FreeBSD のブートローダ

を更新するには

2023 年 10 月 27 日

（株）創夢　内藤　祐一郎

ブートローダの更新は必要？

- そろそろ FreeBSD 14.0 がリリースされます
- 皆さん準備はいいですか？

ブートローダの更新は必要？

- ルートファイルシステムに ZFS を使う人も多いと思います
- ZFS が新しくなり喜び勇んで zpool upgrade すると

  新しい features が enable になり

  ブートローダ がカーネルを読めず起動できない！
- そうなる前にブートローダを更新しましょう！

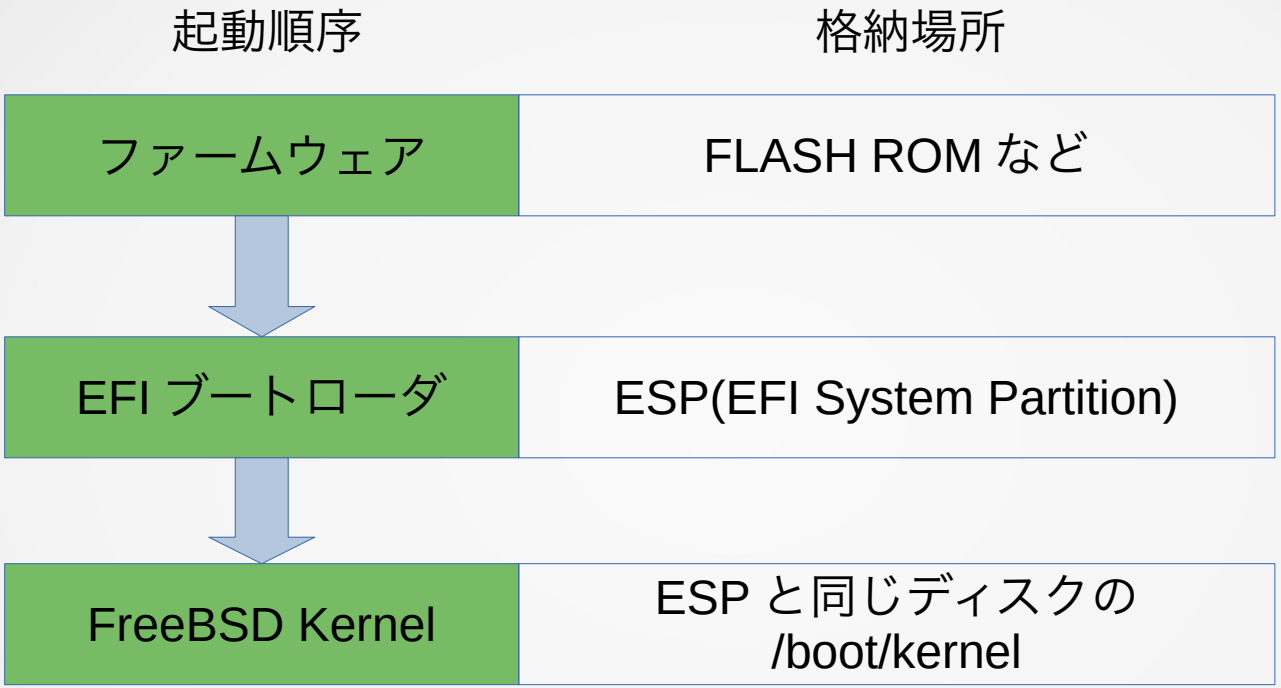
ブートローダ更新のタイミング

- 更新するには新しいブートローダのバイナリが必要です
- freebsd-update 後には /boot にあるブートローダのバイナリも更新されます
- これを然るべき場所に書き込むと更新できます
- freebsd-update 後にはブートローダも更新しましょう！

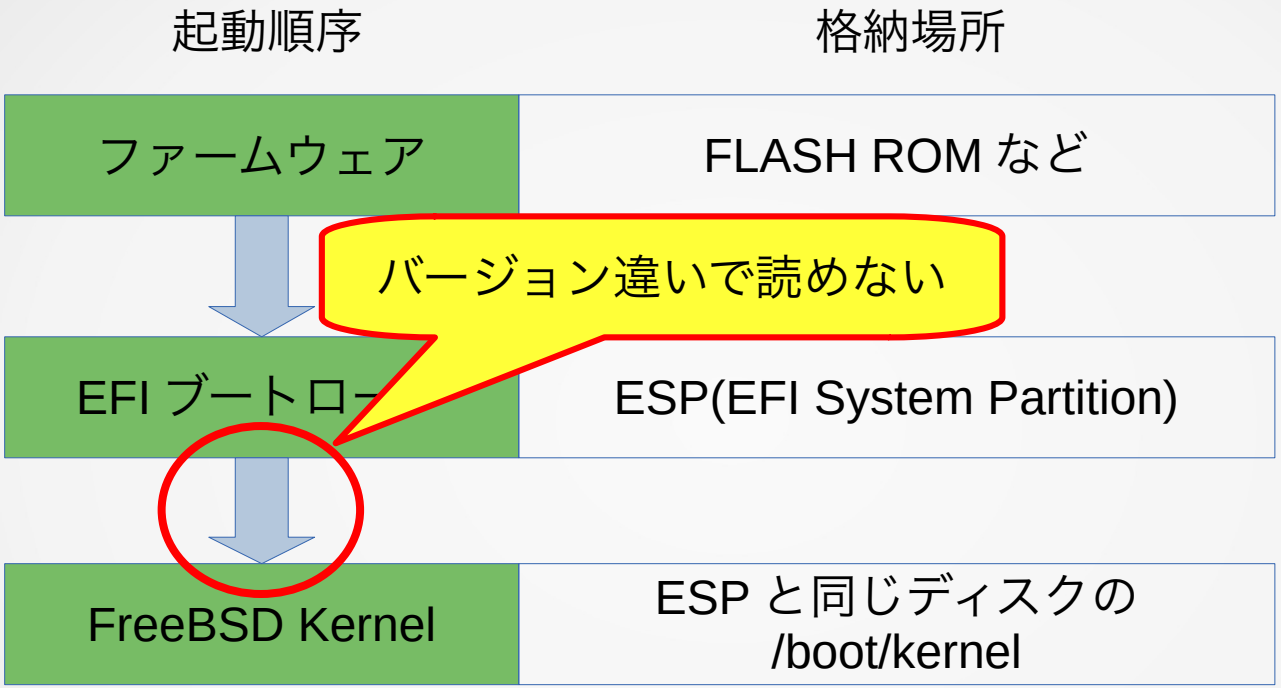
ブートローダってどこ？

- 更新するべきブートローダはどこにあるのでしょうか？
- FreeBSD のブート手順は大きく分けて３種類あります
  1. EFI 起動
  2. BIOS 起動（GPT パーティションテーブル）
  3. BIOS 起動（MBR パーティションテーブル）
- それぞれ異なるので個々に見ていきます

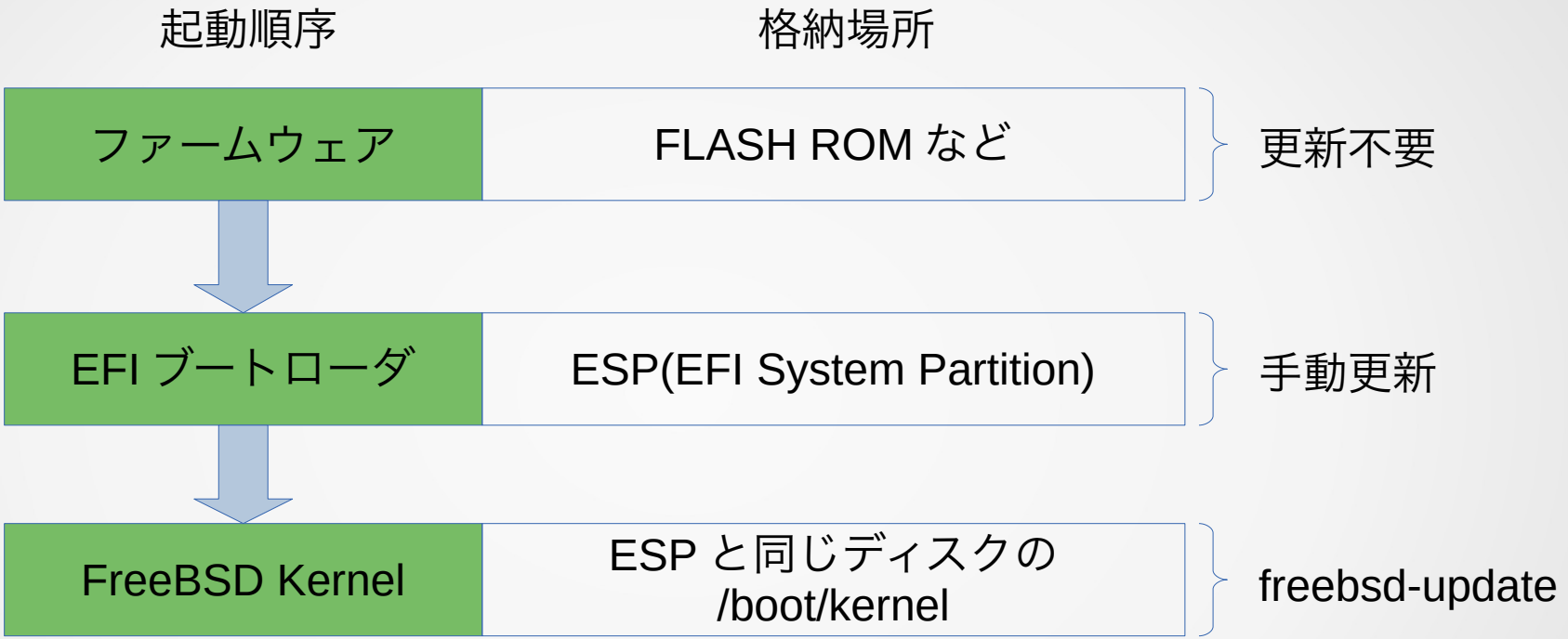
EFI 起動


起動順序
格納場所
ファームウェア
FLASH ROM など
EFI ブートローダ
ESP(EFI System Partition)
FreeBSD Kernel
ESP と同じディスクの
/boot/kernel

EFI 起動


起動順序
格納場所
ファームウェア
FLASH ROM など
バージョン違いで読めない
EFI ブートロー
ESP(EFI System Partition)
FreeBSD Kernel
ESP と同じディスクの
/boot/kernel

EFI 起動


起動順序
格納場所
ファームウェア
FLASH ROM など
更新不要
EFI ブートローダ
ESP(EFI System Partition)
手動更新
FreeBSD Kernel
ESP と同じディスクの
/boot/kernel
freebsd-update

EFI 起動

- ESP にインストールされるローダは FreeBSD のリリースバージョンにより異なります
- 厳密なブート順序もローダ毎に異なります
- ここでは比較的新しい 13.2 以降を目安に記載しました

ESP のサイズ

- FreeBSD 11.0 以前でインストールした場合、 ESP のサイズが 800KB と少なめに作成されました
- この場合、サイズが足りずにローダを更新できないため
- 新規にインストールしなおし、 ESP サイズを増やしてください

EFI ブートローダの調べ方

- 実際にどのローダを使って起動しているのか調べます
- efibootmgr(8) を root 権限で実行します
- -v オプションを付けると詳細な情報を得られます

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                    nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                    nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)


Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

次回起動時にファームウェアメニューを出すか？

```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                    nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                    nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)


Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

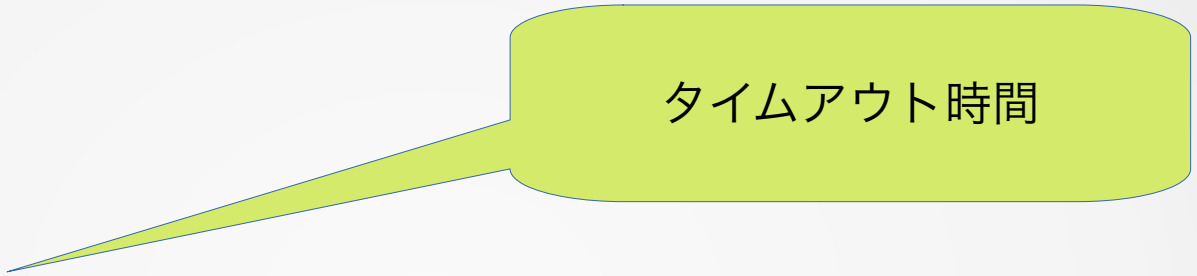
起動したローダの番号

```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                    nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                    nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)


Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

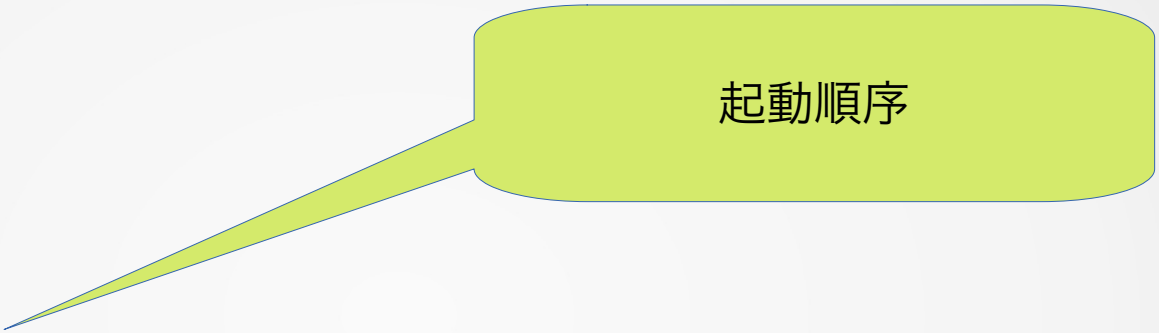



```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                    nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                    nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)


Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます




```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                  nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                  nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)


Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

0000 番ローダのあるパーティションとファイル名

```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                  nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                  nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)


Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

FreeBSD カーネルが認識しているファイル名

```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                  nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                  nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)

Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

0001 番ローダのあるパーティションとファイル名

```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f9     0615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                  nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI (null)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11ee-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                  nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)


Unreferenced Variables:
```

EFI ブートローダの調べ方

- 実際の出力例を元にみていきます

```
# efibootmgr -v
Boot to FW : false
BootCurrent: 0000
Timeout    : 1 seconds
BootOrder  : 0000, 0001
+Boot0000* FreeBSD HD(1,GPT,be154a0d-4549-11e      )3-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
                  nda0p1:/EFI/FREEBSD/LOADER.EFI     ull)
 Boot0001* UEFI OS HD(1,GPT,be154a0d-4549-11     e-8f93-80615f0ec656,0x40,0x82000)/
File(\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI)
                  nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI (null)

Unreferenced Variables:
```

FreeBSD カーネルが認識しているファイル名

EFI ブートローダの調べ方

- この例では 0000 番から起動しているため
- nda0p1 パーティションにある
  - /EFI/FREEBSD/LOADER.EFI
- を更新すれば良いことが分かります

EFI ブートローダの調べ方

- 実はこのディスクは普通に FreeBSD のインストーラでインストールしたものです
- FreeBSD のインストーラは /EFI/BOOT/BOOTX64.EFI にも同じバイナリをインストールします

EFI ブートローダの更新

- nda0p1 をマウントしてみて、 BOOTX64.EFI と LOADER.EFI が同じものであれば、両方とも更新しておくと安全です
- なお、 FreeBSD 14.0 から nvme ディスクのデバイス名が nvd から nda 変わります

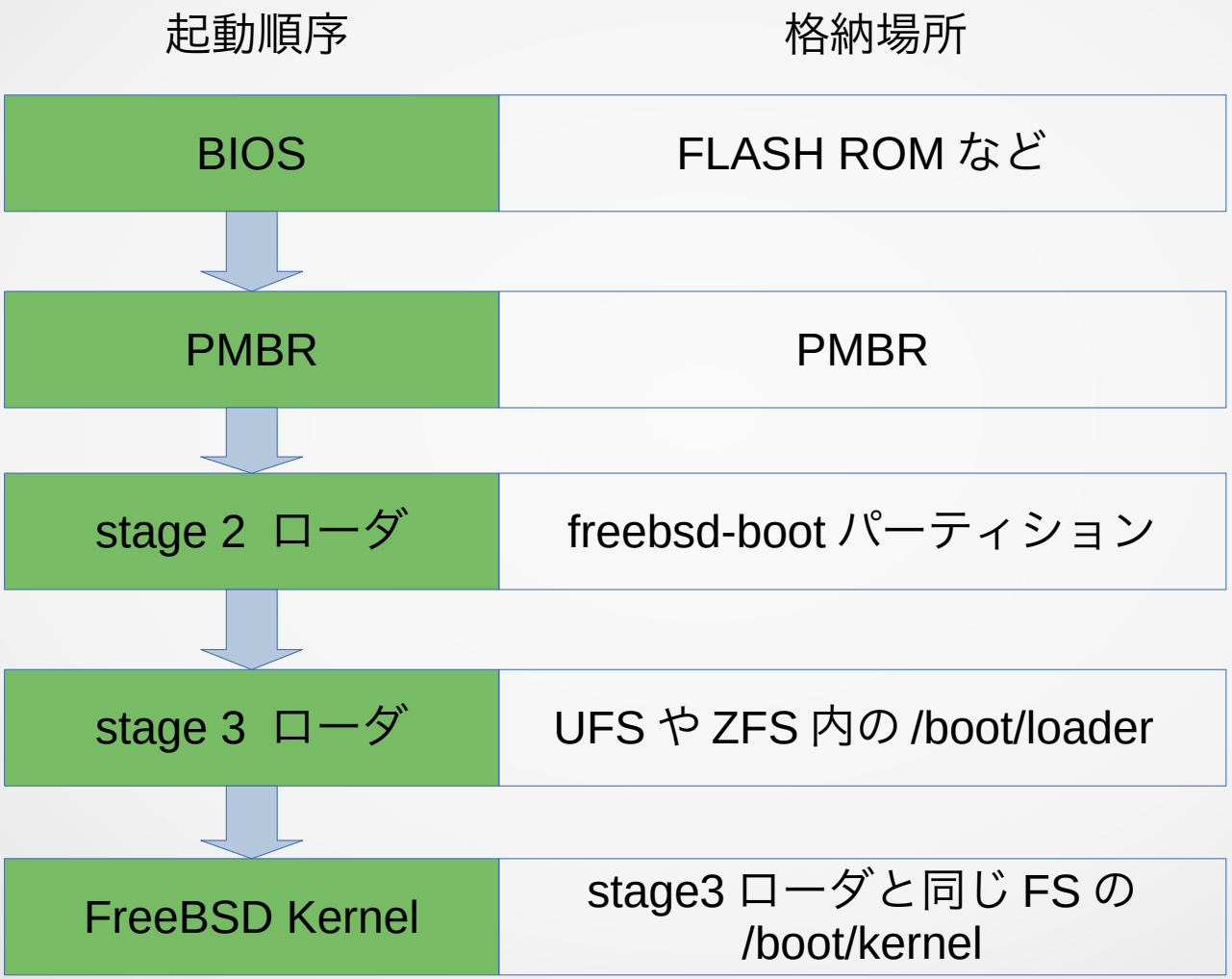
EFI ブートローダの更新

- ブートローダのバイナリは /boot/loader.efi にあります
- freebsd-update を行うとこのファイルも新しくなります
- 先ほどのブートローダを /boot/loader.efi で上書きします
- なお、 loader.efi は同じバイナリで UFS, ZFS の両方を読み込むことができます

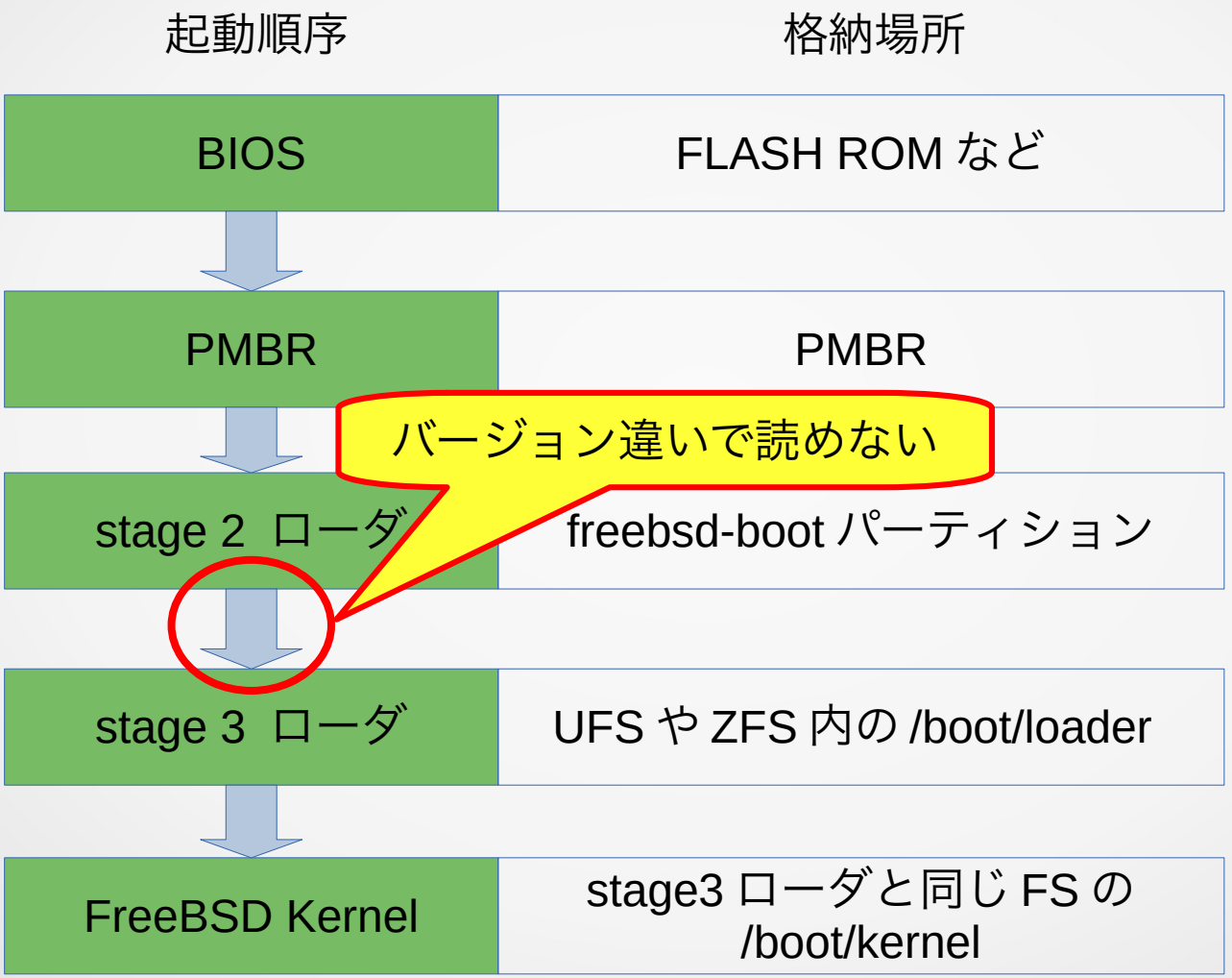
EFI ブートローダの更新

- ESP を /boot/efi にマウントします
  - mount_msdosfs /dev/nda0p1 /boot/efi
- 次のコマンドで上書きします
  - cp -p /boot/loader.efi /boot/efi/efi/freebsd/loader.efi
  - cp -p /boot/loader.efi /boot/efi/efi/boot/bootx64.efi

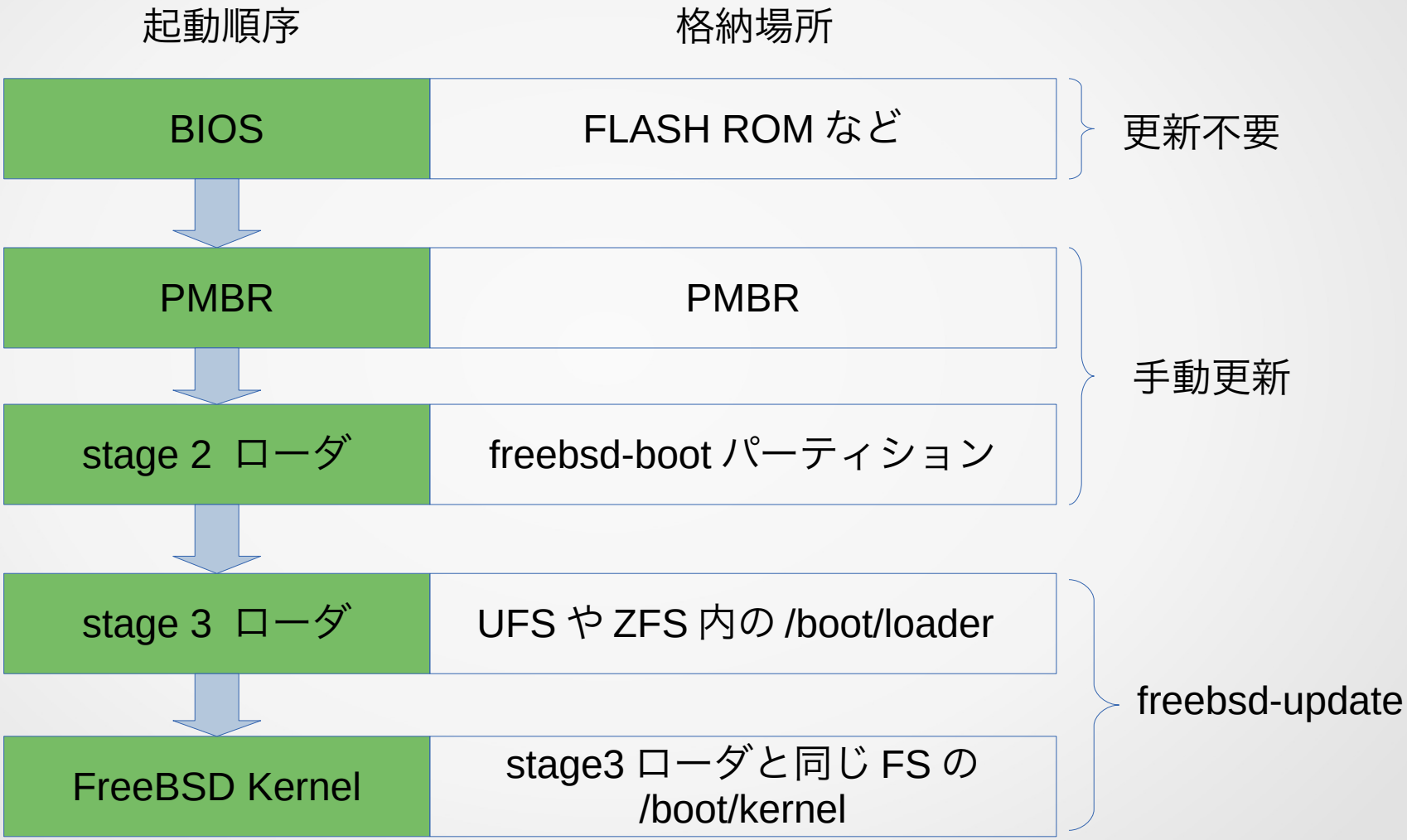
BIOS 起動（GPT の場合）



BIOS 起動（GPT の場合）



BIOS 起動（GPT の場合）



PMBR のブートコード更新

- GPT の場合、 /boot/pmbr が FreeBSD のインストーラによって書き込まれています
- これを gpart bootcode コマンドで更新します
- 起動ディスクが da0 の場合
  - gpart bootcode -b /boot/pmbr da0
- を root 権限で実行します

stage2 ローダの探し方

- gpart(8) で freebsd-boot パーティションを探します
- gpart show < 起動ディスク > で起動ディスクの情報を得られます

stage2 ローダの例

- 起動ディスクが da0 の場合
- gpart show da0 の例は次の通りです

```
$ gpart show da0
=>      40  41942960  da0  GPT  (20G)
        40      1024    1  freebsd-boot  (512K)
      1064  39844864    2  freebsd-zfs  (19G)
  39845928   2097072    3  freebsd-swap  (1.0G)
```

- この例では da0 の 1 番目に freebsd-boot があります

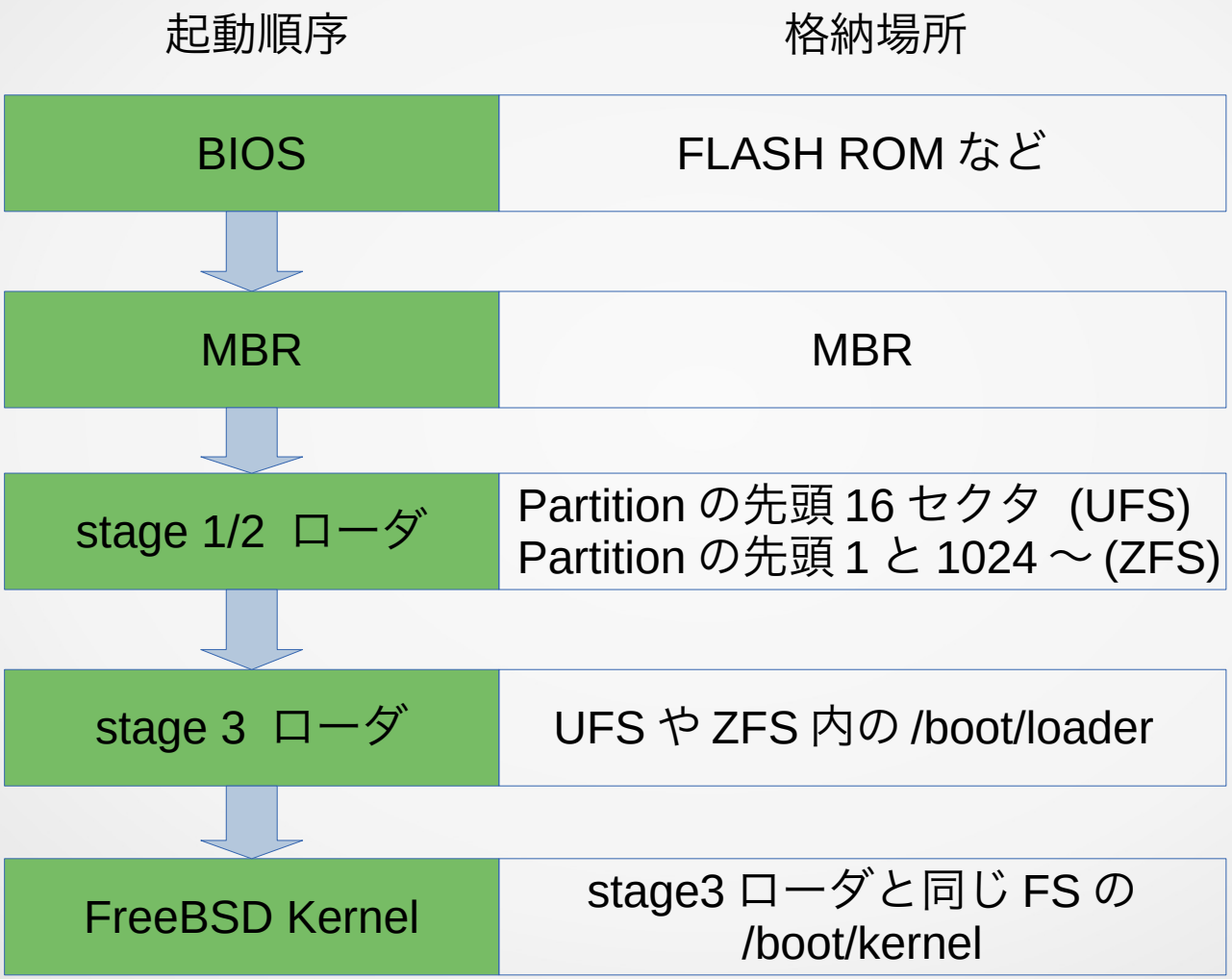
stage2 ローダのバイナリ

- 使用するブートローダのバイナリは次の通りです
  - 読み込む stage3 ローダが UFS の中にある場合
    - /boot/gptboot
  - 読み込む stage3 ローダが ZFS の中にある場合
    - /boot/gptzfsboot

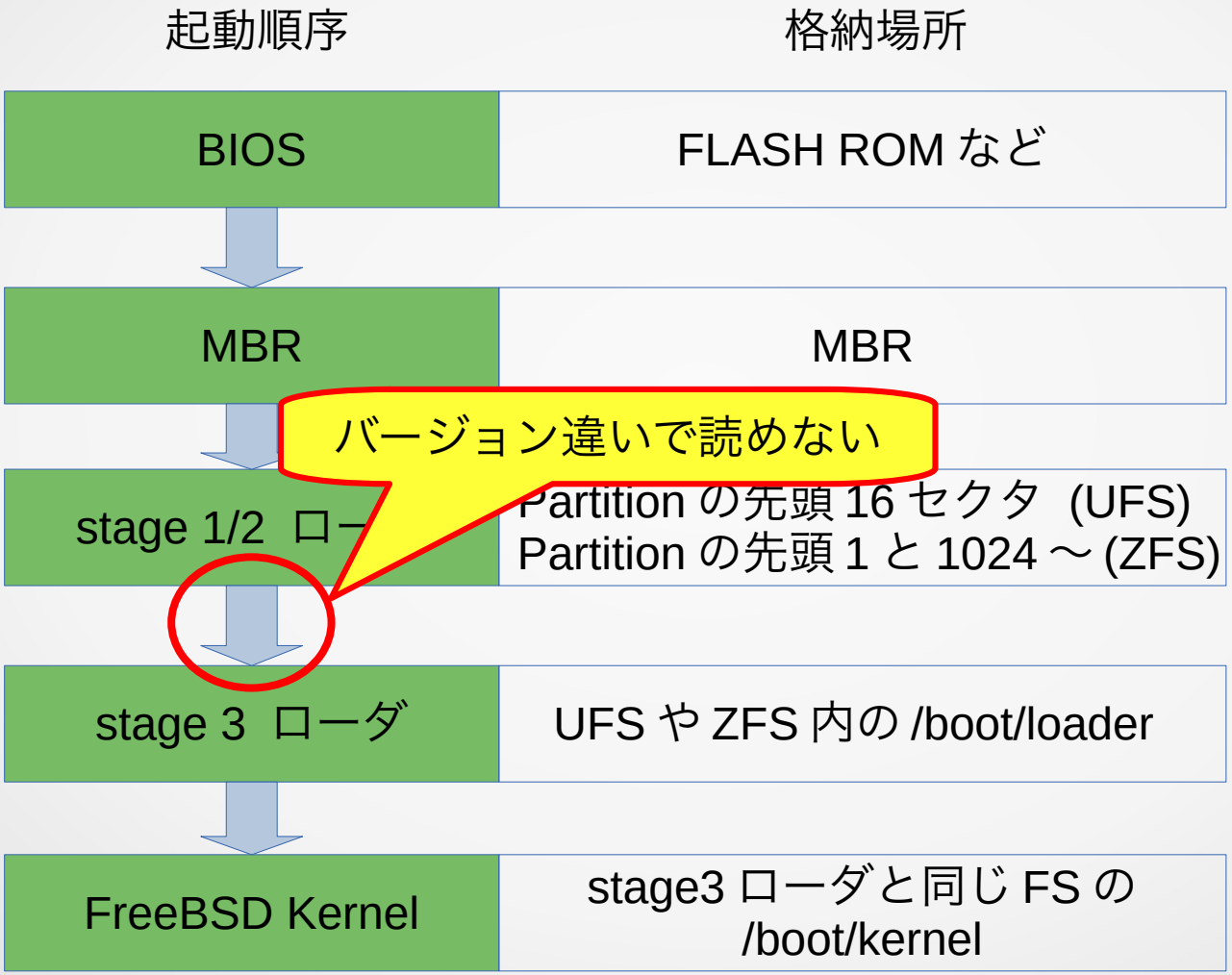
stage2 ローダの更新

- gpart bootcode コマンドでローダバイナリを書き込みます
- 先ほど freebsd-boot が da0 の 1 番目にあったので
  - UFS の場合
    - gpart bootcode -p /boot/gptboot -i 1 da0
  - ZFS の場合
    - gpart bootcode -p /boot/gptzfsboot -i 1 da0
- を root 権限で実行します

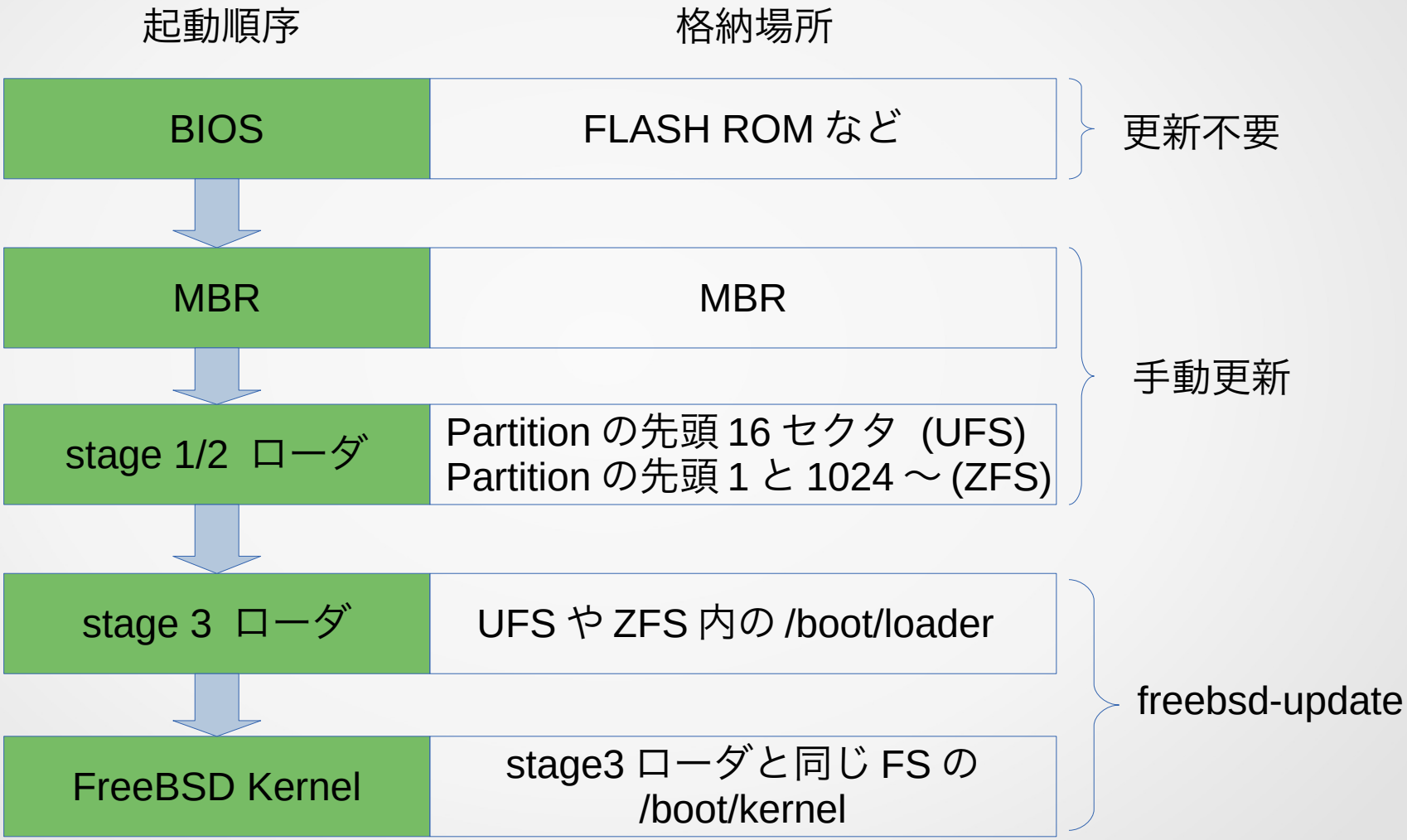
BIOS ブート（MBR の場合）



BIOS ブート（MBR の場合）



BIOS ブート（MBR の場合）



MBR のブートコード

- MBR の場合、以下のいずれかが使用されます
  - VGA コンソールの場合
    - /boot/boot0
  - シリアルコンソールの場合
    - /boot/boot0sio

MBR の更新

- 起動ディスクが da0 の場合
  - VGA コンソールの場合
    - gpart bootcode -b /boot/boot0 da0
  - シリアルコンソールの場合
    - gpart bootcode -b /boot/boot0sio da0
- を root 権限で実行します

stage1/2 ローダの更新（UFS）

- UFS 用のブートローダバイナリは /boot/boot です
- stage3 ローダのあるパーティションが da0s1 の場合
  - gpart -b /boot/boot da0s1
- を root 権限で実行します

stage1/2 ローダの更新（ZFS）

- ZFS 用のブートローダの更新には dd コマンドを使います
- /boot/zfsboot を先頭セクタと 1024 セクタ以後の二つに分けて書き込みます

stage1/2 ローダの更新（ZFS）

- zfsboot(8) には GEOM にデバッグモードを宣言し、プロテクションを回避しとありますが、
  - sysctl kern.geom.debugflags=0x10
- を root 権限で実行しても zfs 側で使用中のプールへの書き込みを拒否されます

stage1/2 ローダの更新（ZFS）

- そのため、新しいブートローダのある CD-ROM や USB メモリから起動して書き換える必要があります

stage1/2 ローダの更新（ZFS）

- stage3 ローダのあるパーティションが da0s1 の場合
  - dd if=/boot/zfsboot of=/dev/da0s1 count=1
  - dd if=/boot/zfsboot of=/dev/da0s1 iseek=1 oseek=1024
- を root 権限で実行します

その他

- 以上でブートローダの更新は完了です
- 次に小ネタを紹介します

boot1.efi の今

- EFI 起動における boot1.efi は使われなくなりました
- boot1.efi が最初に見つけたディスクから起動するので、どの ESP から起動しても必ず同じディスクから起動します
- 複数ディスクからマルチブートする用途に使いにくいためです
- loader.efi は自分自身が起動されたディスクから stage3 ローダを探します

EFI マルチディスクブート

- efibootmgr(8) は次に起動するローダを変更できます
- 複数ディスクに異なる OS を入れておき、

  それぞれに ESP があり、

  その中に各 OS 用のローダがあるとします

EFI マルチディスクブート

- 例えば次のような場合です

Boot to FW : false
BootCurrent: 0001
Timeout : 1 seconds
BootOrder : 0001, 0006, 0007
+Boot0001* FreeBSD VenHw(99e275e7-75a0-4b37-a2e6-c5385e6c00cb)
HD(1,GPT,ac04ea97-6aab-11ed-9e31-a0369ff5ab80,0x28,0x82000)/
File(\EFI\FREEBSD\LOADER.EFI)
nda0p1:/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI /boot/efi//EFI/BOOT/BOOTX64.EFI
Boot0006* VMware ESXi HD(1,GPT,bdcebf96-40dc-4f76-8575-81563bb0ffc1,0x40,0x32000)/
File(\EFI\VMWARE\SAFEBOOT64.EFI)
nda1p1:/EFI/VMWARE/SAFEBOOT64.EFI (null)
Boot0007* debian HD(1,GPT,3cecec0d-1fe9-47f5-9090-ef542be84fc2,0x800,0x100000)/
File(\EFI\DEBIAN\SHIMX64.EFI)
ada0p1:/EFI/DEBIAN/SHIMX64.EFI (null)

EFI マルチディスクブート

- 次に ESXi を起動したいならば、

  0006 番のローダから起動すればよいので、

  以下のコマンドを root 権限で実行します

  - efibootmgr -n -b 0006
- リブートすると ESXi が立ち上がります

EFI マルチディスクブート

- ESXi をシャットダウンした後は BootOrder に従い再び FreeBSD が起動します

まとめ

- EFI ブートと BIOS ブートではローダの書き込まれている場所が異なります
- 更新するブートローダの場所を正しく把握しましょう
- ブートの詳細についてはこちらに詳しく書かれていました
- https://qiita.com/mzaki/items/76acac14c16ac6789e68