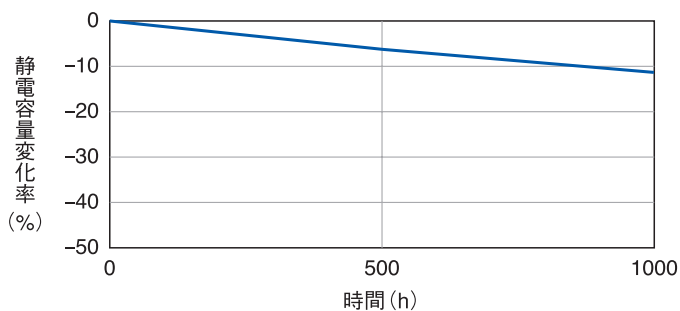


低温になるほど静電容量が下がります。



低温になるほどESR値が増加します。

■寿命試験 (代表例：UWシリーズ 2.7V 12F) 条件：70°C 定格電圧 (2.7V) 連続印加



Q.1 EDLCを12Vラインで使用したい

A まず、電源ラインで想定される最高電圧を確認してください。EDLC単体の定格電圧を超える場合は、直列接続でご使用ください。例えば発電側の最高電圧が16Vの例を示します。定格電圧が2.5Vの製品の場合、 $16/2.5=6.4$ と端数が生じますが、切り上げていただいて7とし、7個直列でご使用ください。

Q.2 HEVなど自動車で用いるときの注意点や特長は

A EDLCは、電力回生目的のために、HEV (Hybrid Electric Vehicle:ハイブリッド電気自動車) などによく用いられます。電力回生時の損失は、EDLCの内部抵抗によって決まるため、EDLCを選択する場合の重要な電氣的性能は内部抵抗になります。また、乗用車へ搭載する場合には、重さやスペースの制限も考慮する必要があります。一般的には、複数のEDLCを直列接続して使用します。長期間使用する場合には、電圧バランス回路の使用を推奨します。短時間の使用や使用後にバランス抵抗放電によって安定した低電圧に戻せる場合には必要ありません。この手法はソーラーカーのレースカーなどでも応用されています。

Q.3 地震感知器など非常用機器に用いる場合、特長が発揮できるか

A 非常用機器は、バックアップ電源に二次電池が組み込まれたものが多く、通常時にはAC電源から電池に常時電圧を供給するものが一般的と考えます。このように、機器への電圧供給は、通常時はAC電源で供給されますが、非常時には電池側に切り替わるようになっています。しかし、電池の個々の特性劣化を考えた場合、電池の交換を数年毎に行うよりも、常時電圧が印加できて使用電流も非常に小さいEDLCを用いた方が信頼性が高くなります。

Q.4 寿命の考え方は

- A** 寿命は、使用温度や印加電圧の影響を大きく受けます。実使用時の寿命は、コンデンサの高温負荷試験（加速試験条件）の結果から推定が可能です。印加電圧が低い程、使用時の容量減少は小さい傾向にあり、また使用温度については、コンデンサのカテゴリ上限温度以下（一般に40℃～カテゴリ上限温度の範囲以内）であればアレニウスの法則（熱エネルギーによる化学反応式）に従い温度が10℃低くなると寿命はおおよそ2倍になります。尚、算出された値は参考値としてお取り扱いください。

Q.5 EDLCの漏れ電流(LC)はどの程度と考えればよいのか

- A** EDLCの等価回路は、電解液側の抵抗と電極側の抵抗と、微小コンデンサの集合体で表されます。高い抵抗に接続された微小コンデンサは充電が遅れるため、30分後の漏れ電流値は、漏れ電流だけでなく充電電流を含んだ値となっています。また、漏れ電流値は接続状態、使用環境の影響を受けます。直列接続で使用される時は、別途ご相談ください。

Q.6 製品の安全性についてはどうですか

- A** 当社のEDLCは、地球環境への負荷、安全性、信頼性を考慮し、電極や電解液の材料を選定して作られております。鉛などの重金属は用いておりませんので、安心してご使用いただける蓄電デバイスです。

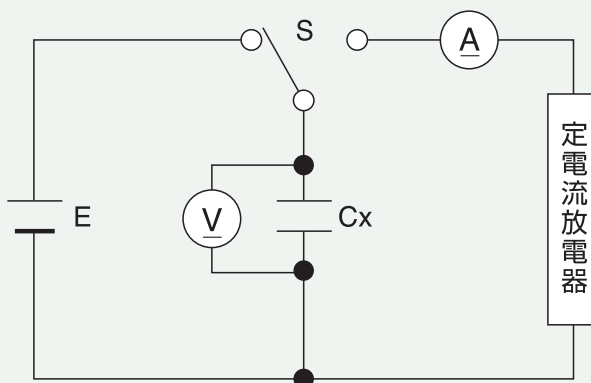
● 静電容量の測定方法

静電容量の測定にはいくつかの方法がありますが当社では定電流放電法を採用しています。コンデンサを定格電圧で充電し、30分間保持した後、定電流で放電し、電圧変化とその所要時間から求めます。静電容量の単位はファラッド(F)です。

測定回路

図1. 定電流放電法の測定回路図

- E : 定電流定電圧電源
- Ⓐ : 直流電流計
- Ⓥ : 直流電圧計
- S : 切り替えスイッチ
- Cx : 供試コンデンサ



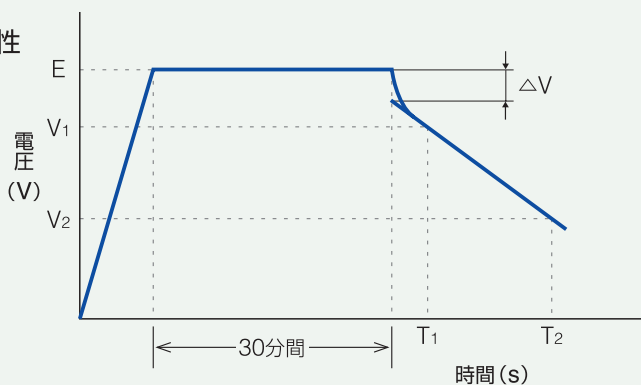
測定手順

- ① 定電流定電圧電源にて定電流で定格電圧まで充電します。
- ② 定格電圧到達後、定電圧充電に切り替え、30分間の補充電を行います。
- ③ 補充電終了後、スイッチを定電流放電器側にし、個別に定めた放電電流値（特に指定の無い場合は10mA/F）にて定電流放電します。
- ④ 放電時のコンデンサの端子電圧が図2に示すV₁からV₂に下がるまでの時間T₁及びT₂を測定し、次の(1)式より静電容量値を算出します。

$$C = I \times (T_2 - T_1) / (V_1 - V_2) \quad \dots (1) \text{式}$$

図2. コンデンサの充放電特性

- C : 静電容量 [F]
- E : 充電電圧 [V]
- I : 放電電流 [A]
- V₁ : 測定開始電圧 (0.8E) [V]
- V₂ : 測定終了電圧 (0.4E) [V]
- T₁ : V₁となる放電開始からの時間 [s]
- T₂ : V₂となる放電開始からの時間 [s]



※当社では、V₁ = 2.0 [V]、V₂ = 1.0 [V]としておりますので、(1)式は以下のように表すことができます。

$$C = I \times (T_2 - T_1) \quad \dots (2) \text{式}$$

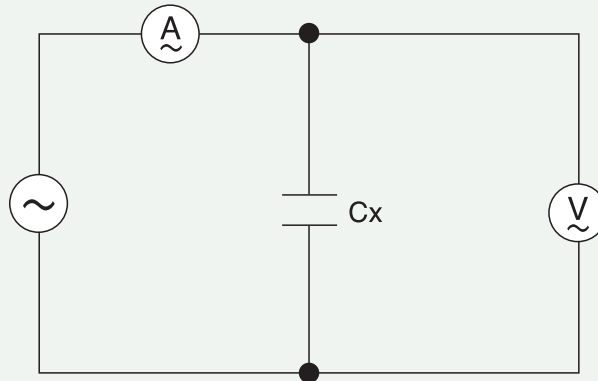
● 内部抵抗の測定方法

交流抵抗法

測定回路

図3. 交流抵抗法の測定回路

- ⊖: 発振器
- Ⓐ: 交流電流計
- Ⓥ: 交流電圧計
- Cx: 供試コンデンサ



測定方法

コンデンサの内部抵抗Raは次の(3)式により算出します。

$$R_a = U / I \quad \dots (3) \text{ 式}$$

Ra: 交流内部抵抗 [Ω]
 U: 交流電圧の実効値 [Vrms]
 I: 交流電流の実効値 [Arms]

ここで、測定電圧の周波数は1kHzとし、交流電流は1mA～10mAとします。

直流抵抗法

測定方法

測定回路は図1と同じ回路を用い、定電流放電法にて静電容量を測定する際と同一手順で行います。コンデンサの直流内部抵抗は図2のコンデンサの充放電特性におけるΔVの値と次の(4)式より求めることができます。

$$R_d = \Delta V / I \quad \dots (4) \text{ 式}$$

Rd: 直流内部抵抗 [Ω]
 ΔV: 降下電圧 (IRドロップ) [V]
 I: 放電電流 [A]

● 漏れ電流の測定方法

定電流充電(定抵抗充電でも可)により、コンデンサの端子電圧が定格電圧に到達後、30分間定格電圧にて補充電した際の電流値を便宜的に漏れ電流と規定します。

● エネルギー密度の計算

コンデンサに充電できるエネルギーは

$$W(\text{Wh}) = \frac{1}{2} CE^2 \times \frac{1}{3600}$$

単位体積あたり、あるいは単位重量あたりのエネルギーとして表したものをエネルギー密度といい、次式で求めます。

・体積1リットルあたりのエネルギー密度はMをコンデンサ体積(リットル)とし

$$E_d(\text{Wh/L}) = \frac{1}{2} CE^2 \times \frac{1}{3600} \times \frac{1}{M}$$

・重量1kgあたりのエネルギー密度はMをコンデンサ重量(kg)とし

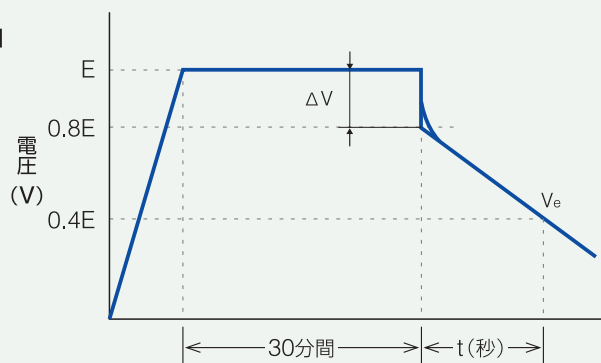
$$E_d(\text{Wh/kg}) = \frac{1}{2} CE^2 \times \frac{1}{3600} \times \frac{1}{M}$$

● パワー密度の計算

コンデンサから取り出すことができる電力をパワーといい、単位体積あたりまたは単位重量あたりをパワー密度といいます。パワー密度の求め方はいくつかの方法があり各社異なりますが、当社では直流内部抵抗(DCR)の測定方法により求めたRdを次式にあてはめて算出します。

・体積1リットルあたりのパワー密度はMをコンデンサ体積(リットル)とし

$$\begin{aligned} P_b(\text{W/L}) &= \frac{1}{2} (E - \Delta V + V_e) \times I / M \\ &= \frac{1}{2} (E - 0.2E + 0.4E) \times 0.2E / R_d / M \\ &= \frac{1}{2} \times 1.2E \times 0.2E / R_d / M \\ &= (0.12 \times E^2 / R_d) / M \end{aligned}$$



・重量1kgあたりのパワー密度はMをコンデンサ重量(kg)とし

$$\begin{aligned} P_d(\text{W/kg}) &= \frac{1}{2} (E - \Delta V + V_e) \times I / M \\ &= (0.12 \times E^2 / R_d) / M \end{aligned}$$

※パワー密度、エネルギー密度の算出方法はJEITA規格 EIAJ RCR-2370Cによる。

● 計算事例 1

電気二重層コンデンサで点灯するソーラー照明灯の例

12V 0.2A高輝度LEDを6時間点灯する場合を想定し計算します。
電気二重層コンデンサは1段（並列接続のみで直列で昇圧しない）
仕様で2.5V→1.0Vの電圧範囲で使用し、負荷側へは
DC/DCコンバータで12Vに昇圧して出力します。

<条件>

- ・定格出力 : 12V 0.2A (2.4W)
- ・コンデンサ充電電圧 : 2.5V
- ・放電終始電圧 : 1.0V
- ・補償時間 : 6時間
- ・DC/DCコンバータ効率: 70% (平均効率)
(自己放電による損失含む)

<必要エネルギー量>

総電力量 $W_L = 2.4 \text{ (W)} / 0.7 \times 6 \text{ (h)} \times 3600 \text{ (s)} = 74,057 \text{ (J)} \dots \text{①}$

放電電力量 $W_C = C / 2 \times (V_1^2 - V_2^2) \text{ (J)} \dots \text{②}$

①、②より $W_L = W_C$ とおき

$$C = 74,057 \times 2 / (2.5^2 - 1.0^2) = 28,212 \text{ (F)}$$

ここでの電気二重層コンデンサの使われ方は小電流を長時間流す用途ですから、静電容量の大きい高エネルギー密度タイプから選定いたします。JDシリーズから静電容量4,000F、内部抵抗2mΩ、φ63.5×150L (mm)を選定しますと、

<使用本数>

$n = 28,212 / 4000 = 7.05$ 本 (切り上げて8本使用)
1直列8並列構成として蓄電容量C、内部抵抗DCRは
 $C = 4000 \times 8 = 32,000 \text{ F}$
 $DCR = 0.002 / 8 = 0.00025 \Omega$

ここで放電開始時の降下電圧: $E - V_1$ は

放電開始電流 I_1 とユニットの内部抵抗DCRとの積で表されますので
 $E - V_1 = I_1 \times DCR \dots \text{③}$

また放電開始電圧 V_1 と放電開始電流 I_1 の積が定格出力 2.4W となりますので
 $V_1 \times I_1 = 2.4 / 0.7 \dots \text{④}$

③、④より V_1 の二次方程式を解いて

$$V_1^2 - E \times V_1 + 2.4 / 0.7 \times DCR = 0$$

$$V_1^2 - 2.5 \times V_1 + 0.000857 = 0$$

$$V_1 = (2.5 \pm \sqrt{2.5^2 - 4 \times 0.000857}) / 2$$

$$V_1 = 2.4997 \text{ V}, 0.000686 \text{ V} \quad 0.000686 \text{ V} \text{では成り立たないため}$$

$$V_1 = 2.4997 \text{ V}$$

①、②より

$$t = 32,000 / 2 \times (2.4997^2 - 1.0^2) / 2.4 \times 0.7$$

$$t = 24,493 \text{ (s)} = 6.80 \text{ (h)}$$

よってJDシリーズ2.5V 4000Fを選定しますと、8並列で必要点灯時間を満足することが確かめられました。

<ハイパワー密度タイプ JLシリーズの同サイズ品を選定した場合>

- ・セル耐電圧 : 2.5V
- ・セルサイズ : φ63.5×150L (mm)
- ・セル静電容量 : 2600F
- ・セル内部抵抗 : 0.001Ω

<使用本数>

$n = 28,212 / 2,600 = 10.85$ 本 (切り上げて11本使用)
コンデンサは1直列11並列構成として蓄電容量C、内部抵抗DCRは
 $C = 2600 \times 11 = 28,600 \text{ F}$
 $DCR = 0.001 / 11 = 0.0000909 \Omega$

③、④式を解いて

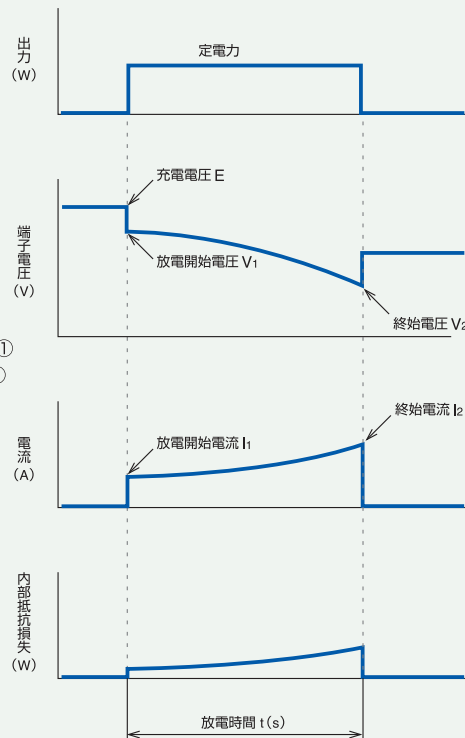
$$V_1 = 2.4999 \text{ V}$$

$$t = 28,600 / 2 \times (2.4999^2 - 1.0^2) / 2.4 \times 0.7$$

$$t = 21,895 \text{ (s)} = 6.08 \text{ (h)}$$

よってJLシリーズ2.5V 2600Fを選定しますと、6時間の点灯時間を満足するためには11並列必要となります。

小電流を長時間流す用途においては静電容量の大きい高エネルギー密度タイプJDシリーズが好適となります。



● 計算事例 2

瞬時電圧低下補償用として電気二重層コンデンサを用いた場合

950W定格出力の瞬時電圧低下補償装置に
30Vの電気二重層コンデンサユニットを用いて
6秒間の補償を行う場合を計算します。

<条件>

- ・定格出力 : 950W
- ・コンデンサ充電電圧 : 30V
- ・放電終了電圧 : 15V
- ・補償時間 : 6秒
- ・DC/DCコンバータ効率 : 80% (平均効率)
(電圧均等化回路の損失を含む)

<コンデンサ選定>

JLシリーズ 2.5V 550F

- ・セル耐電圧 : 2.5V
- ・セルサイズ : φ35×105L (mm)
- ・セル静電容量 : 550F
- ・DCR : 0.005Ω

平均セル電圧を2.2Vとし充電電圧30Vを満足するには $30/2.2 = 13.6$
コンデンサは14直列となります。

14直列1並列構成として蓄電容量C、内部抵抗DCRは

$$C = 550 / 14 = 39.2F$$

$$DCR = 0.005 \times 14 = 0.070\Omega$$

<補償時間の試算>

$$\text{補償電力量 } W_L = 950 / 0.8 \times t \text{ (J)} \dots\dots\dots ①$$

$$\text{放電電力量 } W_C = C / 2 \times (V_1^2 - V_2^2) \text{ (J)} \dots\dots ②$$

$$\text{補償電力量} = \text{放電電力量とおき } W_L = W_C$$

$$E - V_1 = I_1 \times DCR \dots\dots\dots ③$$

$$V_1 \times I_1 = 950 / 0.8 \dots\dots\dots ④$$

③、④より V_1 の二次方程式を解いて

$$V_1^2 - E \times V_1 + 950 / 0.8 \times DCR = 0$$

$$V_1^2 - 30 \times V_1 + 83.1 = 0$$

$$V_1 = (30 \pm \sqrt{30^2 - 4 \times 83.1}) / 2$$

$$V_1 = 26.9V, 3.09V \quad 3.09V \text{では成り立たないため } V_1 = 26.9V$$

①、②より

$$t = 39.2 / 2 \times (26.9^2 - 15^2) / 950 \times 0.8$$

$$t = 8.22 \text{ (s)}$$

よって選定品14直列で必要補償時間6秒を満足します。

<高エネルギー密度タイプJDシリーズで同サイズ品を選定した場合>

- ・セル耐電圧 : 2.5V
- ・セルサイズ : φ35×105L (mm)
- ・セル静電容量 : 800F
- ・DCR : 0.013Ω

コンデンサは14直列1並列構成として蓄電容量C、内部抵抗DCRは

$$C = 800 / 14 = 57.1F$$

$$DCR = 0.013 \times 14 = 0.182\Omega$$

③、④式を解いて

$$V_1 = 17.9V$$

$$t = 57.1 / 2 \times (17.9^2 - 15^2) / 950 \times 0.8$$

$$t = 2.29 \text{ (s)}$$

よってJDシリーズ2.5V 800Fでは、6秒補償を満足できません。

瞬時に大電流を必要とする用途には内部抵抗(DCR)が低いハイパワー密度タイプJLシリーズが好適となります。

