



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**

Version 1.00

2014 年 10 月 8 日

**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. |

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 | 3 |
| 4. | USB充電安全設計仕様 | 4 |
| 4.1 | 電源入出力パラメータ | 4 |
| 5. | USB充電安全設計パラメータ一覧 | 5 |
| 5.1 | 電源入出力パラメータ | 5 |
| 5.2 | 充電機器の安全性の規定 | 6 |
| 5.3 | 被充電機器の規定 | 7 |
| 6. | USB充電インタフェースを設計する時の注意点 | 8 |
| 6.1 | ACアダプタ要件 | 8 |
| 6.2 | モバイルバッテリー要件 | 8 |
| Appendix A. 標準仕様など参照文献 (Normative) | | 9 |
| Appendix B. 充電端子間ハーフショートエラーと対策例 | | 10 |
| Appendix C. 関連仕様 (本版では対象外) | | 11 |

Table of Figures

| | |
|---------------------------------|---|
| 図 3-1 USB充電関連機器例と本版での適用範囲 | 2 |
| 図 3-2 充電機器と被充電機器 | 2 |

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Micro USBインタフェースは、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、Micro 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。

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Micro USB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。

Micro USB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USB充電仕様についても、本書出版時点で市場に浸透しているUSB Implementers ForumのBattery Charging Ver1.2を前提とする。

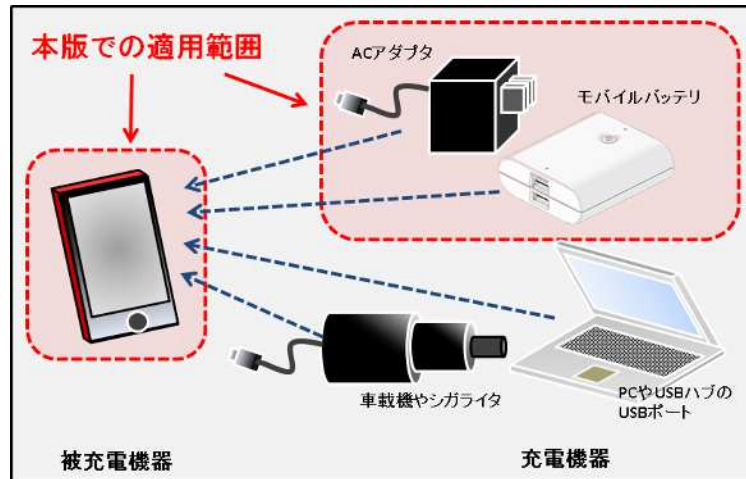
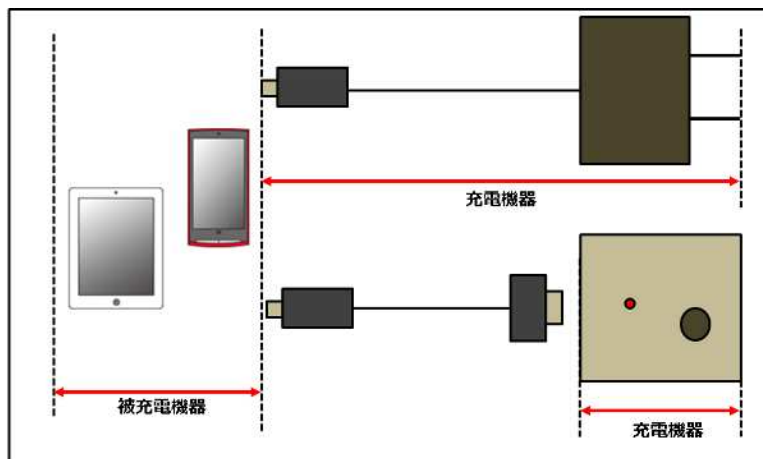


図 3-1 USB 充電関連機器例と本版での適用範囲



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

被充電機器 : 充電のために電力が必要な機器

図 3-2 充電機器と被充電機器

3.2 USB充電インタフェース仕様概要

(1)ACアダプタからの充電:

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、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NUM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。

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 |
|-----|----------|---|--|
| 1 | 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。 |
| 2 | 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%のマーヅンを持つこと。 | |
| 3 | 定格周波数 | 50 / 60Hz | [電安法] |
| 4 | 定格出力電圧 | 定格出力電流までの電流範囲において出力端(*)にて $5V \pm 5\%$ (*)出力端は以下のように定義する 1. 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な場合はケーブル端(マイクロBコネクタ端) 2. 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(タイプA)以外の場合はケーブル端(マイクロBコネクタ端) 3. 充電機器にUSBコネクタ(タイプA)が実装されており、ケーブルを同梱しない場合は充電機器のコネクタ端(タイプA端) 4. 充電機器にUSBコネクタ(タイプA)が実装されており、ケーブルを同梱している場合はそのケーブル端(マイクロBコネクタ端) | |
| 5 | 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。 | |

| | | | |
|---|----------------------------|---|--|
| 6 | 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) |
| 7 | 負荷変動時の出力 電圧アンダーシュー ト | 無負荷～定格負荷の範囲における下 記の負荷変更環境で4.1V以上とす ること。 I _{DCP_LOW} ～I _{DCP_MID} の範囲 I _{DCP_MID} ～I _{DCP_HI} の範囲 なお I _{DCP_LOW} =0~30mA I _{DCP_MID} =30~100mA I _{DCP_HI} =100mA~定格負荷 | [BC1.2] Section4.4.2 (VCHG_UNDSHT=4.1V) |

5.2 充電機器の安全性の規定

| No. | 項目 | 仕様案 | 参照/照会元仕様 |
|-----|-----------------------------------|--|--------------------------|
| 8 | 絶縁抵抗 | 3MΩ 以上 | [電安法] |
| 9 | 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 ΔT=40deg 以下。) | [電安法] |
| 10 | 漏洩電流 | IEC60950-1 の測定回路を用いて、 250μA 以下とする。 | [60950-1] |
| 11 | 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。 | |
| 12 | 雷サージ | IEC61000-4-5 準拠とする。 | [61000-4-5] |
| 13 | 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 |

| | | | |
|----|------------|---|--|
| 14 | 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。 | |
| 15 | 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4項に相当する充電器に対する規定 |
| 16 | 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。 | |
| 17 | 出力短絡保護 | 出力短絡保護を設けること。 | |
| 18 | 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。 | |

5.3 被充電機器の規定

| No. | 項目 | 仕様案 | 参照/照会元仕様 |
|-----|-----------------|--|----------------------|
| 19 | 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 |
| 20 | 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1～7(全項目)

5.2章

項目8～18(全項目)

6.2 モバイルバッテリー要件

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4～7

5.2章

項目9,11,13～18

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 |
| [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 充電機器での対策例

- ・充電機器はコネクタ先端等で、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こと。
- ・充電機器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こと。
【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)のパルス周期を十分に長くする、もしくは、自動復帰なしとする。

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Micro 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に直接接地せずに、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Micro 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に直接接地せずに、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。

Appendix C. 関連仕様 (本版では対象外)

これらについては、本書の将来の改版時に検討を行う予定である

(1)USB通信を行いながらのPC本体ポート / USB-HUBから充電する場合

参照仕様書 [USB2.0] / [USB3.1] / [BC1.2]

スタンダードダウンストリームポート(Standard downstream port, 以降SDP)は、USBホストとデバイス間でデータ通信と給電が同時に実行できる。動作モードと供給できる最大電流は、以下のように定義されている。

| USBホストが設定した動作モード | 上流ポートから吸入可能な最大電流 | 参照仕様 | 備考 |
|---|------------------|----------|-------------------------------|
| USB2.0 ローパワー動作 (Full Speed / High Speed) | 100mA | [USB2.0] | 上流ポートがバスパワーハブの場合 |
| USB2.0 ハイパワー動作 (Full Speed / High Speed) | 500mA | [USB2.0] | 上流ポートがセルフパワーハブ 又はルートポートの場合 |
| USB3.xローパワー動作 (SuperSpeed / SuperSpeed Plus) | 150mA | [USB3.1] | 上流ポートがバスパワーハブ の場合 |
| USB3.xハイパワー動作 (SuperSpeed / SuperSpeed Plus) | 900mA | [USB3.1] | 上流ポートがセルフパワーハブ 又はルートポートの場合 |

SDP モードで被充電機器が受電可能な電流値

(2)USB通信を伴わないPC本体ポート / USB-HUBからの充電:

参照仕様書 [BC1.2]

チャージングダウンストリームポート(Charging downstream port, 以降CDP) は、パソコンなどのホストからSDPより大きな電流を扱える。CDPは最大1.5Aを供給可能で、エニュメレーションの前にこの電流を供給可能である。CDPは、D+およびD-ラインの操作と監視によって実装されるハードウェアのハンドシェイクを使用してCDPを認識することができる。

(3)本版発行時点での新充電インタフェース:

USBインタフェースからの充電仕様については、より急速な充電を可能にする機能や充電ステータスをモニタする機能等の追加が行われており、順次公開されている。本版出版時に公開されている仕様の例を以下に示す。

| 仕様名 | 仕様概要 |
|---|---|
| Universal Serial Bus Power Delivery Specification Revision 2.0, V1.0 | USB Implementers Forum発行 Vbus電圧変更によるUSBインタフェースへの供給電力増加と充電ステータスマニタ他 |
| Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification Revision 1.0 | USB Implementers Forum発行 USB新コネクタ USBインタフェースへの供給電力増加 |

本版出版時点で公開されている新 USB 充電インタフェース仕様