

テープドライブの操作方法

このドキュメントでは、`mt`コマンドと`tar`コマンドを用いたテープドライブの使用方法について説明します。

1. テープドライブの操作に使用するコマンド

テープドライブの操作は、主に`mt`と`tar`コマンドを用いて行います。

`mt`コマンドは、テープのヘッド位置の確認、早送りや巻き戻しといったテープドライブの操作に用います。
`tar`コマンドは、テープへの書き込みやテープからのデータの復元、データ内容の確認といった操作に用います。

2. テープドライブ操作の概念

テープドライブの操作はカセットテープの操作に似ており、先頭部分から順番にデータを書き込まれ、データを読み出す際には頭出しが必要になります。
DVDやCD等とは使い方が異なりマウントすることなく操作を行います。

カセットテープと違う点はテープにマークが置かれるということです。
1本のテープの冒頭の部分にはBOT (Beginning of Tape) のマークが、
そして、1回のバックアップ毎にそのバックアップデータの最後の部分にEOF (End of File) というマークが自動的に置かれます。

テープのどの位置にどのデータを書き込んだかを把握しておくことは、
上書きによるデータの消失を防ぐため、またデータの復元時の頭出しのためにも必要となりますので、
必ずラベルやノートなどに記録しておいて下さい。
操作を誤るとデータを消してしまう可能性がありますので十分に注意して操作してください。

テープでバックアップを行う際には、操作ミスによるデータの消去を防ぐために次の3点が重要となります。

- A. テープのどの位置にどのデータがあるのかをしっかりと把握すること。
- B. テープのヘッド部分がどこにあるのかを把握してから書き込みを行うこと。
 - * 同じテープにデータを書き足す場合は、既にかき込まれているデータの最後からの書き足しが基本です。バックアップデータの途中から書き足してしまうと、それ以降のデータが消去されますので注意してください。
- C. データの復元には`tar`コマンドを使用しますので、通常の`tar.gz`ファイルを展開するときと同様に既にあるファイルへの上書きに注意する必要があります。

2.1 テープデバイス

テープのデバイスファイルには、`/dev/st0`と`/dev/nst0`の二つがあります。

デバイスとして`/dev/st0`を使った場合、書き込みを行った後に巻き戻しが行われますが、`/dev/nst0`では巻き戻しは行われず、次のファイルを書き込み可能な位置にヘッドが移動します。

このドキュメントでは、1つのテープに複数のバックアップデータを書き込むことを想定して`/dev/nst0`を使用します。

`mt`のコマンドを実行する場合、"`mt -f /dev/nst0`" のようにデバイスを指定する必要がありますが、環境変数`TAPE`を `/dev/nst0`に設定する、または`/dev/nst0`から `/dev/tape1`にシンボリックリンクを張ることにより、"`-f /dev/nst0`"の記述を省略できます。
このドキュメントでは、以下の例のように環境変数を設定し、"`-f /dev/nst0`" を省略して記述します。
また、`tar`コマンドを実行する場合は `/dev/nst0` の指定が必要となります。

例) 環境変数の設定

--bashの場合

```
[root@n100 root]# export TAPE=/dev/nst0
```

--cshの場合

```
[root@n100 ~]# setenv TAPE /dev/nst0
```

2.2 テープドライブのヘッドの位置について

安全にバックアップをとるためには、ヘッドの位置を常に把握している必要があります。
3つのバックアップデータが既書き込まれているテープを例に挙げてヘッドの位置について説明します。

下図は、左端がテープの冒頭部分であり、右方向に向かってデータ (backup_0~backup_2) が順に書き込まれているテープの略図です。

```
|--backup_0--: |--backup_1--: |--backup_2--: |  
BOT          : EOF          : EOF          : EOF=EOD
```

BOT---テープの冒頭部分 (Beginning of Tape)
EOF---各バックアップデータ毎の終端マーク (End of File)
EOD---一番最後に書き込まれているデータのEOF=End of Data)
": " --- 各バックアップデータ末尾にあるEOFの直前部分 (各バックアップデータの最後の部分)

テープドライブのヘッドが停止する可能性のある場所は、この4つのうちのどれかになります。

2.3 ヘッドの位置の確認と操作

3つのバックアップデータが既書き込まれているテープを例に、ヘッドの位置の確認と操作方法を説明します。

mtに status のオプションをつけてテープの現在の状況を確認します。
(下の例では、"mt rewind"というコマンドを実行し、テープの冒頭まで巻き戻してから実行しています。)

```
[root@n100 root]# mt rewind  
[root@n100 root]# mt status  
SCSI 2 tape drive:  
File number=0, block number=0, partition=0.  
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).  
Soft error count since last status=0  
General status bits on (41010000):  
BOT ONLINE IM_REP_EN
```

"mt status"の出力2行目のFile numberは、0から始まり、
各バックアップ毎に作られる終端マークであるEOFがある度に、1つずつ増えていきます。
バックアップしたものがファイルであるか、ディレクトリであるかに関わらず、
一回のバックアップにつき、そのバックアップデータの末尾にEOF が1つずつマークされます。
(このドキュメントの例では、File number 0はbackup_0に、File number 1はbackup_1に、
File number 2はbackup_2にあたります。)

出力の最終行には BOT と表示されます。
これは下図の●で示す通り、テープの冒頭にヘッドがあるという意味です。

```
|--backup_0--: |--backup_1--: |--backup_2--: |  
BOT          : EOF          : EOF          : EOF=EOD  
● tape head
```

BOTの次に書かれているONLINEの表示は、テープドライブが現在操作可能な状態であることを示しています。

ここで、backup_1のデータを読み込むために、一つ先のEOFに移動してみます。
mtにfsfのオプションをつけると、引数の分だけ先のEOFに進みます。

```
[root@n100 root]# mt fsf 1  
[root@n100 root]# mt status  
SCSI 2 tape drive:  
File number=1, block number=0, partition=0.  
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).  
Soft error count since last status=0  
General status bits on (81010000):  
EOF ONLINE IM_REP_EN  
  
|--backup_0--: |--backup_1--: |--backup_2--: |  
BOT          : EOF          : EOF          : EOF=EOD  
● tape head
```

ここはbackup_1が読み込み可能な位置ですので、tarコマンドを用いてbackup_1のデータを復元してみます。

```
[root@n100 root]# tar xvf /dev/nst0  
backup_1  
[root@n100 root]# mt status  
SCSI 2 tape drive:  
File number=1, block number=20, partition=0.  
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).  
Soft error count since last status=0  
General status bits on (1010000):  
ONLINE IM_REP_EN
```

statusの出力を見ると、block numberが増加しているのがわかります。
この時、テープのヘッドは下図のようにbackup_1 のEOFの直前(:)に停止しており、
statusの出力の最終行にもEOFの表示はありません。
もし、ここからヘッドを移動させないまま書き込みをすると、backup_2から後ろのデータが
消失してしまうため危険です。

```
|--backup_0--: |--backup_1--: |--backup_2--: |
BOT          : EOF          : EOF          : EOF=EOD
              ● tape head
```

そこで、backup_1の末尾にあるEOFにヘッドを移動させるため、"mt fsf 1"を実行します。

```
[root@n100 root]# mt fsf 1
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=2, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (81010000):
EOF ONLINE IM_REP_EN
```

下図で示すようにEOFに移動できましたので、ここからFile number=2であるbackup_2の
読み込みが可能となります。

```
|--backup_0--: |--backup_1--: |--backup_2--: |
BOT          : EOF          : EOF          : EOF=EOD
              ● tape head
```

さらに追加してバックアップを行う場合には、データの最後尾から書き込んでいきます。
mtコマンドにeodのオプションをつけることで、テープ内のデータの最後尾(EOD)に
ヘッドを移動することができます。

```
[root@n100 root]# mt eod
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=3, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (89010000):
EOF EOD ONLINE IM_REP_EN

|--backup_0--: |--backup_1--: |--backup_2--: |
BOT          : EOF          : EOF          : EOF=EOD
              ● tape head
```

statusの出力の最終行を見ると、EOFの次にEODと表示されています。
これで、データの最後尾に移動できたことを確認できましたので追加して書き込み可能となります。
ここで、backup_3のファイル、あるいはディレクトリをテープに書き込んでみます。
これはFile number=3のバックアップデータとなります。

```
[root@n100 root]# tar cvf /dev/nst0 backup_3
backup_3
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=4, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (81010000):
EOF ONLINE IM_REP_EN
```

ここで最終行を見ると、データの最後尾にも関わらずEODの表示はありません。
しかし、EODは"mt eod"を実行した場合や、データ最後尾のEOFから"mt fsf 1"コマンドを
実行した場合に表示されるものですので、この場合は表示されていなくても問題ありません。

backup_3を追加書き込みした結果、テープ下図のような状態になりました。

```
|--backup_0--: |--backup_1--: |--backup_2--: |--backup_3--: |
BOT          : EOF          : EOF          : EOF          : EOF=EOD
              ● tape head
```

3. テープへの書き込み

2章の<テープドライブ操作の概念>と重複する部分もありますが、ここでは新しいテープに書き込みを行う場合と、既にデータが記録済みのテープに追加して書き込む場合について説明します。

3.1 新しいテープに書き込みを行う場合

新しいテープに新規に書き込みを行う場合は、消してはいけなないデータが存在しませんのでテープをドライブに挿入し、tarコマンドを用いるだけでバックアップが可能です。

ここでは、/root/ディレクトリの下にあるbeowulfというディレクトリをバックアップします。

```
[root@n100 root]# cd /root/
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=0, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (41010000):
  BOT ONLINE IM_REP_EN
[root@n100 root]# tar cvf /dev/nst0 beowulf/
beowulf/
beowulf/takeru_1
beowulf/takeru_2
beowulf/takeru_3
```

これで書き込みが完了です。

3.2 既にデータを記録済みのテープに追加して書き込みを行う場合

既にデータが記録してあるテープに追加して書き込みを行う場合は、既存のデータを消さないためにも十分な注意が必要です。ここでは、記録済みのテープに追加して、data_1というファイルの書き込みを行います。

テープは、取り出しの際に一旦すべて巻き戻されるため、テープをドライブに挿入したときは、常にヘッドがテープの冒頭部分にある状態となります。

```
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=0, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (41010000):
  BOT ONLINE IM_REP_EN
```

テープをドライブに挿入したときの状態は下図の通りです。

```
|--beowulf--: |
BOD          : EOF=EOD
● tape head
```

したがって、"mt eod"を実行し、データの最後の部分に進んでから書き込みを行う必要があります。

```
[root@n100 root]# mt eod
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=1, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (89010000):
  EOF EOD ONLINE IM_REP_EN
```

ヘッドを移動させた後の状態を下図に示します。

```
|--beowulf--: |
BOD          : EOF=EOD
● tape head
```

最後尾に移動できましたので、tarコマンドを使用してデータを書き込みます。

```
[root@n100 root]# tar cvf /dev/nst0 data_1
data_1
```

データが書き込まれた後は、下図のような状態になります。

```
|--beowulf--: |--data_1--: |
BOD          : EOF          : EOF=EOD
```

- tape head

これで、記録済みのデータの後に追加して、データの書き込みが完了しました。

4. 書き込んだデータの確認

テープにデータを書き込んだ後は、データの内容を確認してください。
内容を確認したいデータの直前のEOFまで部分にヘッドを巻き戻し、そこでtarコマンドを使うことによりデータの内容を確認することができます。

まず、巻き戻しはmtコマンドにbsfmというオプションをつけ、引数として巻き戻す数を指定して実行します。bsfmはbsfというオプションの拡張版であり、巻き戻しを行った後、次に書き込み可能な場所まで移動する、というオプションです。
巻き戻す数というのが少々ややこしいのですが、一つ前のEOFに巻き戻す場合は"mt bsfm 2"のように巻き戻したい数+1を指定します。

ここでは、3章の例で書き込みを行ったdata_1が実際に書き込まれているかどうか確認します。
書き込んだ直後に確認を行う場合、テープのヘッドはFile number=2の直前のEOFにあるはずですので、以下のように1つ前のEOFにヘッドを移動させてから、tarコマンドにtfオプションをつけて内容を確認します。

```
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=2, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (81010000):
  EOF ONLINE IM_REP_EN
```

data_1が書き込まれた時、下図のような状態になっています。

```
|--beowulf--: |--data_1--: |
BOD          : EOF          : EOF=EOD
                • tape head
```

1つ前のEOFまでテープを巻き戻します。

```
[root@n100 root]# mt bsfm 2
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=1, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (81010000):
  EOF ONLINE IM_REP_EN
```

巻き戻された状態を下図に示します。

```
|--beowulf--: |--data_1--: |
BOD          : EOF          : EOF=EOD
                • tape head
```

ここでtarコマンドを実行すると、書き込まれたデータ内容が出力として表示されます。

```
[root@n100 root]# tar tf /dev/nst0
data_1
```

これで、data_1がFile number=1としてバックアップされていることが確認できました。

ただ、下の図のように、statusを見てみると、現在ヘッドの位置はEOFにありませんので次に書き込み、あるいは次のデータの読み込みを行う場合には、"mt fsf 1"を実行する必要があります。

```
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=1, block number=20, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (10100000):
  ONLINE IM_REP_EN
```

ヘッドは下図のように、": "にある状態です。

```
|--beowulf--: |--data_1--: |
BOD          : EOF          : EOF=EOD
                • tape head
```

"mt fsf 1"を実行し、EOFにヘッドを移動させます。

```
[root@n100 root]# mt fsf 1
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=2, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (81010000):
  EOF ONLINE IM_REP_EN
```

これで、下図のようにEOFにヘッドを移動できました。

```
|--beowulf--: |--data_1--: |
BOD          : EOF          : EOF=EOD
                • tape head
```

5. テープからのデータの復元

テープからの復元には、バックアップした単位を丸ごと復元する方法と、バックアップしたディレクトリ内の特定ファイルもしくは、特定ディレクトリのみを復元するという2種類の方法があります。tarコマンドの引数を変えるだけで、いずれの方法も選択可能です。

内容の確認をするときと同様に、復元したいデータの直前のEOFまでヘッドを巻き戻してから、tarコマンドを使ってデータを復元します。

注)テープからデータを復元する際、バックアップを取った時と同じディレクトリで復元すると上書きされてしまうので、ご注意ください。

5.1 バックアップ単位を丸ごと復元する場合

ここでは、3章で書き込みを行ったbeowulfのディレクトリを、カレントディレクトリに丸ごと復元します。

```
[root@n100 root]# tar xvf /dev/nst0
beowulf/
beowulf/takeru_1
beowulf/takeru_2
beowulf/takeru_3
```

5.2 バックアップしたディレクトリ内の特定ファイル、またはディレクトリのみを復元する場合

ここでは、上記の例にあるbeowulfディレクトリ内のtakeru_1というファイルのみ復元します。/dev/nst0の後ろに、引数として復元したいファイルを指定してください。

```
[root@n100 root]# tar xvf /dev/nst0 beowulf/takeru_1
beowulf/takeru_1
```

これでバックアップされていたデータが復元されます。

6. テープの書き込み防止タブ

テープには、データの上書きや消去を防止するためのタブがついています。タブを閉じた状態にすると書き込みができなくなり、タブを開いた状態にすると記録ができるようになりますので、テープ挿入時に確認してください。書き込み不可の状態では書き込みを試みると、以下のようなメッセージが表示されます。

```
[root@n100 root]# tar cvf /dev/nst0 backup
tar: /dev/nst0: Cannot open: Read-only file system
tar: Error is not recoverable: exiting now
```

7. テープの取り出し

mtにofflineのオプションをつけると、テープをドライブから取り出すことができます。

```
[root@n100 root]# mt offline
```

8. テープの挿入

ドライブの入口にテープがある場合は、mtにloadオプションをつけることでテープを挿入できます。

```
[root@n100 root]# mt load
```

9. データの消去

mtにeraseのオプションをつけると、テープの内容を消去できます。

```
[root@n100 root]# mt erase
```

10. 複数のテープにまたがるデータの扱い

1つのテープに収まりきらない容量のデータを書き込む場合、あるいは同じテープにデータを追加していった結果テープ容量を使い切ってしまった場合は、新たなテープにまたがっての書き込みが可能です。tarコマンドに、通常のオプションに加えてMのオプションを追加すると、複数のテープにまたがるデータの書き込みが可能となります。

Mのオプションをつけずにテープの容量を使い切ってしまった場合、以下のような表示が現れて書き込みが停止します。

```
[root@n100 beowulf]# tar cvf /dev/nst0 big_data.tgz
big_data.tgz
```

```
tar: /dev/nst0: Wrote only 0 of 10240 bytes
tar: Error is not recoverable: exiting now
```

"M"のオプションをつけると、次のように表示されます。

```
[root@n100 beowulf]# tar cvfM /dev/nst0 big_data.tgz
big_data.tgz
```

```
Prepare volume #2 for '/dev/nst0' and hit return:
```

ここで、別のターミナルから"mt offline"を実行してテープを取り出し、新たなテープをドライブに挿入します。その際、テープを正しく認識するまでは以下の例1のようにFile number=-1,block number=-1と表示され、操作ができない状態となります。この状態のまま、プロンプトの指示に従って"Enter"を押してもエラーとなり、バックアップの続きが始まらずに書き込みが終了してしまいます。必ず、File number=0、及び"BOT ONLINE"の表示が出て正しくテープが認識されたことを確認してから、元のターミナルに戻って"Enter"を押してください。"Enter"を押すとデータの続きの部分から自動的に書き込みが再開されます。

例1) 新しいテープが認識されていない状態

```
[root@n100 beowulf]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=-1, block number=-1, partition=0.
Tape block size 0 bytes. Density code 0x0 (default).
Soft error count since last status=0
General status bits on (10000):
  IM_REP_EN
```

例2) 新しいテープが認識されている状態

```
[root@n100 beowulf]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=0, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (41010000):
  BOT ONLINE IM_REP_EN
```

複数のテープにまたがるデータを復元する場合も、書き込みと同様にMオプションを加えて"tar xvfM /dev/nst0"のように実行してください。

11. 運用例

何度も繰り返すようですが、テープは操作を一つ誤るだけで、データを簡単に消失してしまいます。大切なデータを使っての書き込みや復元を実際に行う前に、適当なデータを使用して練習することをお勧めします。

間違いを減らすためにいくつか工夫をした運用例を下に挙げますので、ご参考にしてください。

ここでは、backup_20060904のようなディレクトリを作成し、テープにバックアップしたいデータをそのディレクトリにコピーして、また移動させてから、backup_20060904のディレクトリごとバックアップする、という方法を取っています。この方法は、復元する際に誤って既存のデータを上書きしてしまうことがない上に、日付の管理も可能です。

また、テープを2本用意し、それぞれのテープに隔週でローテーションさせてバックアップを取れば、なんらかの理由で片方のテープが読めなくなってしまった場合でも、最低2週間前に遡ったデータへのアクセスが可能となります。

例)

--2006年9月4日

この1週間で取り貯めたデータ (data_takeru.tgz) をテープAにバックアップする。

```
[root@n100 beowulf]# mkdir backup_20060904
[root@n100 beowulf]# cp data_takeru.tgz backup_20060904
[root@n100 beowulf]# tar cvf /dev/nst0 backup_20060904
[root@n100 beowulf]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=1, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (81010000):
 EOF ONLINE IM_REP_EN
[root@n100 beowulf]# mt rewind
[root@n100 beowulf]# tar tf /dev/nst0
backup_20060904/
backup_20060904/data_takeru.tgz
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=1, block number=339479280, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (1010000):
 ONLINE IM_REP_EN
```

block number=339479280、そしてその下の行の Tape block size 512 bytesの出力により、
 $339479280 \times 512(\text{bytes}) = 173813391360 \text{ bytes} / 1024^3 = \text{約}162\text{GB}$
のデータがテープに書き込まれたことがわかるため、ラベルに記録しておく。

+++2006年9月4日のラベル+++

テープAのFile number=0にdata_takeru.tgzをバックアップ。容量は162GB

--2006年9月11日

先週のバックアップを取ったデータに加えて、今週取ったデータ(data_nabe3.tgz)をテープBにバックアップする。

```
[root@n100 beowulf]# mkdir backup_20060911
[root@n100 beowulf]# cp data_takeru.tgz backup_20060911
[root@n100 beowulf]# cp data_nabe3.tgz backup_20060911
[root@n100 beowulf]# tar cvf /dev/nst0 backup_20060911
[root@n100 beowulf]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=1, block number=0, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (81010000):
 EOF ONLINE IM_REP_EN
[root@n100 beowulf]# mt rewind
[root@n100 beowulf]# tar tf /dev/nst0
backup_20060911/
backup_20060911/data_takeru.tgz
backup_20060911/data_nabe3.tgz
[root@n100 root]# mt status
SCSI 2 tape drive:
File number=1, block number=417299202, partition=0.
Tape block size 512 bytes. Density code 0x42 (no translation).
Soft error count since last status=0
General status bits on (1010000):
 ONLINE IM_REP_EN
```

block number=407299202 そしてその下の行の Tape block size 512 bytes により
 $407299202 \times 512(\text{bytes}) = 208537191424(\text{bytes}) / 1024^3 = \text{約}194\text{GB}$
のデータがテープに書き込まれたことがわかるため、ラベルに記録しておく。

+++2006年9月11日のラベル+++

テープBのFile number=0にdata_takeru.tgzとdata_nabe3.tgzをバックアップ。容量は194GB

そして翌週は、再びテープAを使って書き込みを行うことでうまくローテーションさせながらのバックアップが可能となります。