



モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
Mobile Computing Promotion Consortium

MCPC TR-021

**USB 充電インタフェース
安全設計ガイドライン**

Version1.11

2016/7/26

**モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
技術委員会**

変更履歴

日付	Version	変更内容
2014年10月 8日	1.00	Base version initial release.
2016年6月14日	1.10	USB Type-Cコネクタ対応
2016年7月26日	1.11	Typo等修正

ドキュメント発行者、および著作権者:

〒105-0011
東京都港区芝公園3-5-12 長谷川グリーンビル
モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC)
電話: 03-5401-1935
FAX: 03-5401-1937
E MAIL: office@mcpc-jp.org
WEB SITE: <http://www.mcpc-jp.org>

機密保持について:

MCPC会則、IP Policyを遵守する。

免責について:

本ドキュメントはモバイルコンピューティングに関する標準仕様、推奨仕様などを提供するもので、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム(以下MCPCとする)は、本ドキュメントを使用した結果発生した損害、第三者の特許、またはその他の権利の侵害に対して、一切の責任を負わない。また、本ドキュメントはMCPC、または第三者が保持するいかなる権利のライセンスを許諾するものではない。

2進数、10進数、16進数の表記方法:

- 2進数は小文字"b"を付加する。(例: 10b)
- 2進数4桁以上は4桁ごとにスペースで区切る。(例: 1000 0101 0010b)
- 16進数は小文字"h"を付加する。(例: FFFFh and 80h)
- その他の数字表記は10進数とする。

キーワード

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| することができる
してもよい
(may) | 推奨または要求に自由な選択肢を示す。 |
| すべきである
(should) | 必須ではないが強い推奨を示す。実施の際、必須ではないが考慮すべき。 |
| しなければならない
(shall) | 必須要求を示す。接続性、仕様準拠のために必ず実施しなければならない。 |

アプリケーションノート

ドキュメントに実施例を記載する場合は下記の通り記載すること:

アプリケーションノート: 実施例記入

Table of Contents

1.	はじめに	1
2.	USB充電で発生する事故例	1
3.	USB充電機能概要	2
3.1	USB充電が行われる環境と本書のサポート範囲	2
3.2	USB充電インタフェース仕様概要	4
4.	USB充電安全設計仕様	5
4.1	電源入出力パラメータ	5
5.	USB充電安全設計パラメータ一覧	6
5.1	電源入出力パラメータ	6
5.2	充電機器、ケーブルの安全性の規定	8
5.3	被充電機器の規定	10
6.	USB充電インタフェースを設計する時の注意点	11
6.1	ACアダプタ要件	11
6.2	モバイルバッテリー要件(技術仕様の項リファレンス)	11
6.3	シガライタアダプタ要件(技術仕様の項リファレンス)	11
6.4	充電ケーブル要件(技術仕様の項リファレンス)	11

Table of Figures

図 3-1 充電機器、充電ケーブル、被充電機器.....	2
図 3-2 USB充電関連機器例と本版での適用範囲.....	3

1. はじめに

USBインタフェースが多くの機器で充電インタフェースとして使用され、特にマイクロUSBコネクタは、スマートフォンなどに広く普及している。

これに伴い、安全性の考慮が不足している充電機器との接続や、利用者の使い方起因により充電端子の焼損や発熱などの事例も散見されるようになった。

本仕様書は、USBインタフェースにおける充電に関する安全性向上、充電端子の焼損や発熱の抑制を目的に、充電機器及び、スマートフォンなどの被充電機器に対する要求を規定する。

なお、本書をVer1.1に改版するにあたり、対応インタフェースとしてUSB-IFが策定し、今後の普及が予想されるUSB Type-Cへの対応を追加した。

本仕様書は、上記目的を達成するためのベースラインと位置づけることとし、本仕様書発行後は認証を目的とした試験仕様の策定や、利用者に正しい充電方法等を訴求するガイドライン策定を予定する。

2. USB充電で発生する事故例

USB充電で発生する事故事例を記載する。

本仕様書は、このような事故を抑制することが目的である。

充電端子のハーフショート

コネクタ端子に導電性異物(金属や水分)が付着したり、それによる金属の腐食が要因となりコネクタ端子間やコネクタ端子とコネクタシェル間が半通電状態となり、それに伴う電流により発熱や焼損となる可能性がある。

なお、本書ではマイクロUSBコネクタ及びType-Cコネクタの電源関連(Vbus,GND)端子、及びコネクタシェルを含めて充電端子と表記する。

マイクロUSBコネクタ及びType-Cコネクタの変形による端子のショート

コネクタの取り扱い不良などにより、コネクタ端子やコネクタ本体を変形させショートに至る。充電機器にショート保護機能が実装されていない場合は、発熱や焼損となる可能性がある。

指定外充電機器の利用や被充電機器の接続

充電機器と被充電機器は双方の電氣的仕様が一致する必要がある。充電ケーブルは充電機器と被充電機器が指定するものを利用する必要がある。

指定外の充電機器やケーブルの利用は、電氣的不一致や絶縁不良によるショート及び、ケーブル自体のインピーダンスにより発熱や焼損となる可能性がある。

過電流 / 過電圧保護機能が実装されていない充電機器の接続

過電流 / 過電圧保護機能が実装されていない充電機器での充電は、充電機器の能力以上の電流が流れることにより発熱や焼損となる可能性がある。

3. USB充電機能概要

3.1 USB充電が行われる環境と本書のサポート範囲

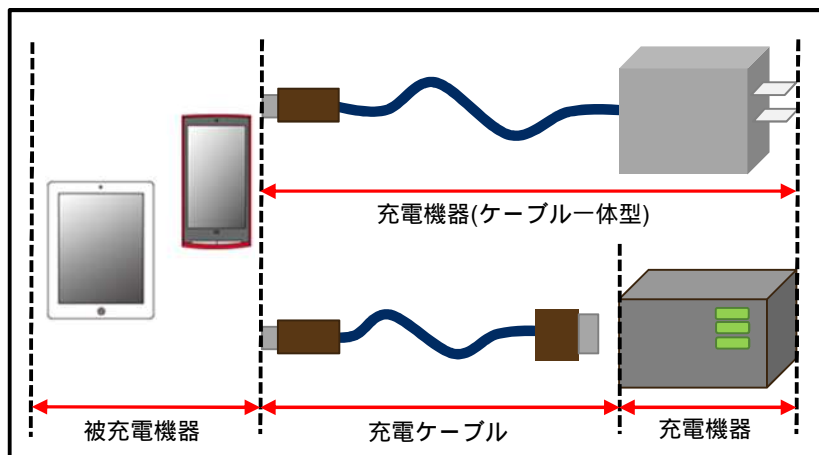
USBインタフェースは、PC等のホスト機器と外部機器をケーブルで接続してデータ通信を行う事を目的としてUSB Implementers Forumが開発した仕様である。外部電源を持たない小型の外部機器も接続できるようにするために通信信号の他に電源も供給しているのが特徴である。

その後USBインタフェースがPCに広く浸透してきた事により、通信インタフェースとしてのみならず、電力供給インタフェースとしても注目されるようになり、携帯電話やスマートフォンを始めとした小型機器では共通の電源インタフェースとしても認識されてきている。

またUSBインタフェースを搭載した被充電機器に電力を供給する給電デバイスも使用場所や目的により多様なものが出てきている。その中から、本書では本書出版時点で使用頻度が高いと思われる環境について考察を行う。

また、本書では対象機器カテゴリとして以下のように定義し、それぞれの機器に必要な機構等を規定する。

1. 充電機器
被充電機器にDC電力を供給する機器。なお、充電ケーブルと充電機器本体が分離しない場合 (Captive Cable)は便宜上、充電ケーブルも含めて充電機器と見なす。
2. 充電ケーブル
充電機器で発生したDC電力を被充電機器に伝達するケーブルおよびコネクタ。
3. 被充電機器
充電機器からのDC電力にて機器内の蓄電池に充電を行う事が可能な機器。



充電機器 : 充電用途に必要な電力を被充電機器へ供給する機器
 充電ケーブル : 充電機器から被充電機器に電力を伝達するケーブル
 被充電機器 : 充電のために電力が必要な機器

図 3-1 充電機器、充電ケーブル、被充電機器

なお、上記それぞれの機器カテゴリに対し、本版での適用機器は以下のように定義する

1. 充電機器

- ACアダプタ --- AC電源に接続し、被充電機器にUSBインタフェース経由でDC電力を供給する機器
- モバイルバッテリー --- 蓄電池を内蔵し、その蓄電池から被充電機器にUSBインタフェース経由でDC電力を供給する機器であり、主に携帯して使用する事を目的とした小型機器
なお、本版ではそのDC電力供給部を対象とする
- アクセサリソケット充電アダプタ --- 車載アクセサリソケット(又は電源ソケット)に接続し、被充電機器にUSBインタフェース経由でDC電力を供給する機器

2. 充電ケーブル

被充電機器へのDC電力供給インタフェースとしてUSBマイクロBまたはType-Cコネクタを搭載した物。いわゆるケーブル部が搭載されていない変換アダプタも対象とする。

3. 被充電機器

上記充電機器からのDC電力にて機器内の蓄電池に充電を行う事が可能な機器であり、充電インタフェースとしてUSBインタフェースを使用、主に携帯して使用する事を目的とした小型機器

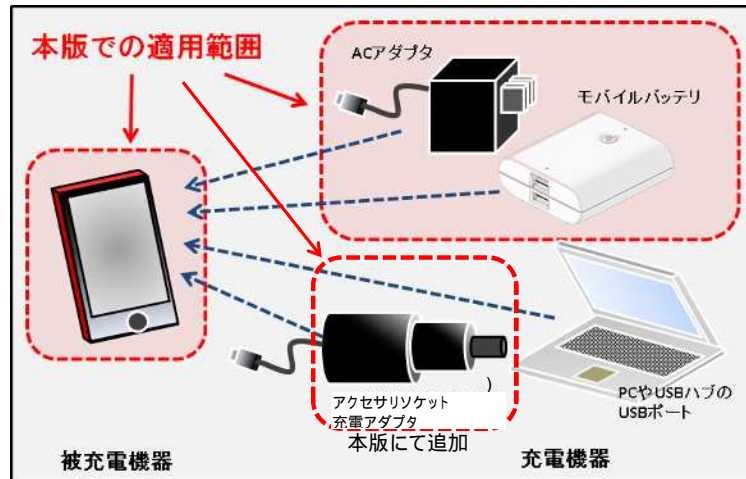


図 3-2 USB 充電関連機器例と本版での適用範囲

3.2 USB充電インタフェース仕様概要

本書での参照仕様:

参照仕様書 [BC1.2]

デディケートドチャージングポート(Dedicated charging port、以降DCP)は、USBデータ通信をまったく行わない充電専用のポートである。ACアダプタなどホストとエニュメレーションを行わない電源について規定される。被充電機器はDCPから最大1.5Aの受電が可能であり、D+とD-端子の短絡によって識別される。

参照仕様書[TYPE-C1.2]

USB Type-C コネクタは、コネクタの上下及びホスト-デバイスの形状的な違いを無くした新しいコネクタである。同時に Vbus への給電パラメータも新しくなっており、Vbus への出力電圧は 5V のまま、3A までの電流が供給可能な識別方法が規定されている。なお、その識別には新しく定義された CC ピンにて行う。

参照仕様書[USBPD2.0]

USB PowerDelivery Revision2.0 仕様は USB Vbus ピンを通して電力を供給するためのパラメータ、及びその供給電力として 15W(5V/3A)以上、Vbus への出力電圧として 5V 以上を供給する為のパラメータやプロトコルが規定されている。なお、本書ではそのうち Vbus に 5V を供給するためのパラメータのみを参照する。

4. USB充電安全設計仕様

4.1 電源入出力パラメータ

本パラメータは、充電機器に対する基本的な電気的条件を規定する。
直接、充電に対する安全性を向上させるパラメータではないが、基本的な設計指針として規定する。

(1)電源装置パラメータ

ここでは AC アダプタを前提に直流電源装置としてのパラメータについて規定する。
直流電源装置としてのパラメータについては電気用品安全法の規定に適合していることが前提である。
本書ではより安全 / 安定して動作させるための奨励動作環境を記載している。

(2)USB出力パラメータ

被充電機器側への USB 出力に対するパラメータについて規定する。
DCP を基本とするが、本書ではより安全 / 安定して動作させる為の推奨仕様を記載している。

5. USB充電安全設計パラメータ一覧

5.1 電源入出力パラメータ

No.	項目	仕様	参照/照会元仕様/備考
C1	定格入力電圧	<ul style="list-style-type: none"> ・ACアダプタ AC100V / 240V ・ACアダプタ以外の充電機器は、用途により接続先の要求に従うこと。 	[電安法] 旅行者利用での故障を想定して240Vまで対応とする。
C2	動作入力電圧範囲	動作保証できる電圧範囲を以下の通り規定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ACアダプタ 90V ~ 264V ・ACアダプタ以外の充電機器は、用途により接続先の要求から±10%のマージンを持つこと。 	
C3	定格周波数	50 / 60Hz	[電安法]
C4	定格出力電圧	充電機器とケーブルの構成により、測定点が異なる。 <p>充電機器とケーブルの構成が下記1の場合 定格出力電流までの電流範囲において充電機器に実装されているレセプタクルコネクタ端にて<u>4.75V~5.5V</u></p> <p><充電機器とケーブルの構成> 1. 充電機器にUSBレセプタクルコネクタ(Type-AまたはType-C)が実装されており、ケーブルを同梱しない場合</p> <p>充電機器とケーブルの構成が下記2~4の場合 定格出力電流までの電流範囲において被充電機器に接続されるコネクタ端にて <u>4.75-(0.75x定格出力電流/3)V~5.5V</u></p>	[TYPE C1.2] にて上限電圧を見直した

		<p><充電機器とケーブルの構成></p> <p>2.充電機器とケーブルが一体となっており、ケーブルの脱着が不可能 (Captive Cable)な場合</p> <p>3. 充電機器とケーブルは分離できるが、充電機器とケーブルを接続するコネクタがUSBコネクタ(Type-A又はType-C)以外の場合</p> <p>4.充電機器にUSBレセプタクルコネクタ (Type-A又はType-C)が実装されており、ケーブルを同梱している場合</p> <p>上記2~4に加え、マイクロB<->Type-C変換ケーブル/変換アダプタが同梱されている場合、出力電圧は同変換ケーブル/変換アダプタの被充電機器側のコネクタ端でも計測する。</p>	
C5	定格出力電流	定格表示された定格電流が出力できること。	定格出力電流 3A
C6	負荷変動時の出力電圧オーバーシュート	無負荷～定格負荷の範囲における負荷変更環境で6.0Vmaxとすること。	[BC1.2] Section4.1.1 (VCHG_OVRSHT=6.0V)
C7	負荷変動時の出力電圧アンダーシュート	<p>無負荷～定格負荷の範囲における下記の負荷変更環境で4.1-(0.75x定格出力電流/3)V以上とすること。</p> <p>なお、充電機器とケーブルがC4にて構成1の場合は4.1V以上とする。</p> <p>$I_{DCP_LOW} \sim I_{DCP_MID}$の範囲 $I_{DCP_MID} \sim I_{DCP_HI}$の範囲 なお $I_{DCP_LOW} = 0 \sim 30\text{mA}$ $I_{DCP_MID} = 30 \sim 100\text{mA}$ $I_{DCP_HI} = 100\text{mA} \sim \text{定格負荷}$</p>	[BC1.2] Section4.4.2 (VCHG_UNDSHT=4.1V)

5.2 充電機器、ケーブルの安全性の規定

No.	項目	仕様	参照/照会元仕様
C8	絶縁抵抗	3MΩ 以上	[電安法]
C9	正常動作中にユーザが触れる事が出来る部分の温度上昇	充電機器本体の表面温度は 70 以下とすること。(周辺温度 30 にて温度上昇 $\Delta T=40\text{deg}$ 以下。)	[電安法]
C10	漏洩電流	IEC60950-1 の測定回路を用いて、250 μ A 以下とする。	[60950-1]
C11	火災の防止	充電機器を構成する素材(筐体、ケーブル、コネクタなど)において、IEC/UL60950 4.7.3.2 (UL4.7.3.4)Body,Bush-V1 以上、Cable-VW1 以上の難燃グレードを有すること。	
C12	雷サージ	IEC61000-4-5 Level-2(ノーマルモード) Level3(コモンモード)準拠とする。	[61000-4-5]
C13	充電端子間のハーフショート保護	充電端子間に微小な抵抗が発生した場合においても、発煙、発火、などが発生しないように保護機能を設けること。	対策例は Appendix B.1 参照
C14	熱こもりの安全性確保	熱を籠らせた場合においても、不安全とならないこと。	
C15	過電圧保護	無負荷～定格負荷の範囲において 9V を超えないこと	[BC1.2] Section4.1.5 (VCHG_FAIL=9.0V) 定格出力電圧が C4 に相当する充電器に対しての規定 出力電圧が 5V の場合が対象
C16	過電流保護	過電流保護を設けること。 過電流保護は定格出力電流の + 30%以下で保護されることが望ましい。	

C17	出力短絡保護	出力短絡保護を設けること。	
C18	ケーブル	充電専用ケーブルはプラグシェルを直流的に接地しない構造とすること。	
C19	端子ハーフショート状態での通電回避	項目C4で充電機器の構成が1又は4で充電機器搭載コネクタがType-Cの場合、または充電機器とケーブルの構成が2又は3で被充電機器コネクタがType-Cの場合 被充電機器等の接続が無い場合は、Vbus端子に電圧をかけないこと。	[TYPEC1.2] 4.8.1.1 及び 4.8.1.2 の要求強化
C20	TypeC-タイプ A/B ケーブルの定格電流対応	下記1または2の実装をしている変換ケーブル、又は変換アダプタでは、Type-CのCCピンに正しい電流表示 (default USB Power: 56k ±20%) を行うRpを接続する事。 1. Type-CプラグとType-Aプラグを両端に実装している。 2. Type-CプラグとマイクロBレセプタクルを両端に実装している。	[TYPEC1.2] 3.5.1, 3.5.2, 3.6.2, 4.11.1
C21	Type-C コネクタの両向き対応	Type-Cプラグを持つケーブルでは、被充電機器にコネクタ上下どちらで接続しても給電が可能な事	
C22	ケーブル/コネクタでの電圧降下	ケーブルコネクタ両端での電圧降下は250mV/A以下とする事	
C23	充電機器に内蔵された充電池の安全性	モバイルバッテリーなど、被充電機器への電力供給源となる充電池を内蔵している充電機器にて、電安法にて規定されている充電池の安全性確認手続きを実施する事	[電安法]

5.3 被充電機器の規定

No.	項目	仕様	参照/照会元仕様
S1	充電端子間のハーフショート保護	充電端子間に微小な抵抗が発生した場合においても、発煙、発火、などが発生しない様保護機能を設けること。	対策例は Appendix B.2 参照
S2	充電端子の腐食リスクの回避	充電機器等の接続が無い場合は、レセプタクルの Vbus 端子に回路電圧をかけないこと。	

6. USB充電インタフェースを設計する時の注意点

6.1 ACアダプタ要件

5章で定義したパラメータのうち、ACアダプタの設計時に参照する項目は以下の通りである。

5.1章

項目C1～C7 (全項目)

5.2章

項目C8～C19, C21

6.2 モバイルバッテリー要件(技術仕様の項リファレンス)

5章で定義したパラメータのうち、モバイルバッテリー設計時に参照する項目は以下の通りである。

5.1章

項目C4～C7

5.2章

項目C9, C11, C13～C19, C21, C23

6.3 シンガライタアダプタ要件(技術仕様の項リファレンス)

5.1章

項目C4～C7

5.2章

項目C9, C11, C13～C19, C21

6.4 充電ケーブル要件(技術仕様の項リファレンス)

5.1章

項目C5

5.2章

項目C11, C13, C18～C22

Appendix A. 標準仕様など参照文献(Normative)

[60950-1]	IEC60950-1 Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements
[61000-4-5]	IEC61000-4-5 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test
[BC1.2]	Battery Charging Specification Revision 1.2 by USB Implementers Forum
[USB2.0]	Universal Serial Bus Specification Revision 2.0 by USB Implementers Forum
[USB3.1]	Universal Serial Bus Specification Revision 3.1 by USB Implementers Forum
[TYPE-C1.2]	Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Revision 1.2 by USB Implementers Forum
[PD2.0]	Universal Serial Bus Power Delivery Specification Revision 2.0 by USB Implementers Forum
[電安法]	電気用品安全法

Appendix B. 充電端子間ハーフショートエラーと対策例

B.1 充電機器、充電ケーブルでの対策例

充電機器や充電ケーブルにて有効な対策例を以下に示す。

本例や同等な対策を一つ又は複数搭載してハーフショートエラーでの異常動作を回避する事が可能となる。

- ・充電機器又は充電ケーブルでは被充電機器と接続するコネクタ先端等で、焼損、火傷の危険が伴う異常発熱を防止するために温度保護機能を設ける。
- ・充電機器では充電端子間のハーフショート発生時にも電気特性的に異常発熱を回避する回路特性とする。

【参考例】

- ・垂下特性の終端電圧を十分に大きくする、もしくは垂下特性を無しとする。
- ・ショート保護に入ってから自動復帰(オートリスタート)までの時間を十分に長くする、もしくは、自動復帰なしとする。
- ・被充電機器検出プロトコル等により、被充電機器が正しく接続されていない、もしくは異物の接続を検出した時に充電機器は出力を停止する。

【参考例】

- ・Type-CのCCピンへのRd抵抗値検出により、被充電機器が接続されていない、もしくは定義されていないRd値(またはCCピンの電圧値)を検出した時に出力を停止する。

B.2 被充電機器での対策例

・被充電機器にて以下の対策例 あるいは対策例 を実施し、かつ、本書に準拠した充電器を使用することにより、充電端子間(特にコネクタの電源関連端子とコネクタシェル間)に微小な抵抗が発生した場合においても、発煙、発火等の発生を防止することが可能になる。

【対策例 1】

被充電機器のUSBコネクタ(レセプタクル)の導電性コネクタシェルを基板のGNDに直接接地せず、コネクタシェルと基板GND電極の間にコンデンサを実装する。但し、USBデータ通信への影響を考慮して容量値を決めることが望ましい。

【対策例 2】

被充電機器のUSBコネクタ(レセプタクル)の導電性コネクタシェルを基板のGNDに直接接地せず、コネクタシェルと基板GND電極の間に正の温度係数を有するPTC (Positive Temperature Coefficient) サーミスタを実装する。