

熊本高専八代キャンパスにおける 電子記録媒体の廃棄手続き策定と実践

小島 俊輔* 岩本 舞** 藤本 洋一*

Formulation and Practice of Disposal Procedure for Electronic Recording Media in NIT, Kumamoto College, Yatsushiro Campus

Shunsuke Oshima*, Mai Iwamoto**, Yoichi Fujimoto*

Information leakage causes serious damage such as loss of trust and payment reparation for the organization. Therefore, on disposing personal computers and/or electronic recording media, a method that does not cause information leakage from discarded electronic recording media is required in any organization. First, we looked back on transition of media disposal methods at National Institute of Technology, Kumamoto College, Yatsushiro Campus. Second, we enumerated the problems in disposal of electronic media and electronic devices in recent years. Based on that, we formulated a new disposal procedure for electronic recording media and electronic devices in March 2015. We introduced initiatives and some practical examples according to this disposal procedure in our campus. This disposal procedure includes not only personal computers and HDD but also tablet terminals and solid state disks (SSD). So, we are informing the disposal method to our faculty and staff upon request. However, electronic devices are evolving day by day. It means that it is necessary to review our methods repeatedly upon our PDCA cycle.

キーワード：情報セキュリティ、メディア廃棄、PC廃棄、電子記録媒体、情報漏洩

Keywords: Information security, Media disposal, PC disposal, Electronic recording media, Information leakage

1. はじめに

情報漏洩が発生すると、その後の組織の信頼の失墜や損害賠償など非常に大きなダメージを受ける。情報漏洩の経路には大きく、インターネットを経由し漏洩するものと電子媒体や紙などのメディアを経由し漏洩するものの2種類がある。前者はセキュリティ対策ソフトやファイアウォールを適切に設定し、組織の構成員に対して情報セキュリティ教育を実施することで防止する。一方、後者はデータの持ち出しや廃棄時のルールを策定することにより防止する。そのためには、その時代に応じたパソコンやメディアについて情報漏洩が発生しないような仕組み作りが求められる。

本稿は、これまで熊本高専八代キャンパス（以下、八代C）で実施してきたメディア廃棄の手続きに関する変遷を振り返るとともに、現代におけるメディア廃棄の問題点について解説する。これらを踏まえた上で、平成27年度末に新たに策定し運用している記録メディアの廃棄手続きについて紹介したい。

2. これまでのメディア廃棄ルール

平成24年まで、メディアや情報機器を廃棄する際は、以下の2点についてルールを策定しており、八代Cの教職員に対して通知していた。

- 1) フロッピーディスク、光磁気ディスク、CD-R、磁気テープなどの記録メディアを廃棄する際はメディアシュレッダーにて破壊すること
- 2) パソコン内蔵や外付けハードディスクドライブ（以下、HDD）は完全フォーマットして廃棄すること

これらのやり方は、いずれも組織が教職員に対してルール順守を徹底するように促してはいるが、実際の廃棄手続きは教職員個人に任せている。つまり、個人の責任の下に廃棄を実施することになるため、組織として把握している

* ICT活用学習支援センター
〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
ICT Center for Learning Support,
2627 Hirayama-Shinmachi, Yatsushiro-shi, Kumamoto, Japan
866-8501

** 技術・教育支援センター
〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
Center for Technical and Educational Support,
2627 Hirayama-Shinmachi, Yatsushiro-shi, Kumamoto, Japan
866-8501

とは言い切れず、消極的な取り組みであった。

3. 記録メディア廃棄の問題点

ここでは、記録メディアや情報機器を廃棄する際に、八代 C で問題として認識していることを挙げておく。

3.1 教職員個人による廃棄

前章でも述べたように、以前、記録メディアや PC の廃棄は教職員個人で対応することとしており、このうち、メディアの廃棄については、手間はかかるものの破壊自体は誰でも可能であったため、廃棄の手順に関する学内からの不満や疑問の声は特になかった。しかしその一方で、すべてのメディアが破壊あるいはフォーマットされているかを確認する取り組みはしておらず、教職員個人の裁量にまかされていた。メディアが手続き通りに廃棄されていることを組織として把握することは肝要であろう。

3.2 壊れた記録メディアの完全フォーマット

PC に内蔵された HDD の廃棄については学内で完全フォーマットができないという問題が以前から指摘されていた。通常、情報機器が正常に動いているときに廃棄することは珍しく、多くは「HDD のエラーが頻発する」、「PC の電源が入らない」、「外付け HDD が認識されない」、など正常に動かなくなった場合である。その結果、「機器が壊れてフォーマットできないがどうしたらよいか」といった問い合わせが殺到した。10 年以上前になるが、問い合わせの中には、「大事なデータは入っていない」とか「壊れて動かないのでそのまま廃棄しても第三者にデータを読まれる心配はない」、といった誤った認識のまま廃棄しようとしたケースもあり、場合によっては ICT センターで引き取りフォーマットを実施したこともあった。

3.3 完全フォーマットの信頼性

近年の HDD の大容量化や最適化に伴い、完全フォーマットが信頼できないという問題がある。この問題を説明する前に、旧式の HDD の物理構造から近年の HDD の方式まで簡単に説明しておきたい。

HDD では、ディスクのトラックを、さらに放射状の複数領域に区切った場所をセクタと呼ぶ（図 1）。セクタは HDD の最小の記憶単位であり、初期の HDD では中心からの角度が一定となるようにトラックを区切っていた。そのため、外側のトラックになるほど、そのセクタの物理的な長さも長くなる。しかし近年は記憶密度を高めるため、ディスクの内周より外周にセクタを多く配置するような仕組みとなっており、一昔前のセクタの概念はもはやない。また、HDD の中にはディスクの磁気情報を読み書きするヘッドと呼ばれる部品が組み込まれている。近年の HDD のヘッド数は最大値の 255 に設定してあり、実際の HDD の物理構成とは異なる。この理由は、HDD が予想を超えて大容量化したことで、トラックやセクタの数を増やただけでは容量が追いつかず、仮想的なヘッド数を増やすことで対応してきたためである。さらに HDD には不良セクタがつきものであるが、

近年の HDD はあたかも不良セクタが存在しないように見せかける技術が搭載されている。実は HDD には未使用のトラックが残っており、コントローラは不良セクタを見つけるとそれを自動的に切り離し、不良セクタの代わりに HDD の未使用部分を新たに割り当てる。この仕組みを応用すると、未使用部分が少なくなったことで「HDD がそろそろ壊れる」といた旨の警告をすることもできるようになる。

これらの仕組みはすべて、HDD 内蔵のコントローラによって最適化されており、複雑な部分はすべてこのコントローラを通して見ることになる。PC 側からのインターフェースは過去の HDD へのアクセス方法そのままだが、HDD 内部は近年の最適化された物理 HDD である。つまり、HDD のコントローラを通して「完全フォーマット」を実行し、すべてを消去しても、物理 HDD ではデータは完全に消去されずに残っている可能正があることを意味する。

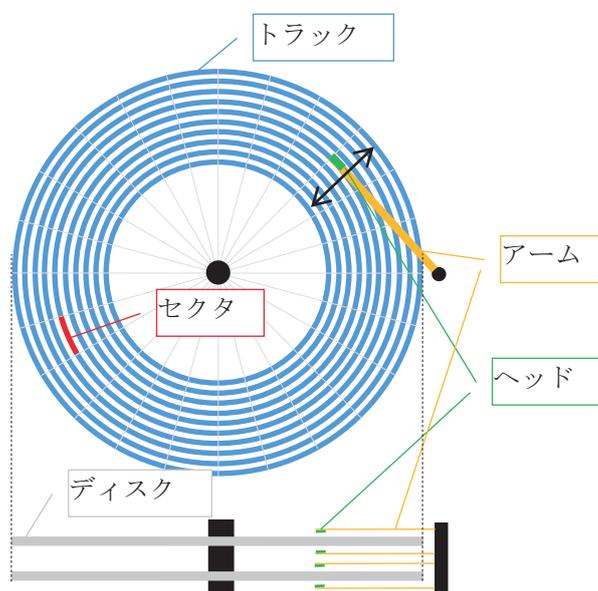


図 1 旧式の HDD 物理構造
(Fig. 1 Old HDD physical structure)

3.4 多種多様な情報機器やメディアへの対応

10 数年ほど前まで多用されていた光磁気ディスクや CD-R などの光学タイプのメディアに代わって、USB メモリや SD カードなど半導体タイプでありながら光学メディアと同等かそれ以上の容量を持つ記録メディアが台頭してきた。さらに、ここ数年の間にタブレット型端末（以下、タブレット）の利用者が急増している。特に会議の配布資料はタブレットで閲覧することも多く、教職員の多くがノート PC からタブレットに移行している。そのため、おそらく数年後には廃棄するタブレットが急増することも予想されており、対策は急務である。

タブレットで厄介なのはデータを完全に消去する手段が標準で用意されていないことである。「すべてのコンテンツを消去」することで、一見すべて消去されたかに思えるが、

実際に消去されたのはデータの目次に相当する部分であり、すべてのデータが完全に消去されるわけではない。コンテンツをある程度消去する方法として、「すべてのコンテンツを消去」した後、ふたたび必要最小限の設定を施して使用可能な状態にし、容量いっぱいになるまで別のデータで埋め尽くすとよい。たとえばカメラ部分にシールを張り、内蔵マイクを無効にして何も記録されないようにし、動画を録画し続けるなどするとよい。しかし近年は 128GB や 256GB の SSD を内蔵したタブレットも珍しくなく、動画の容量を 1 時間あたり 1GB と見積もっても、すべて埋め尽くすのに 200 時間以上を要することになる。

このように情報機器は日々進化し続けており、新たに登場するメディアや機器への対策は必要である。そこで、今回の改訂ではタブレットや USB メモリ、SD カードの廃棄を含めた対策を講じることとした。

4 熊本高専八代キャンパスでの取り組み

4.1 HDD の廃棄ルール

八代 C では、平成 24 年まで HDD 廃棄時の完全フォーマットは教職員個人に任せていたが、社会的には情報漏洩は組織の責任として見られる。そのため、本来であれば廃棄の手続きすべてを個人に任せるべきではない。その取り組みの 1 つとして、八代 C では平成 24 年度末より HDD はすべて専門業者に委託し、物理破壊するようにした。業者に依頼すると、数日ほどで破壊された HDD の写真が送られてくる。しかしながら、廃棄には年間 10-20 万円程度の費用が必要であり、その負担を減らすべく、平成 27 年 1 月に新たに廃棄手順を策定し、27 年度末から八代 C 技術・教育支援センター（実習工場）にて HDD の物理破壊を依頼することとした。

HDD の廃棄手順は以下のとおりである。

- (1) 教職員は廃棄する PC から HDD を取り出し、ICT センターに持ち込む。PC からの取り出しが困難な場合は、PC 本体ごとセンターに持ち込んでもらい、センター事務室にて HDD の取り出しを手伝う。取り出された HDD は、専用のケーブル（IO-DATA 製 UD-500SA⁽¹⁾）を用いて ICT センターで所有する HDD フォーマット用パソコンの USB 端子に接続し、完全フォーマットする。フォーマットには wipe-out⁽²⁾ や Linux の dd を用いる（図 2）
- (2) (1) の工程において、HDD が壊れておらず運よく完全フォーマットができた場合は、HDD の本体に赤線を 1 本、できなかつたら 2 本記入する。これは、後述する本校実習工場での HDD の切断場所を示すための線となる（図 3）
- (3) 回収済みの HDD は、第 3 者が入れないようサーバ室に保管しておき、ある程度まとめて破壊する。本校では半年に 1 度、八代 C 実習工場に設置された高速切断機により、赤線の位置に深さ 3-4 cm、幅 5 mm の切込みを入れ物理的に破壊する（図 4）。高速切断機で HDD を切



図 2 dd による物理フォーマット中の様子
(Fig. 2 Satate in physical format by dd)

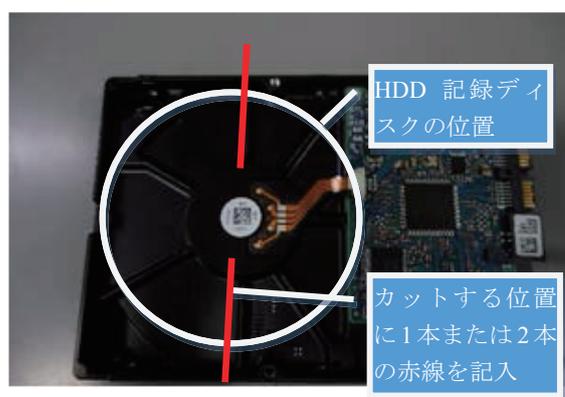


図 3 切断位置への赤線の記入
(Fig. 3 Write a red line to the cutting line)



図 4 HDD の切断に用いる高速切断機
(Fig. 4 High speed cutting machine used for HDD cutting)

断する時間はおよそ 10 秒から 20 秒程度である（図 5）。
(4) 切り込みを入れた HDD は、通常の廃棄物と一緒に廃棄する。

HDD の切断時に、完全に 2 つに分解しない理由は、廃棄の際にかさばらないことと、内部の部品が拡散しないようにするためである。特に、HDD 内部の磁気ヘッドを左右に振らすスイングアームは非常に高速に動作させる必要があり、極限までの小型軽量化によりカミソリの刃のように非



図5 高速切断機により切断されたHDD
(Fig. 5 HDD cut by high speed cutting machine)

常に薄く加工されている。このスイングアームにうっかり触れると手が切れてしまう恐れもあり、外にむき出しにならないよう配慮した。

4.2 USBメモリ、SDカードなどの廃棄ルール

不要になったUSBメモリやSDカードなどの記憶メディアは、平成27年度より以前は各自でフォーマットして廃棄することとしていたが、机から落ただけで簡単に壊れることもある。故障したものはフォーマットできないため、H27年度末より、故障の有無にかかわらずICTセンターで一括して廃棄することとした。

USBメモリなど半導体タイプの記憶メディアの廃棄手順は以下のとおりである。

- (1) ICTセンターに持ち込まれたUSBメモリなどは完全フォーマットを実施する。故障などによりフォーマットできないものについては、フォーマットが実施できなかったという意味の印をつけておく
- (2) 回収されたUSBメモリは、HDD同様に半年に一度、破壊することとしている。破壊の際は、まずペンチやバイスなどを用いてUSBメモリやSSDから内部の基板を取り出す
- (3) 取り出した基板上にある5mm×5mm以上の大きさのチップをすべてペンチで破壊、断面にシリコン結晶が見えていることを確認する。フォーマットが実施できなかったものは2か所以上破壊する（図6,7）
- (4) 破壊されたUSBやSDの基板は、通常の廃棄物と一緒に廃棄する

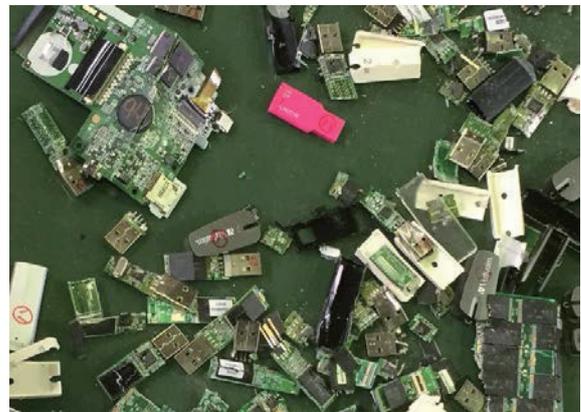
近年のメモリは大容量化により1cm²以上の面積を有することが多いため、5mm×5mm以下はおそらくコントローラなどの半導体チップである。小さいチップは数も多く、破壊も困難なため、今回は破壊まではしなくてよいとした。しかし、今後の技術革新により、半導体チップがより小型化されれば5mm×5mm以下のメモリが出ることも考えられるため、将来的には見直しが必要となる。

4.3 タブレット端末の廃棄ルール

タブレット端末は大容量のバッテリーを内蔵しており、そのまま破壊すると発火事故につながりかねない。そこで、



(a)破壊前 (Before destruction)



(b)破壊後 (After destruction)

図6 USBメモリ内のチップを破壊

(Fig. 6 Destruction of the chip inside the USB memory)



図7 SSD内のチップを破壊

(Fig. 7 Destruction of the chip inside the SSD)

バッテリーの放電や廃棄も含めた手順が必要となる。まず、タブレット端末を分解するため特殊形状の工具であるiFixit社のリペアツール⁽³⁾、ヒートガン、吸盤をICTセンターにて準備した。（図8,9）



図8 星型など特殊ネジ用の工具類
(Fig. 8 Tools for special screws such as star type)



図9 高出力のヒートガンと吸盤
(Fig. 9 High output heat gun and suction cup)

今回策定したタブレット端末の廃棄手順は以下のとおりである。

- (1) タブレット端末はバッテリーを完全放電しておく。これはバッテリーを傷つけて発火することがないようにするためである。タブレットの故障などにより完全放電が確認できていないものについてはバッテリーが残っている可能性がある意味の印をつけておき、後述する分解作業において細心の注意を払う
- (2) タブレットは熱で溶けるタイプの接着剤で液晶画面と背面パネルとが固定されているため、吸盤を液晶画面と背面パネルに吸着させ、ヒートガンでタブレットの縁を全体的にゆっくりと温めつつ引きはがす
- (3) 液晶画面が剥がれたら、背面パネルに組み込まれた各種パーツを専用のツールやラジオペンチなどを用いて慎重に取り外す。このとき、タブレットに内蔵された基板（フィルム基板であることも多い）がすべて見える状態になるまで分解する
- (4) 半導体基板が出てきたらチップをペンチで折り破壊する。破壊はUSBメモリに準じる
- (5) バッテリーは分解時に傷つけないように取り出す。取り出した後も、うっかりバッテリーから伸びているケーブルの+と-の端子がショートしないように絶縁テープ等で保護する。その後、契約係にリサイクルを依頼する
- (6) バッテリー以外のパーツや破壊した基板は、通常の廃棄物と一緒に廃棄する

タブレット端末については、現時点で試験的に2台、H28年度に1台を廃棄したのみであるため、ノウハウが十分蓄積されていない。そのため、廃棄手順を実際に運用しながら、問題が出てきたらその都度、上記手順を見直していく必要がある。

また、近年の情報機器、たとえばMacbookなどのノートPCは通常の手差しではなく、星型などの特殊形状のネジで止められていることが多い。一般に、パソコンをはじめとする電化製品は分解するとメーカーの補償対象外になってしまうため、一般のユーザが通常の工具で開けら

れないよう、メーカー側で対策をしているものと考えられる。このような場合に備え、特殊形状のドライバを一式揃えておくことで、どのようなノートPCであっても、内蔵されたHDDやSSDを取り出すことができる。

5 八代Cにおける廃棄ルールの運用状況

運用を開始する際は、教員会で案内文書を配布し学内に周知するとともに、学内ポータルサイトに廃棄時の手続きをまとめたページを作成した。そうしておいて、学内教職員から廃棄の申し出があった場合はURLを案内する。HDDの取り出しが困難な教職員については本体ごと持ち込んでもらいPCの分解などの取り出しを手伝っているが平成28年は3台であった。

運用を開始してHDDやUSBメモリを廃棄した台数は、平成27年度末にHDD19台、SSD1台、USBメモリ14個、SD・メモリスティック5個であった。また、平成28年度末にはHDD48台、SSD1台、タブレット1台、USBメモリ55個であった。平成29年度は4月から7月までの4か月間で32台のHDDが廃棄物として出されている。

現状を分析すると、HDDやUSBについては数をこなした分ノウハウも蓄積されてきており、かなり効率的に廃棄ができるようになってきた。廃棄に要するおおよかな時間は、H28年度の場合（HDD48台、USB55個）、HDDの取り出しが困難なPCからの取り出しの手伝いに延べ1.5時間（3台×0.5時間）、取り出したHDDを完全フォーマットするために、USB接続ケーブルにセットしフォーマット、回収するまでの手間が延べ6時間（年6回×1時間）、そして年度末に1度実施するHDDとUSBメモリの破壊に延べ3時間（3名×1時間）であり、平成28年度は1年間で述べ10時間強の時間をHDDとUSBの廃棄に使った。

ここで、廃棄の際にひやりとした経験が1度あったので紹介しておきたい。それはUSBメモリの廃棄を行っていた時であり、USBメモリと形状がそっくりな音楽プレイヤーがまぎれ込んでいた。通常のUSBメモリとほとんど見分けがつかないが、唯一3.5mmのイヤホン端子がケースについ

ているのが見えた。その時はあまり気にせず、バイスで挟んでケースを外したところで、小さなリチウムイオンバッテリーがケースに内蔵されていることに気づいた。すぐにバッテリーを取り外したが、そのままバイスで力を加え続けていたら、バッテリーをうっかり破損し発火していたかもしれない。バッテリー自体は小指の先くらいの小さいものであり、発火しても大惨事になるとは考えにくい、負傷する可能性は十分にある。

また、本文中で述べたとおり、タブレット端末の廃棄実績が非常に少なく、特に大型のタブレットはまだ試したことがない。分解のためのノウハウを収集しているところであり、廃棄で問題となることが出てきたらその都度、廃棄手順を見直す予定としている。また、先の USB 型音楽プレイヤー同様、バッテリーを安全に取り扱うための手順の確認が必要である。

6 今後の課題

今回、HDD や USB だけでなく、タブレットや SSD を含めた廃棄手順を策定した。また、実際に八代 C における過去 2 年間の HDD や USB の廃棄状況について紹介した。しかしこれは、現在の機器について対応できたというだけにしか過ぎない。記録メディアや情報機器は目まぐるしく進化しており、これまで考えもしなかったような情報機器が今後も次々に出てくるのが予想される。

そのような中で、廃棄手順の見直しが早急に必要でバイスが SSD である。現在、SSD のインターフェースは、HDD とそのまま入れ換えが可能なように HDD で利用されていた SATA (Serial ATA) が主流であった。HDD はスイングアームやヘッドなどの機械的な動きがあるため、同時にデータを読むことができず、そのため、データの転送速度もそれほど必要ないシリアル通信で十分であった。しかし、SSD は機械的に動く部分が無く、電気的な読み書きのみであるため、HDD よりはるかに高速なデータ転送が必要である。そのため、SATA に代わって新たに PCI-Express や M.2 といったインターフェースを持つ SSD が登場しており、現在主流となりつつある。それらが故障し廃棄されるまで、おおよそ 3-5 年程度の期間があることを考えると、少なくともここ数年のうちに、これらインターフェースを持つ SSD が完全フォーマットできるような環境を整えておく必要がある。

また、今後の検討事項として、サーバに使用される HDD の廃棄がある。サーバでは、高性能で高信頼性を確保するため、SAS (Serial Attached SCSI) と呼ばれるインターフェースが使用されている。この SAS を接続するための USB ケーブルがなく、今のところ SAS インターフェースを備えたサーバで直接フォーマットするしか方法がない。しかしながら、サーバが故障するこの方法は使えないため、検討が必要である。さらにサーバのリースアップや HDD 故障が発生した際は、HDD を業者に返却する契約となっており、

交換の都度、返却をしばらく待っていただき、空きサーバなどでフォーマットして返却しているが、本来の契約には含まれていない。そこで、廃棄まで含めた契約を結ぶことも考えられるが、リース契約のコストアップが見込まれる。今後、サーバ類の新規導入の際は、コストアップをできるだけ抑えた契約内容の検討が必要である。

一方で、各種インターフェースに対応するだけでなく、安全対策にも目を向けなければならない。特にタブレット端末を分解する際の安全対策は検討が急務である。近年のバッテリーは長時間使えるようになり、ユーザにとっては非常にありがたい反面、エネルギー密度が非常に高くなっているため、万一、バッテリーの内部に届く傷をつけてしまうと発火事故を引き起こす可能性がある。分解中の発火事故によりケガをしないような対策が望まれる。

最後に、廃棄手順はこれで完成ということはない。今後も、PDCA サイクルを回しながら廃棄手順を見直していく必要があるだろう。

謝辞

本稿で紹介したハードディスクや USB メモリの廃棄に際し、熊本高専八代キャンパス技術・教育支援センター技術長 吉田修様をはじめ、技術センター職員の皆様に技術相談や廃棄作業など多大なるご協力をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

(平成 29 年 9 月 25 日受付)

(平成 29 年 12 月 6 日受理)

参考文献

- (1) 「USBGroovy HDD 簡単接続セット」, 株式会社タイムリー社ホームページ, <http://groovy.ne.jp/products/hddset/> (平成 29 年 9 月 25 日閲覧)
- (2) 「ハードディスク消去ツール wipe-out」, <http://www.wheel.gr.jp/~dai/software/wipe-out/> (平成 29 年 9 月 25 日閲覧)
- (3) 「リペアツール Pro Tech Toolkit」, iFixit 社ホームページ, <https://jp.ifixit.com/> (平成 29 年 9 月 25 日閲覧)