

携帯電話及びスマートフォン等における リチウムイオン蓄電池の安全利用に関する手引書

CES - 0020 - 3

2021年 5月21日 (第3版)

2011年 5月25日 (第2版)

2008年11月20日 (第1版)

一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会

はじめに	3
適用範囲	4
引用規格等.....	4
参考資料	4
その他の規制・規格の現状等.....	4
注意事項	5
用語の定義.....	5
第1章 リチウムイオン蓄電池の単電池設計における留意点.....	9
1-1 概論.....	9
1-2 単電池の製造工程管理指針	9
1-3 単電池の設計指針.....	10
1-4 単電池を安全に使用する領域の考え方	11
第2章 リチウムイオン蓄電池の組電池設計における留意点.....	16
2-1 概論.....	16
2-2 単電池および回路基板の配置	16
2-3 落下による振動・衝撃	16
2-4 温度管理と充放電制御	17
2-5 保護回路	18
2-6 長期使用	19
2-7 確認事項の保持	20
あとがき	22
一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会 製品安全技術委員会 委員名	23

はじめに

<検討の経緯>

一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会（Communications and Information network Association of Japan /略称：CIAJ）では、2008年の電気用品安全法のリチウムイオン蓄電池の規制対象化に合わせ、一般社団法人電池工業会（以下、BAJ：Battery Association of Japan）に協力をいただき、「携帯電話・PHS等におけるリチウムイオン蓄電池の安全利用に関する手引書」を発行した。更に2011年には、電気用品安全法の規制内容の強化に合わせ、過充電保護機能や落下試験の技術（性能）基準等の追加更新を行った。

しかし、近年になってリチウムイオン蓄電池の事故が増加傾向にあり、2019年度に経済産業省の委託事業として、一般財団法人日本品質保証機構（JQA）が受託した「リチウムイオン蓄電池搭載電気製品の安全基準検討に係る調査」の結果、使用するリチウムイオン蓄電池種類の変化、機器への実装方法の変化、技術進化により蓄電池が長寿命となり使用期間が増えたこと等、新たに考慮すべき項目が抽出された。

この調査の結果を受け、経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 製品安全課の指導の下、本手引書に調査結果を反映するなどの安全対策を講ずるべく、CIAJでは、BAJに協力いただき、「携帯電話及びスマートフォン等におけるリチウムイオン蓄電池の安全利用に関する手引書」として、更新を行うこととした。

<安全性確保のための要件>

携帯電話、スマートフォン及びそれに準ずる通信機器（PHS、MCA無線機、M2Mモジュール、IoTモジュール等（以下、移動通信端末本体と呼ぶ））に搭載されるリチウムイオン蓄電池で構成される組電池は、電気用品安全法の規制対象となり、技術基準への適合性の確認と、製造する全製品の検査と記録保存が義務化された。「特定電気用品以外の電気用品」に分類されて規制されるので、自主確認と自主検査が認められる。

また、2011年11月20日以降は、組電池以外の移動通信端末本体に過充電保護機能を持ち、組電池を組み合わせて安全設計を実現している場合は、リチウムイオン蓄電池だけではなく、移動通信端末本体[※]の該当の過充電保護機能を確認する必要があるので、注意を要する。

このような技術基準は、2008年5月14日改正の「電気用品の技術上の基準を定める省令」に示されている。

（※：移動通信端末本体以外の例として、ACまたはDCアダプタが該当する場合がある。）

<具体的な安全性確保のための指針（手引書の概要）>

本手引書は2つの章で構成されている。第1章はリチウムイオン蓄電池の単電池設計における留意点、第2章はリチウムイオン蓄電池の組電池設計における留意点が記されている。第1章はリチウムイオン蓄電池の一般的事項に関して記述しているが、第2章では移動通信端末本体における組電池に関して記述しているため、第2章では下記の点で特有の規

定をしている。

- ① 特に移動通信端末本体に関して、災害や緊急時の通信手段として使用されることに考慮して、上限放電温度と放電開始上限温度は規定しないことにした。
- ② 保護機能として、既に市場で普及している「二重の過充電保護+過電流保護+電流制限+過放電保護」の機能の具備が必要であることにした。
- ③ 諸仕様について電池メーカーとの合意が必要であることを明記した。
- ④ 機器メーカーと電池メーカーとの間の安全性仕様項目と安全領域の設定方法の例を示した。

なお、第 1 章の内容は電池単体に関して全業界をカバーする一般的なものであり、規定内容に差がある場合は、移動通信端末本体に特化した第 2 章の方を優先する。また、本書は 2011 年 11 月 20 日から適用された、強化された規制内容にも適合することを前提としている。

本手引書によって、移動通信端末本体に用いられるリチウムイオン蓄電池の安全利用を著しく向上させようと考えており、単電池、組電池および、移動通信端末本体からなるリチウムイオン蓄電池システムを設計・製造・販売する事業者に対して、通常の使用状態での発火や破裂等事故の発生を抑制させ、更に高い水準の安全性確保を実現する目的で、本手引書への準拠を強く推奨する。

<その他の安全に関する規制等>

製造物の欠陥により損害が生じた場合の製造業者等の損害賠償責任について定めた「製造物責任法（通称 PL 法）」が 1995 年 7 月 1 日に施行されている。この法令は製造者の過失を要件とせず、製造物に欠陥があったことを要件とすることにより損害賠償責任を容易に証明できるようにしたことが特徴であり、また、技術上の基準は示されておらず、設計と製造時点でのできうる最善の設計と製造を行っていない場合は欠陥とみなされる可能性がある。

消費生活用製品安全法（消安法）で規定された、国による重大製品事故報告・公表制度により、製造されたリチウムイオン蓄電池や移動通信端末本体に事故が有った場合は、製品名や製造者名が公表される。

適用範囲

電気用品安全法の対象ではない体積エネルギー密度が 400Wh/l に満たない電池については、一定のリスクがあることを否定できないため、本手引書の適用を推奨する。

本手引書の適用範囲は、移動通信端末本体に用いられる各種のリチウムイオン蓄電池及び移動通信端末本体を対象とする。

より高い安全性を確保するため、電気用品安全法に定める規定に加えて、本手引書の内容を適用する。

また、安全性向上のため、機器に最適な電池を選定するとともに、機器側では搭載した電池を適切に使用するように、機器の設計段階から電池メーカーと機器メーカーとで所定の動作条件を協議／摺り合わせが必要である。

引用規格等

- 【1】 JIS C 62368-1:2018 「オーディオ・ビデオ、情報及び通信技術機器
－第1部：安全性要求事項」
- 【2】 JIS C 6950-1:2016 「情報技術機器－安全性－第1部：一般要求事項」
- 【3】 JIS C 62133-2：2020 「ポータブル機器用二次電池の安全性－第2部：リチウム二次電池」
- 【4】 電気用品安全法 別表第九 リチウムイオン蓄電池

参考資料

独立行政法人 製品評価技術基盤機構(NITE) プレスリリース

2017年7月27日 急増！ノートパソコン、モバイルバッテリー、スマホの事故

<https://www.nite.go.jp/data/000086042.pdf>

2019年1月24日 5年で2倍以上に！リチウムイオンバッテリー搭載製品の事故

<https://www.nite.go.jp/data/000096603.pdf>

平成30年度産業保安等技術基準策定研究開発等事業（リチウムイオン蓄電池搭載電気用品の安全基準に関する調査）調査報告書

https://www.meti.go.jp/medi_lib/report/H30FY/000265.pdf

令和元年度産業保安等技術基準策定研究開発等事業（リチウムイオン蓄電池搭載電気製品の安全基準検討に係る調査）報告書

https://www.meti.go.jp/medi_lib/report/2019FY/000789.pdf

その他の規制・規格の現状等

- 【1】 IEC62133-2(Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications – Part 2: Lithium systems : 2017)は、JIS C 62133-2:2020 の元となる。
- 【2】 UL1642(Lithium Batteries : 2012) は、単電池(cell)の安全性試験を記述しており、主な項目としては、外部短絡、過電流充電、強制放電、平板圧壊、昇温度試験、振動、衝撃、温度サイクル、低圧試験などがある。

UL2054(Safety Requirements for Household and Commercial Batteries : 2004) は、単電池が UL1642 に適合していることを前提にして、組電池(battery)の安全性試験を記述している。

【3】IEEE1725 (Standard for Rechargeable Batteries for Cellular Telephones : 2011) は、携帯電話の電池安全システム設計の考え方を総括的に記述しており、参考となる。

注意事項

本手引書記載の内容は、技術的性質を持つ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、または出願公開後の実用新案登録出願等の工業所有権に関する抵触の有無に関係なく制定されている。CIAJ および BAJ は、このような技術的性質を持つ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、または出願公開後の実用新案登録出願等の工業所有権に関して、一切の責任を持たない。

用語の定義

本手引書で用いる主な用語及び定義は、【1】JIS C 62133-2:2020 の 3. (用語及び定義) とそれ以外は次による。

注：リチウムイオン二次電池とリチウムイオン蓄電池とは同義とする。

単電池：

電極、セパレータ、電解液、容器、端子等から構成され、充電することによって化学エネルギーを電気エネルギーに転換して電気エネルギーを供給するシステムの基本構成ユニット。

【参考】「素電池」、「セル」と呼ぶこともある。

容器：

単電池の外装を指す。

金属容器＝アルミ缶、鉄缶

ラミネートフィルム容器＝ポリアミド＋アルミニウムフィルム

単電池の入れ物＝容器

筐体＝機器筐体

組電池：

電気エネルギー源として使用できるよう単電池を単数または複数用いて組み立てられたもので、電圧、寸法、端子配列、容器および放電性能によって特徴付けられるもの。

【参考】「電池パック」、「バッテリー」、「バッテリーパック」等と呼ぶこともある。

電池ブロック：

組電池内において、1 個又は並列配線された複数個の単電池の集まり。

上限充電電圧：

安全性の見地から、充電時に許容可能な上限の単電池電圧。

本書では、全ての充電電圧測定に際しては、DC-DC コンバータのリプル成分やノイズ成分で生じる、50kHz 以上の交流成分はフィルター等で除去して測定する。

放電終止電圧：

安全性の見地から、放電時の各単電池が許容可能な下限の単電池電圧。

最大充電電流：

安全性の見地から、充電時の許容可能な最大の単電池への電流。

最大放電電流：

安全性の見地から、放電時の許容可能な最大の単電池からの電流。

下限充電温度(T1)：

安全性の見地から、充電が許容可能な単電池表面温度の下限値。以降 T1 と表記する。

上限充電温度(T4)：

安全性の見地から、充電が許容可能な単電池表面温度の上限値。以降 T4 と表記する。

標準温度域 (T2~T3)：

安全性の見地から、最も大きな上限充電電圧及び最大充電電流を採用できる単電池表面の温度領域。以降、この領域の下限温度を T2、上限温度を T3 と表記する。

低温度域 (T1~T2)：

安全性の見地から、最大充電電流、上限充電電圧の一方又は両方を変えること等によって充電が許容可能な単電池表面の温度領域で、上限は標準温度域の下限温度(T2)に隣接し、下限は下限充電温度(T1)で規定された領域。

高温度域 (T3~T4)：

安全性の見地から、最大充電電流、上限充電電圧の一方又は両方を変えること等によって充電が許容可能な単電池表面の温度領域である。下限は標準温度域の上限温度(T3)に隣接し、上限は上限充電温度(T4)で規定された領域。

上限放電温度：

安全性の見地から、放電が許容可能な単電池表面温度の上限値。

放電開始上限温度：

安全性の見地から、放電を開始してもよい単電池表面温度の上限値。

限界温度：

安全性の見地から、充電時、放電時または保管時も、許容可能な単電池表面温度の上限値。

<表現の定義>

しなければならない・必要がある：

規定内容はどのような状況下でも満たされるべき条件である。

すること：

特定の状況下において、妥当な理由が存在する場合には、必ずしも満足することを求められない条件。しかし、規定の意味を理解した上で採否の判断をすることが求められる。

することが望ましい：

規定の内容を満足することが望ましいが任意である条件。

してもよい：

参考情報として示した内容であり、採否は全くの任意である事項。

第1章 リチウムイオン蓄電池の単電池設計における留意点

1-1 概論

リチウムイオン蓄電池は、正極にリチウム含有金属系酸化物（金属：Co、Mn、Ni 等）、負極に炭素材料（黒鉛、ハードカーボン等）、電解液として有機溶媒が用いられている。充放電はリチウムイオンが正極と負極間の電解液内を往復することにより行われ、リチウムが常にイオン状態を保ったままであることから、原理的に高い安全性を保持している。

本手引書を作成するに当たり、リチウムイオン蓄電池の市場における破裂・発火等の危険事象に対して、その発生原因とそのメカニズムを詳細に解析した。その結果、危険事象に至る主な一次原因である単電池の熱暴走に関しては、以下の要因が特定された。

- ① 内部短絡
(単電池外部からの圧力起因も含む)
- ② 過充電
- ③ 外部短絡
- ④ 外部加熱
- ⑤ 想定された期間・環境を超えての使用

特に内部短絡が要因となって発生する熱暴走に関しては、単電池への異物の混入、組電池を構成する単電池間の電圧等のバランスの崩れ、特定単電池への高い充電電圧の印加という複数の要因が組み合わさっていると推測された。これは、単電池、組電池、移動通信端末本体といったリチウムイオン蓄電池システムを構成する各要素について、安全対策が必要であることを示唆している。

本章では、より高いレベルの安全性を実現するための単電池の製造工程管理および設計に関する指針を述べるとともに、単電池の安全利用に関わる重要事項である「作動領域（安全に使用する領域）の考え方」を解説する。

1-2 単電池の製造工程管理指針

単電池メーカーは、製品の安全性に関連する必要な製造工程管理をすることが望ましい。安全な単電池を製造するための指針の例を次に記載する。

- ① 原材料受け入れ時に異物混入量を最小化する取り組み
- ② 磁性体除去及び磁性体の管理
- ③ 湿度管理
- ④ 単電池完成品の電圧などの管理
- ⑤ 単電池完成品のエージング後の電圧管理による不良品選別
- ⑥ 電極位置ずれの管理（例、巻回体巻きずれ等）
- ⑦ 定期的（数時間）に 抜き取り 分解検査
- ⑧ 電解液注液量の管理
- ⑨ 部品（または材料）ロット、作業員などのトレーサビリティ確保

単電池内部への異物混入を防ぐために、単電池メーカーは製造工程管理の観点から下記 2 点の対策をこれまでも実施している。これらの工程管理の改善は、高品質の単電池を市場へ提供するための基本である。今後もより高いレベルの工程管理の実現に向けて継続的な品質改善活動を実施すべきである。

- ① 電極部に異物が混入しない製造環境を構築すること
- ② 異物の混入がないことを確認すること

単電池内部への異物混入対策の例を次に記載する。

- ① 入室時のエアシャワー／入室時の床の粘着テープによる靴底の異物除去
- ② 機器摺動部からの金属くずの発生抑制
- ③ エアーによる異物の除去／カバーによる異物混入防止
- ④ 静電気対策による異物の付着防止
- ⑤ 製造工程の自動化
- ⑥ 液体原料について、配管のマグネットやフィルター等による異物除去
- ⑦ トラブル・異常時の復旧における異物対策管理
- ⑧ 異物堆積の回避

しかしながら、現在の技術において検出不可能な微小な異物の混入を防ぐことは困難である。そのため所定の動作条件で使用し続けた場合に、安全上問題となる内部短絡の発生リスクを低減するために設計上必要な異物管理を実施すべきである。異物管理の指標としては、大きさ、導電性材料の材質（鉄、Ni、SUS、銅など）、バリの高さなどがある。ただし、前記の異物管理は、所定の動作条件から外れる機器の使われ方などの要素を考慮したものではない。

上記に挙げられた製造工程管理指針に加えて、単電池メーカーは更なる品質レベルの向上に継続的に取り組んでいく必要がある。たとえば、異物混入が発生した場合でも熱暴走に至らない電池を設計するといったような発想の転換や、従来の IEC、JIS で規定された評価基準に加え、より厳しい条件下での評価等、新しい評価基準、評価技術の開発が重要であると考える。

1-3 単電池の設計指針

内部短絡を発生させる可能性のある異物が混入したとしても、破裂・発火に至らない単電池の設計を目指すための留意点を下記に示す。

- ① 異物が混入しても内部短絡に至る確率を減少させる単電池構造とすること
- ② 万一、内部短絡しても破裂・発火に至らない材料、構造、製法（検査・処理等を含む）とすること

発熱量の大きい内部短絡は、原理上、異物を介して集電体金属と対極の活物質間に導通が生じることにより引き起こされる可能性が高い。このことから、①に示す構造としては、相当する箇所に、構造上内部短絡が生じないような対策を講じることが有効である。

②は、①で示す考え方をさらに一歩進め、電池メーカーの指定する使用条件を遵守している限り、内部短絡が予想できない事態で起こったとしても、破裂・発火に至らない材料、構造、製法（検査・処理等を含む）とすることを旨とするものである。

これら新たに講じられた単電池設計の安全に対する有効性を検証する試験方法として、JIS C 62133-2 が定められている。

1-4 単電池を安全に使用する領域の考え方

1-4-1 概論

リチウムイオン蓄電池の安全使用を確実にするために、リチウムイオン蓄電池システムを設計・製造する事業者は記載内容を厳密に遵守しなければならない。本項では、より高い水準の安全性確保の観点から、単電池の安全利用に関わる重要事項である「安全に使用する領域の考え方」を新たに定義した用語にしたがって解説する。

1-4-2 電圧に対する考え方

充電電圧は充電の化学反応を推進するために印加すべきものである。ここで、充電電圧が高すぎる場合、過度の化学反応又は副反応が起こり、熱的に不安定になる（熱暴走が発生するおそれがある）。このため、いかなる場合においても、充電電圧が電池メーカーによって規定された値を上回らないようにすることが、極めて重要である。一方、電池メーカーは、指定した電圧で充電された単電池について、安全性を検証しなければならない。

① 上限充電電圧

定義：安全性の見地から各単電池が許容可能な上限の充電時単電池電圧

上限充電電圧を上回って充電すると、正極活物質から過剰にリチウムイオンが脱離し、結晶構造が壊れて酸素を放出しやすい状態になる。また、負極材料の炭素上にリチウムが析出する可能性もある。これらの状態になると、規定の条件で充電がなされた時と比較して、内部短絡等が発生した場合に熱暴走に至る可能性が高まる。よって、この上限充電電圧を上回って充電することは、避けなければならない。また、充電器による充電制御に不具合を生じた場合を想定した保護システムが必要である。

二次的な保護電圧については、本来踏み入ってはならない過充電領域で充電がされているため、可能な限りそれぞれの温度域における上限充電電圧に近接した値をとるべきである。なお、以上は電池内でリチウムイオンの移動が追従しない電圧変動は含まない。たとえば、リップルやノイズ等を想定した 50kHz 以上の交流成分の電圧変動は含まない。

② 放電終止電圧

定義：安全性の見地から各単電池が許容可能な下限の単電池電圧

単電池は電池メーカーが指定する放電終止電圧より低い電圧まで放電しないことが望ましい。放電終止電圧を下回って放電されると、負極の集電体金属が溶出し、この金属が充電時に局所的に析出する可能性がある。この析出物は正極に向かって成長し、内部短絡あるいは

漏液の原因となる可能性がある。電池電圧が放電終止電圧を下回った場合は、充電しないことが望ましい。

注記：JIS C 62133-2 3.26 放電終止電圧と図 1（作動領域の考え方）の放電下限電圧は同義である。

1-4-3 温度および電流に対する考え方

充電反応は化学反応であり、温度の影響を大きく受ける。同じ上限充電電圧、最大充電電流であっても、副反応の起こりやすさや充電生成物の状態は温度によって大きく異なる。

そこで、上限充電電圧と最大充電電流は温度域毎で定められるものとし、安全性の観点から厳しい条件と考えられる低温度域および高温度域においては、上限充電電圧、最大充電電流の一方または両方の値を低減させる等、それぞれの温度域に対する充電条件を適用しなければならない。ただし、電池メーカーが定めた、標準温度域、低温度域、高温度域のそれぞれに対する充電条件の範囲内であれば、実使用時の充電条件と定めても良い。

なお、温度および電流検出と応答動作のために短時間に温度および電流が上下限值を超えることは許容される。

① 標準温度域 T2～T3

定義：安全性の見地から定義した、上限充電電圧及び最大充電電流で充電が可能な単電池表面温度領域。典型的な標準温度範囲は、10～45℃である。（JIS C 62133-2 A.4.2.1 参照）

注記：標準温度域は、図 1（作動領域の考え方）の T2～T3 で示される領域である。10～45℃と異なる温度範囲を推奨する場合は、JIS C 62133-2 A.4.2.2 を適用しなければならない。

標準温度域では、安全性の見地から規定された上限充電電圧および最大充電電流に関して、最も高い条件で単電池に充電することができる。充電中に単電池表面温度が T3 を上回った場合は、高温度域での充電条件を適用しなければならない。充電中に単電池表面温度が T2 を下回った場合は、低温度域での充電条件を適用しなければならない。

② 高温度域 T3～T4

定義：標準温度域より高い温度域であり、かつ安全性の見地から、標準温度域における最大充電電流、上限充電電圧の一方または両方を変えることにより許容可能な、充電時単電池表面温度領域

注記：高温度域は、図 1（作動領域の考え方）の T3～T4 で示される領域である。

高温度域において充電する場合、より多くリチウム量が正極活物質から移動する。移動するリチウム量が増すにつれ、正極の結晶構造の安定性の低下につながるため、電池の安全性能が減少傾向となる。

同様に、高温度域と熱暴走が発生する温度域との間の温度差が相対的に小さくなる。その結果として、内部短絡のような事象が発生した場合、電池が熱暴走しやすくなる。ゆえに、高温度域内では、最大充電電流及び／又は上限充電電圧を変えることによって充電を行わなければならない。（JIS C 62133-2 A.4.3.1 及び A.4.3.2 参照）高温度域の充電条件を規定

する場合、及び高温度域に新規の上限を規定する場合は、JIS C 62133-2 A.4.3.3 及び A.4.3.4 を適用しなければならない。充電前あるいは充電中に単電池表面温度が T4 を上回っている場合はいかなる電流での充電も行ってはならない。

③ 低温度域 T1~T2

定義：標準温度域より低い温度域であり、かつ安全性の見地から、標準温度域における最大充電電流、上限充電電圧の一方または両方を変えることにより許容可能な、充電時単電池表面温度領域

注記：低温度域は、図 1（作動領域の考え方）の T1~T2 で示される領域である。

低温度域では物質移動速度が減少し、負極活物質（炭素材料）のリチウムイオン受入性が悪くなる。その結果、金属リチウムがカーボン表面に生成されやすくなる。この条件において、電池は熱安定性が低くなり、過熱及び熱暴走を起こす可能性がある。同様に、低温度域において、リチウムイオンの受入性は温度に大きく依存する。直列接続した複数の単電池で構成する組電池において、温度の違いによってリチウムイオンの受入性は異なる。

この場合、十分な安全性が確保できない可能性がある。

ゆえに、低温度域内では、標準温度域で規定する上限充電電圧及び／又は最大充電電流を変更して充電しなければならない。（JIS C 62133-2 A.4.4.1 及び A.4.4.2 参照）低温度域の充電条件を規定する場合、及び低温度域で新規の下限を規定する場合は、JIS C 62133-2 A.4.4.3 及び A.4.4.4 を適用しなければならない。充電前あるいは充電中に単電池表面温度が T1 を下回る場合は、いかなる電流での充電も行ってはならない。

④ 放電の電流および温度範囲

放電開始時に放電開始上限温度を上回っていた場合は放電を開始してはならない。放電中の温度は上限放電温度を上回らないこと。放電中は最大放電電流を上回ってはならない。機器の電源が切れた状態や待機状態等の微小電流の放電および放電開始上限温度を検出するための放電は、停止状態とみなす。放電電流の適用範囲 最大放電電流は、リチウムイオンが単電池内で応答できない 50kHz 以上の交流成分（リップル等）に適用しない。

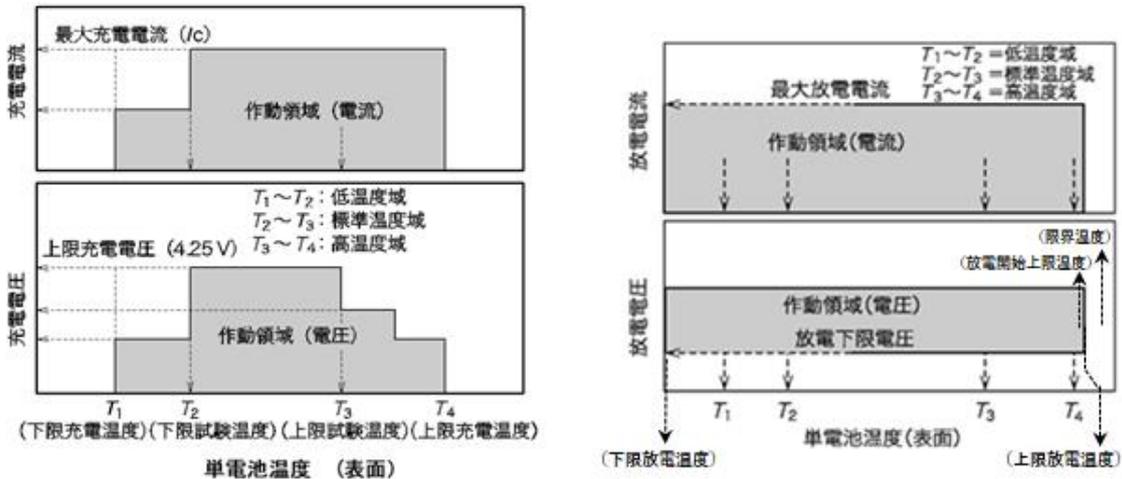


図 1：作動領域の考え方

本図に記載した各領域を規定する値は、各単電池メーカー自身が JIS C 62133-2 の安全性試験の結果に基づき検証した後、決定する。センサーが感知するまでのわずかな時間であっても、限度温度（※）を超えてはならない。（ただし、単電池メーカーとの協議より認められる場合がある）

※・・・上限、下限の温度のことを示す。充電と放電で限度は異なり、標準的に放電の方が温度の領域が広い。

1-4-4 単電池寿命に対する考え方

一般に単電池は、充放電の繰り返しによるサイクル経過に伴い、または高温状態での保存によって、その容量が低下する。容量が低下した状態においても、漏液等の異常事象が発生していない限り、単電池の使用は可能である。しかしながら、容量の低下した単電池は、電解液分解によるガスの発生等による内部圧力の上昇によって、漏液等の二次被害が発生する場合がある。特に、複数の電池ブロックを多直列に接続した構造の組電池において、サイクル劣化が進み、容量が大きく低下した場合、一部の単電池に急激な劣化が進行する可能性が高まる。このため、組電池内の単電池間バランスが崩れ、劣化が進行した単電池からの漏液発生等により、組電池全体が不安全になるリスクがある。したがって、機器メーカーと電池メーカーとの合意により、一定容量以下に低下した状態での使用方法を決定することが望ましい。

劣化した状態の使用例

- 電池が劣化した場合は、充電電圧／充電電流／充電温度範囲等を縮小して使用する。
- 電池の劣化判定は、充放電サイクル数や電池内部抵抗の上昇、実電池容量の低下など、電池の搭載機器で判定可能な方法で実施する。
- 機器の使用者に電池交換を促す通知を行う。
- 通知後もユーザーが機器を使い続けることができる場合は、使い続けることを考慮した制御とする。

第2章 リチウムイオン蓄電池の組電池設計における留意点

2-1 概論

移動通信端末本体において、リチウムイオン蓄電池は単電池の形態で使用されることはない。よって組電池の構成要素である単電池と回路基板の物理的な配置ならびに電気的な制御・保護システムの設計を推し進める必要がある。本章では、リチウムイオン蓄電池の組電池の設計における留意点を述べる。

2-2 単電池および回路基板の配置

- ① ガス排出弁（安全弁）作動によって排出された高温のガスや、何らかの理由で漏れ出た電解液等によって、人体への障害や組電池内の回路基板に二次的な障害（短絡等）が発生しないように配慮することが望ましい。例えば、ガス排出弁（安全弁）の方向と回路基板との配置を工夫することも一例である。

JIS C 62368-1:2018 M.3.3 適合性 を考慮すること。

- ② 発生した障害による被害を局所化する意味から、組電池および移動通信端末本体の筐体には、耐熱性が高く、難燃性の材料を利用した設計を実施することが望ましい。難燃性については、JIS C 62368-1:2018 M.4.3 防火エンクロージャに適合すること。

2-3 落下による振動・衝撃

JIS C 62133-2:2020 7.3.8C 項及び JIS C 62368-1:2018 M.4.4 に規定された「落下試験」に適合すること。

- ① 落下による振動・衝撃が加わった場合でも、衝撃を緩和させて、組電池内の単電池に内部短絡等が発生させないような組電池および移動通信端末本体の設計を進めることが望ましい。
- ② 組電池を移動通信端末本体に装着する際の設計方法として、組電池全体を筐体で覆う（内蔵する）形態と組電池の一部を筐体から露出する形態がある。落下による振動・衝撃による組電池内の単電池に内部短絡等の障害発生の可能性を評価するため、それぞれの形態に対して評価試験を実施する必要がある。なお、形状や重量などが標準的なダミー筐体等や試験方法が、同等以上の評価方法として妥当性が確認できればそれを利用してもよい。
- ③ 落下による振動・衝撃が組電池に加えられた場合、特に組電池や単電池に変形が認められる場合は、使用者が組電池の使用を停止するように移動通信端末本体あるいは組電池の取扱説明書または組電池上のラベル等を用いて注意を喚起することが望ましい。

- ④ 電池周辺構造に気をつける。

- ・電池に局所的に圧力が加わらない構造とすること。

- 例：筐体側のリブがセルに局所的に当たる

- 例：筐体側の凹があり、角部分が電池に局所的に当たる。

上記状態で、筐体に圧力が加わることで、電池セルに局所的に圧力が加わる。

特にラミネートフィルム容器の場合は注意すること。

固定方法は電池メーカーと協議すること。

2-4 温度管理と充放電制御

安全で適正な充放電制御を行うために、サーミスタ等を用いた組電池内の温度管理を適切に行うことが必要であり、組電池と充放電制御システムの設計上の留意点を下記に示す。

制御については JIS C 62368-1:2018 M 4.2 充電セーフガードに適合すること。

① 温度監視と充放電制御

充放電制御は、第1章の1-4-3「温度および電流に対する考え方」に沿った方法でなければならない。但し、1-4-3「④放電の電流および温度範囲」の項（上限放電温度、放電開始上限温度に対する規定）は、災害や緊急時の通信手段として使用されることに考慮して、移動通信端末本体には適用しなくてもよい。

温度監視は単電池の表面温度を測定する。ただし、組電池の構造上、単電池の表面温度が直接測定できない場合は、測定箇所と単電池の表面温度の相関関係を考慮し、単電池の表面温度が単電池メーカーの仕様温度を外れないように制御を実施すること。

例：保護回路基板上のサーミスタで温度を測定する場合、保護回路基板の発熱部品からサーミスタを遠ざけて配置し、表面温度との差異を少なくなるように考慮する。

② 複数の単電池から構成される組電池

複数の単電池から構成される組電池の場合、組電池内の単電池間の温度バラツキが不適切な電圧制御の原因となることを防ぐために、単電池の配置および移動通信端末本体への実装配置に配慮することが望ましい。

③ 安全使用温度域外の充電保護

組電池内の単電池表面温度が上限充電温度を上回る、もしくは下限充電温度を下回る温度領域において、電池メーカーと合意した仕様条件の範囲内にて充電し、又は充電を停止させる機能の搭載を行わなければならない。

④ 温度に関する安全設計の推奨

- 複数の単電池を搭載する場合、各単電池の温度を個々に測定することが望ましい。しかし機器設計の都合上、個々の温度を測定できない場合は、充放電時の個々の単電池温度と測定温度の差異を考慮し、個々の電池の温度で安全温度領域を超えないように充電制御を行う。
- 電池温度測定のためのセンサーを電池パック内に実装しない場合は、電池表面温度と温度測定点での検出温度との最大と考えられる温度測定偏差を記録保存すること。
- 第1章の「1-4-3 温度および電流に対する考え方」で例示された作動領域の考え方に沿った設定方法（以降、安全領域の設定方法と略す）によって充電温度制御が規定されている場合は、安全領域の設定方法に対して前述の温度測定偏差相当分以上の安全余裕度を確保しなければならない。

2-5 保護回路

組電池の安全性を確保するために、組電池と移動通信端末本体とにおいて、「二重の過充電保護+過電流保護+電流制限+過放電保護」の機能の具備が必要であり、それぞれの機能は、2-5-1項（過充電保護）、2-5-2項（過電流保護）、2-5-3項（電流制限の二重化）及び2-5-4項（過放電保護）に沿った機能を実現すること。

なお、以下の項に示す、二重の過充電保護、過電流保護、電流制限および過放電保護と同等機能を別方法で実現している場合には、その方法を該当機能とする。

2-5-1 過充電保護

過充電保護は安全の観点からは特に重要であり、二重の過充電保護を実現させるために、電子回路的な保護を設けること。それぞれの保護は相互に独立した別の基準電圧と別の素子を用いる等の、他の回路動作の影響をできる限り受けない独立の保護とすること。

例えば、移動通信端末本体において、上限充電電圧を超えないように制御を行う機能を持つ場合には、充電回路の充電電圧制御回路と単電池の近傍に設ける過電圧での充電停止（過充電保護）回路が該当する。

① 基準適合確認

移動通信端末本体に使用する組電池は JIS C 62133-2:2020 の 7.3.8D 項に規定された「b 試験」に適合しなければならない。代表的な実現方法としては、充電電圧を 4.25V 以下に制限する充電電圧制御回路の機能が該当する。

② 充電条件

過充電を防止するために、電池メーカーとの間で合意した充電に関して仕様を定め、該当する仕様の条件で充電を完了しなければならない。量産時の充電電圧値の分布の中心値と分布範囲は、仕様合意した充電電圧の設計中心値と分布範囲を誤差の範囲以上に越えてはならない。誤差は 5mV 以下であることが望ましい。

2-5-2 過電流保護

移動通信端末本体又は組電池において、過大な充放電電流を制限する電子回路的な保護機能を設けること。

2-5-3 電流制限の二重化

過充電保護・過電流保護の電子回路が機能しない場合に備えて、電流制限を二重化することが必要である。ヒューズや PTC などの電流制限素子を単電池近傍に具備することが望ましいが、機器側の電流が大きく、ヒューズや PTC が使用できない場合は、2 段目に電子回路（過充電保護・過電流保護）を具備して二重化を行っても良い。

2-5-4 過放電保護

リチウムイオン蓄電池では、特に過放電状態において負極の集電体金属が溶出し、この金属が充電時に局所的に析出する可能性がある。この析出物は正極に向かって成長し、内部短絡を引き起こして発熱する可能性がある。従って過放電を防止する電子回路的な保護機能を具備すること。

また、単電池電圧又は各電池ブロック電圧が放電終止電圧を下回る場合の電池への充電に関しては、保護回路の必要性も含めて電池メーカーとの合意によりその可否を決定すること。

2-6 長期使用

ユーザーが安全について不安を持ち得る事象（例えば、電池膨れや容量劣化等）に対して、適切な安全情報を伝達することが望ましい。

長期使用に伴い、単電池内部の状態が初期状態から変化し、使われ方や使用環境により危険事象の発生リスクが高まる可能性がある。この場合、機器全体としての制御の必要性、及び制御方法の妥当性は、単電池又は組電池製造事業者と機器製造業者が協議してリスク低減に取り組むことが望ましい。

注記：上記制御は安全性の向上を目的とし、充電率を制限することで組電池の長寿命化を図る機能とは目的が異なる。

制御例：

- ・電池が劣化した場合に、充電電圧・充電電流を下げる。
- ・電池が劣化した旨及び電池交換を促す旨を画面等に表示する。

セルの経年劣化に応じて、充電電圧・充電電流を下げる または 充電可能温度範囲を狭くする。などの充電制御を行う。パラメータは電池セルの材料の種類、メーカー毎の特性によって異なるため、機器設計メーカーと電池メーカーとで協議を行う。

2-7 確認事項の保持

手引書の内容をセットメーカーと電池メーカーは、少なくとも以下に示す安全性に関わる仕様項目について吟味して、互いに必要な項目を選んで合意すること。また、その合意した項目に関して、設計中心値、精度等を取り交わし、互いに保管すること。なお、以下はセットメーカーと電池メーカーとの間の安全性仕様項目と安全領域の設定方法の例である。

① セットメーカーと電池メーカーとの間の安全性仕様項目の合意例

		設計中心値	精度	単位	条件・備考など
1	満充電条件	4.20V-1Cにて5時間充電			電池メーカーの指定値
1.1	電池容量	700	min.	mAh	at 放電電流0.2C、25°C
		680	min.	mAh	at 放電電流1.0C、25°C
2	上限充電電圧	4250	JIS	mV	JIS C 62133-2:2020に基づく電池メーカーの指定値
2.1	充電電圧	4200	±40	mV	
3	最大充電電流	910	JIS	mA	JIS C 62133-2:2020に基づく電池メーカーの指定値
3.1	充電電流	600	±120	mA	
4	標準温度域(T2~T3)	10~45		°C	
5	下限充電温度(T1)	-10	JIS	°C	電池メーカーの指定値
5.1	同上 充電電圧	4100	±40	mV	
5.2	同上 充電電流	600/5	±120/5	mA	ON-1sec, Off-4sec, Duty比最大0.2
6	上限充電温度(T4)	60	JIS	°C	電池メーカーの指定値
6.1	同上 充電電圧	4100	±40	mV	
6.2	同上 充電電流	600/5	±120/5	mA	ON-1sec, Off-4sec, Duty比最大0.2
7	電池パック				
7.1	過充電保護				
7.1.1	過充電保護電圧	4280	±30	mV	
7.1.2	過充電保護時間 (過充電不感応時)	200	±50	ms	
7.2	過電流保護				
7.2.1	過電流保護電流値	2000	+1200	mA	電池電圧 3.0~4.2V、60°C
7.2.2	過電流保護時間 (過電流不感応時)	200	±50	ms	
7.3	過放電保護				
7.3.1	過放電保護電圧	2500	±30	mV	
7.3.2	過放電時の充電	可能			
7.4	電流制限素子				
7.4.1	電流制限素子(PTC)				(品名や仕様等)
7.4.2	保持電流	1750		mA	at 25°C
7.5	温度センサ				
7.5.1	抵抗値 at T1	44.700	±5%	kΩ	
7.5.2	抵抗値 at T2	28.160	±5%	kΩ	
7.5.3	抵抗値 at T3	4.120	±5%	kΩ	
7.5.4	抵抗値 at T4	2.996	±5%	kΩ	
7.6	外圍器材料の難燃性	V-0材			ガラス入りPC、ABS(HB)、など
8	充電回路部				
8.1	充電電流				
8.1.1	ピーク充電電流	1200	±240	mA	充電電力源がACアダプタとUSBの場合など
8.1.2	同上 継続時間	3000	max	ms	
8.2	温度測定精度				
8.2.1	ADC 分解能	18mVステップ			
8.2.2	ADC 総合精度		±12	mV	
8.3	充電温度制御				
8.3.1	充電開始許可温度	-10~55	±5	°C	
8.3.2	充電条件	-5	未満	°C	4100mV、 ONは1秒, Offは4秒, Duty比最大20%
		0	未満	°C	4150mV、 ONは1秒, Offは1秒, Duty比最大50%
		0~50		°C	4200mV、 Duty比100%
		50	超	°C	4150mV、 ONは1秒, Offは1秒, Duty比最大50%
		55	超	°C	4100mV、 ONは1秒, Offは4秒, Duty比最大20%
9	保存温度	-20~80		°C	

② 安全領域の設定方法の合意例（領域の温度値、電圧値、電流値等は合意値を示す。）

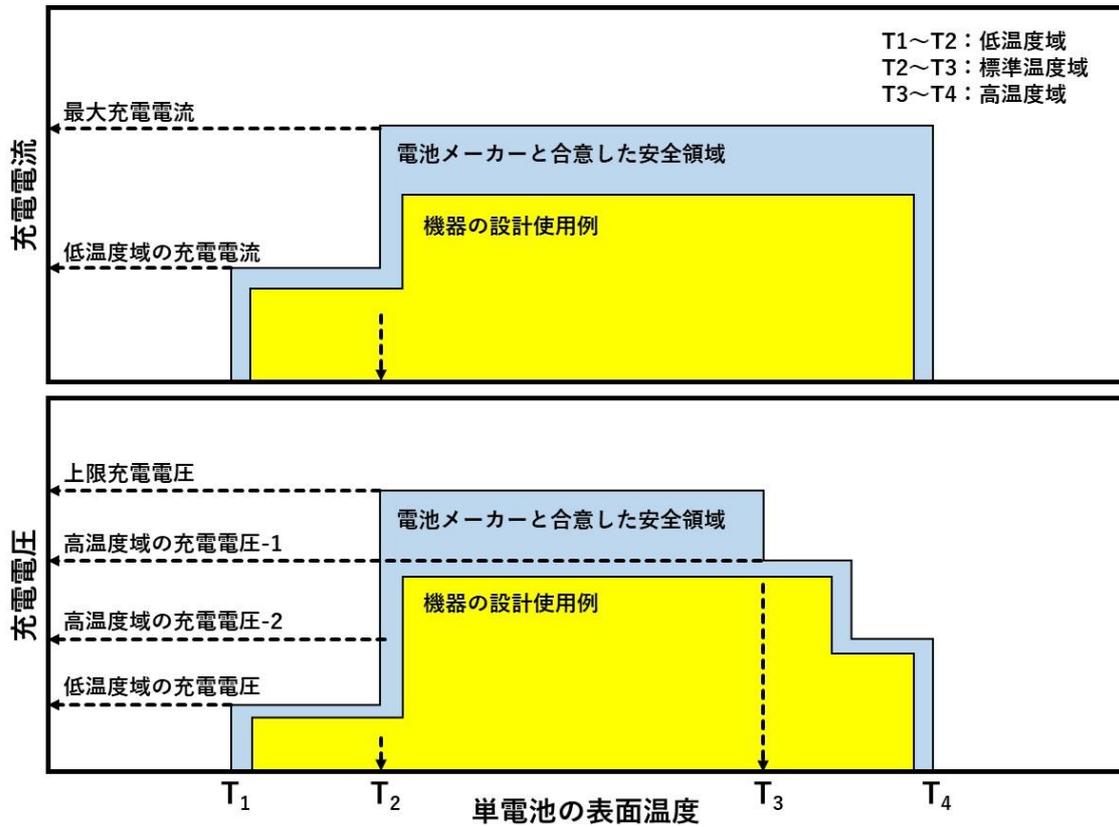


図 2. 安全領域の考え方（例）

単電池メーカーと合意した安全領域を最大値とする。

<具体例>

- ・ 電池メーカーと標準温度域の充電電圧を最大 4250mV で合意
- ・ 機器で使用する充電 IC の公差が設定値 ± 30 mV
 ⇒機器の設定値は 4220mV 以下にする
- ・ 単電池の表面温度とサーミスタの温度に最大 2℃の差異がある
 ⇒サーミスタの温度から 2℃加減して、制御を行い、単電池の温度が安全領域を超えないよう考慮する
- ・ 複数の単電池を搭載する場合、各単電池の温度が単電池メーカーと合意した安全領域を超えないように制御を行う

あとがき

本手引書で対象にしているリチウムイオン蓄電池以外の電池であっても、機器本体メーカーや充電器メーカーは、本手引書の主旨に沿ってその電池特性を踏まえ、安全性に関する設計を電池メーカーとの間で合意した上で進めることを推奨する。

警告

本手引書に記載する試験は、適切な対策を怠ると、危害を及ぼすおそれがある。試験は、適切な資格と経験を持つ専門家だけが、適切な保護措置を装備した上で実施することを前提としている。

一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会
製品安全技術委員会 委員名

委員長	玉手 泰将	沖電気工業株式会社
副委員長	有賀 輝	日本無線株式会社
	小山 晃	京セラ株式会社
委員	中嶋 広幸	サクサ株式会社
	鈴木 雅也	アンリツ株式会社
	小山 啓一	岩崎通信機株式会社
	中嶋 匡良	京セラ株式会社
	篠田 芳幸	京セラ株式会社
	菅野 友行	株式会社ナカヨ
	苗代澤 正巳	パナソニック株式会社
	武田 信勝	株式会社日立情報通信エンジニアリング
	棟安 和紀	富士通アドバンステクノロジー株式会社
	矢野目 直律	三菱電機株式会社
	岡本 智至	村田機械株式会社
今井 泰樹	村田機械株式会社	
事務局	小島 純一	一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会

携帯電話及びスマートフォン等におけるリチウムイオン蓄電池の安全利用に関する手引書
2021年5月21日 第3版発行

携帯電話・PHS等におけるリチウムイオン蓄電池の安全利用に関する手引書
2011年5月25日 第2版発行
2008年11月20日 初版発行

一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会
〒103-0026 東京都中央区日本橋兜町 21-7
兜町ユニ・スクエア 6階
TEL 03-5962-3452
<http://www.ciaj.or.jp/>

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。
出版物等において、本手引書を引用したり、本手引書に言及する場合には、事前に一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会の承認を得る必要があります。