



The NetBSD Project
"Of course it runs NetBSD"



OSC 2012 愛媛

日本HPさん いつもOSC協賛 今年も勝手に ありがとう企画

「NetBSD移植 いまむかし」

Izumi Tsutsui
tsutsui@NetBSD.org

NetBSDの“Ports”

- *"Of course it runs NetBSD"*
……サポートする「機種」のこと
- **現状のPort数： だいたい55～58くらい？**

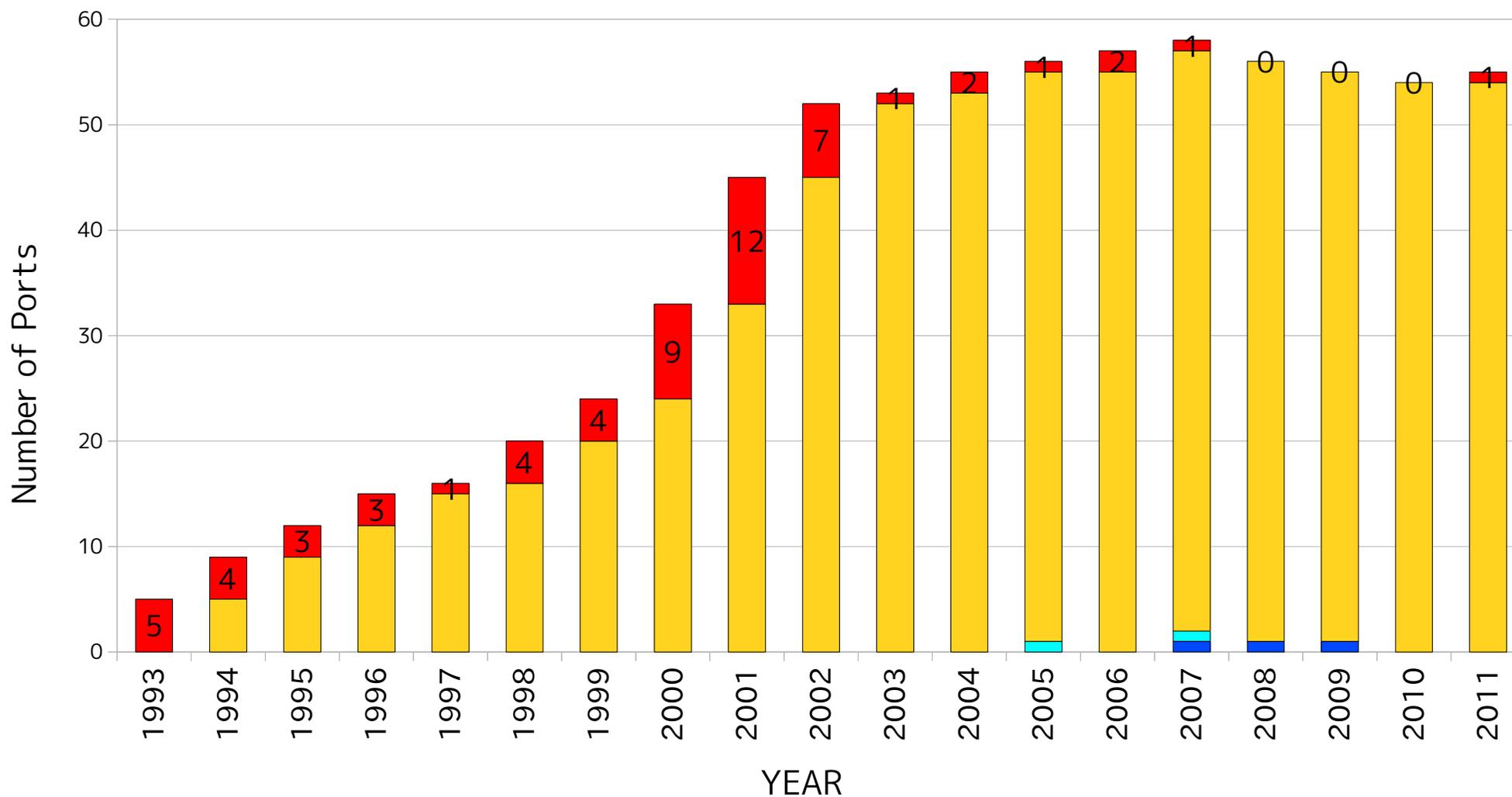
acorn26 acorn32 algor alpha amd64 amiga amigappc arc atari
bebox cats cesfic cobalt dreamcast emips evbarm evbmips
evbppc evbsh3 ews4800mips hp300 hp700 hpcarm hpcmips
hpcsh i386 ia64 ibmnws iyonix landisk luna68k mac68k
macppc mipsco mmeye mvme68k mvmeppc netwinder news68k
newsmips next68k ofppc pmax prep rs6000 sandpoint sbmips
sgimips shark sparcsparc64 sun2 sun3 sun68k vax x68k xen
zaurus

<http://www.NetBSD.org/ports/>

NetBSDポート数の推移

NetBSD ports

removed merged kept added



なぜNetBSDは謎マシンを(略

- ・一言では言い表せない様々な要因
 - ・ 4.3BSD～4.4BSDの開発の歴史
 - ・ ユーザーと開発者の熱い(?)こだわり
 - ・ ハードウェアベンダーの栄枯
……それぞれの絶妙な連携の結果

4.3 BSD

- ・ BSDの祖先 1986年6月リリース
- ・ 4BSD～4.2BSDに続くリリース
- ・ DEC VAXがターゲット
 - ……仮想記憶システム設計もVAX依存
 - ・ メモリは高価で少ない
 - ・ ストレージ(HDD)は比較的速い
 - という前提 (1979年頃の設計)

4.3BSD NET2 ~ 4.4BSD

- ・ 複数アーキテクチャサポートの始まり
 - ・ HP9000/300等の多機種サポート
他に i386, sparc, pmax, news3400 等々
- ・ 仮想記憶機構の再設計
VAX依存を排除し、各種のマシンに適用
- ・ デバイス検出機構の再設計
bus階層によるデバイス構成の抽象化

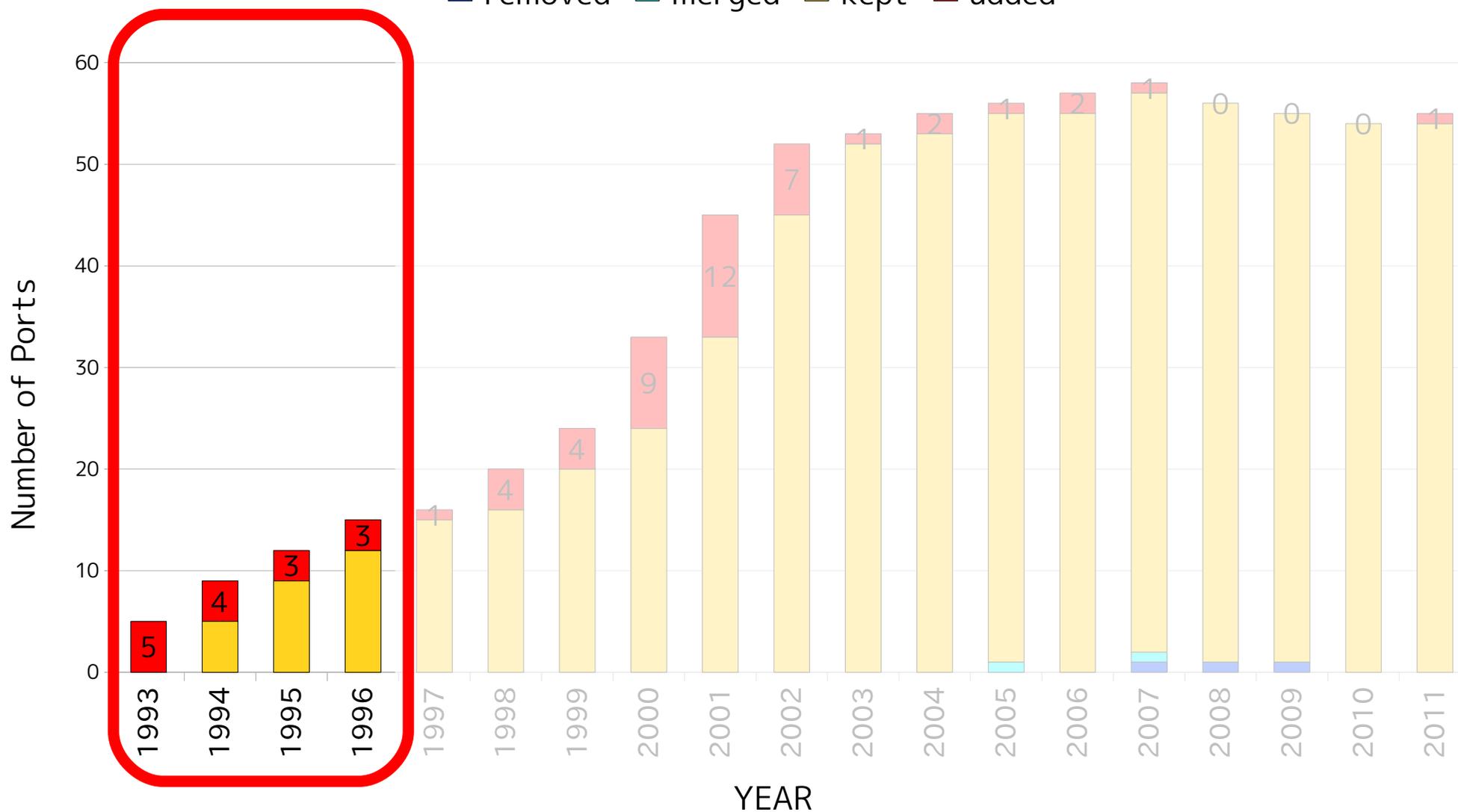
386BSD

- ・ すべてはここから始まった
 - ・ PC版UNIX ……4.3BSD NET2ベース
 - ・ 複数の“パッチキット”作成グループ
 - ・ 「PCに特化して性能向上させるぜ」派
⇒ FreeBSD へ
 - ・ 「4.xBSDを生かして設計にこだわるぜ」派
⇒ NetBSD へ

NetBSD移植黎明期

NetBSD ports

removed merged kept added

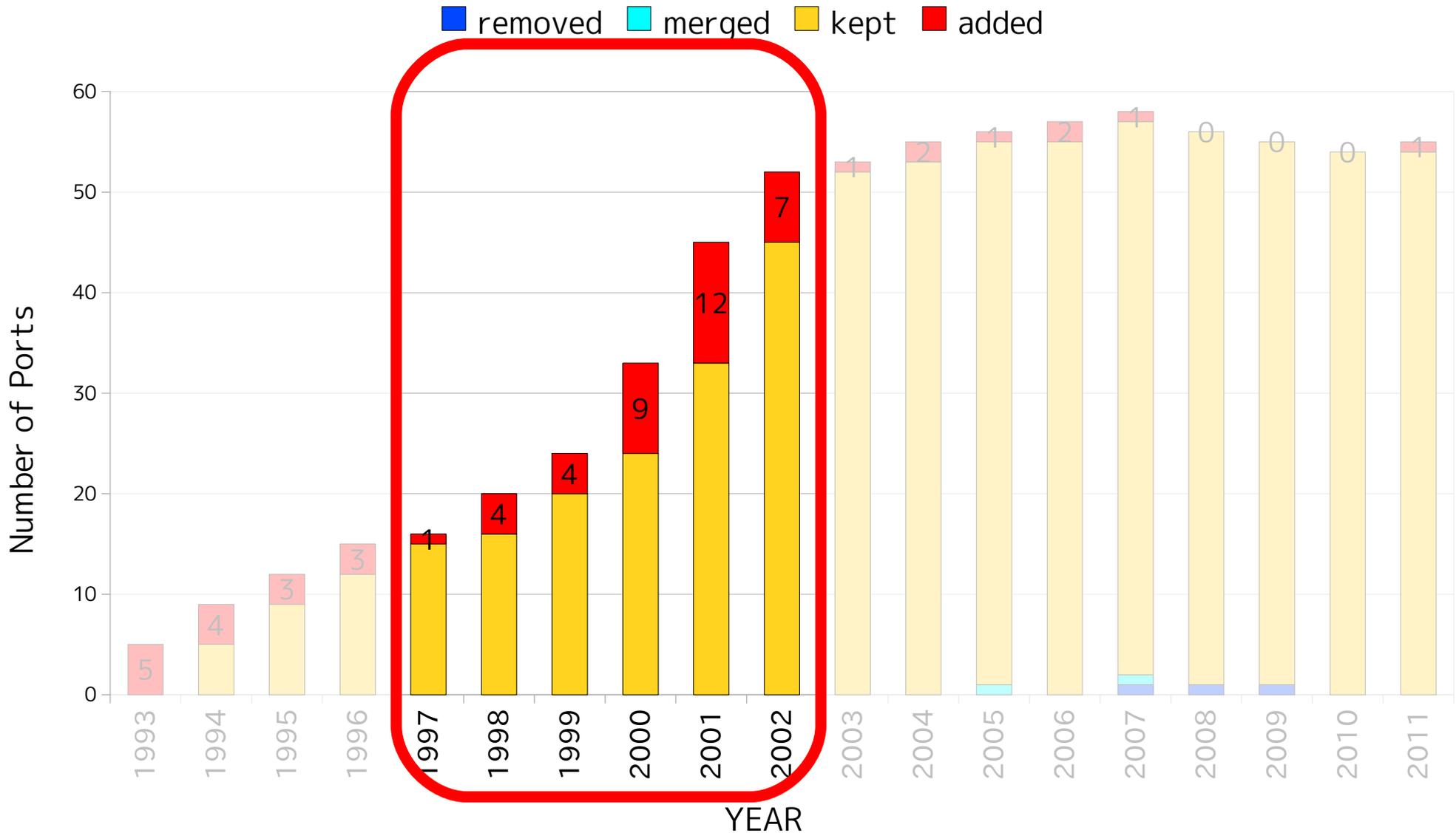


NetBSD移植黎明期

- ・ それぞれの熱い思いの集結
 - ・ 386BSD, 4.xBSDベース組
i386, hp300, sparc, pmax, vax ...
 - ・ 大学および企業の研究開発成果組
pc532, sun3, alpha, mvme68k ...
 - ・ 「俺のマシンでUNIX動かすぜ」組
amiga, mac68k, atari, arm32, x68k 

NetBSD移植バブル期

NetBSD ports



NetBSD移植バブル背景

- ・ すべては必然？
 - ・ 移植成果によるカーネルAPIの整備
bus_space, bus_dma, wscons, newconfig
等々の機種に依存しないデバイス実装
 - ・ 独自ベンダーH/Wの隆盛と淘汰
PC以外のマシンもそこそこ入手可能に
「……このマシンでもNetBSD動くんじゃね？」

NetBSD移植バブル(1)

- ・ 1997年

bebox 

- ・ 1998年

newsmips  macppc  next68k sparc64

- ・ 1999年

mmeye  evbsh3 

hpcmips  news68k 

NetBSD移植バブル(2)

- ・ 2000年

luna68k  arc  prep  cobalt
amigappc arm26 sgimips mipsco
dreamcast

- ・ 2001年

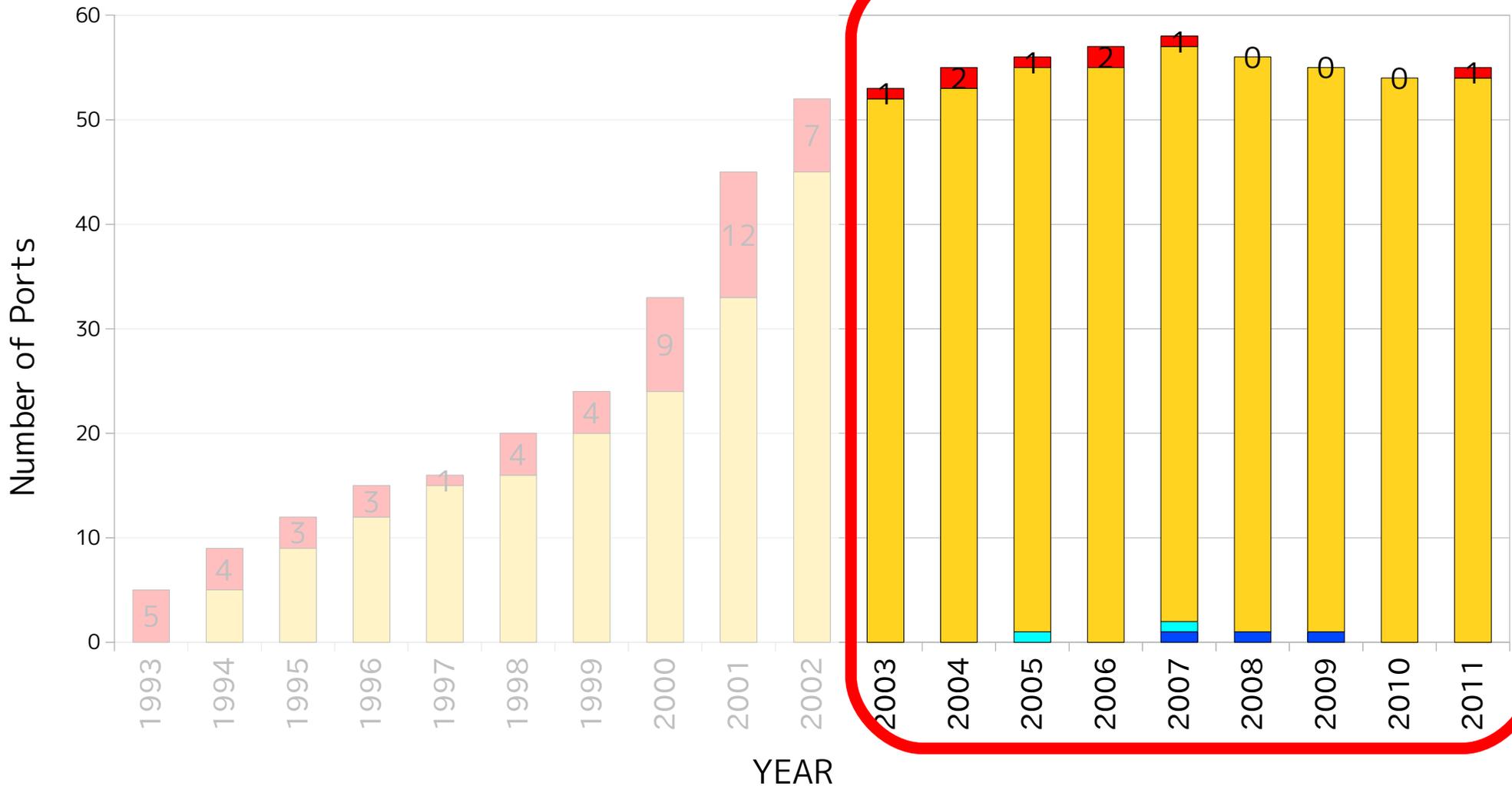
hpcsh  sandpoint hpcarm  netwinder
sun2 cesfic algor cats evbppc amd64
playstation2  evbarm



NetBSD移植バブル崩壊？

NetBSD ports

■ removed ■ merged ■ kept ■ added



バブル崩壊要因

- ・ ネタ切れ
 - ・ できそうなマシンにはほぼ移植
 - ・ 残ってるブツもH/W仕様がわからん
NetBSDが動くのが当たり前になると、
だんだんH/W調査が苦痛に
 - ・ 新しいマシンも出てこない
世の中皆PCに。独自H/WはSunとHPのみ？

NetBSD移植バブル後

- ・ 2003～2011年 追加ポート

ibmnws xen iyonix ewa4800mips landisk
zaurus rs6000 emips

- ・ 別ポートにマージされたポート

xen → i386 および amd64 の一部に
pmppc → evbppc に統合

- ・ 削除されたポート

evbsh5 pc532 playstation2

……toolchain問題が解決できず

NetBSD組み込み時代

- ・ 移植マシンネタ切れに代わる主役
 - ・ 組み込みマイコンの高機能化
evbsh3, evbppc, evbmips, evbarm
→ 各種組み込み用CPUの評価用ボード
(evaluation board)へのポート
 - ・ ARM流行による隠れ移植バブル
実は evbarm の下はすごいことに

NetBSD/evbarm サポート機種

- ・ ざっとこれだけあります

ADI_BRH ARMADILLO210 ARMADILLO9 BEAGLEBOARD
CP3100 DEVKIT8000 DNS323 GEMINI GUMSTIX HDL_G
IGEPV2 IMX31LITE INTEGRATOR IQ31244 IQ80310
IQ80321 IXDP425 IXM1200 KUROBOX_PRO LUBBOCK
MARVELL_NAS MINI2440 MMNET_GENERIC
MPCSA_GENERIC MV2120 NAPPI NETWALKER NSLU2
OSK5912 OVERO SHEEVAPLUG SMDK2410 SMDK2800
TEAMASA_NPWR TEAMASA_NPWR_FC TISDP2420
TISDP2430 TOASTER TS7200 TWINTAIL VIPER ZAO425

NetBSD/evbarm 隠れport

・ 評価用ボード？

- ・ TOASTER : NetBSDトースター
- ・ HDL_G : I-O DATA GigaLANDISK
- ・ KUROBOX_PRO : 玄箱PRO
- ・ SHEEVAPLUG : 玄柴？
- ・ MARVELL_NAS : NAS全般？？
- ・ NETWALKER : 目のつけどころが？？？

→組み込み用CPUだと周辺デバイスも内蔵で
評価ボードも製品もあまり変わらなかつたり



How to port NetBSD?

- ・ 「NetBSDの移植」とは
 - ・ 移植ってそんなに簡単なの？
あまり中身を語る人っていませんよね
 - ・ そもそも何が必要なの？
黒魔術なのかなんなのか

NetBSD移植 何が必要？

- ・ 基本的にはこの3つ？

(1) クロスコンパイラ (toolchain)

(2) カーネル起動方法 (読み込みと実行)

(3) ハードウェア情報 (CPU、デバイス他)

(1)クロスコンパイラ

- ・ いわゆるブートストラップ

- ・ セルフコンパイラ とは

バイナリを作るホスト = バイナリを実行するホスト

- ・ クロスコンパイラ とは

バイナリを作るホスト \neq バイナリを実行するホスト

今から移植するマシンはまだ動いてない

→クロスコンパイラ必須

(2)カーネル起動方法

- ・ 見落としがちだけど最重要課題
 - ・ どうやってカーネルを実行するのか
カーネル作っても実行できなきゃ意味なし
 - ・ 誰がカーネルをロードするのか
いわゆる BIOS とか ROMモニタ とか
全然NetBSD関係なかったり

(3)ハードウェア情報

- ・ 最低限これくらいは必要
 - ・ メモリマップ：RAMやデバイスの配置
 - ・ 割り込み： 割り込みコントローラ含む
 - ・ 各種デバイス仕様
 - ・ シリアルポート（コンソール用に必須）
 - ・ インターバルタイマ
 - ・ ネットワーク
 - ・ 各種ストレージ（HDD, CD-ROM etc.） 等々

NetBSD/news68kへの道

- ・移植バブル期「むかし」の例



NetBSD/news68k への道

NE

[NetBSD/news68k](http://www.ceres.dti.ne.jp/tsutsui/netbsd/port-news68k.html) の可能性を探るページです。

<http://www.ceres.dti.ne.jp/tsutsui/netbsd/port-news68k.html>

NetBSD/news68k 課題(1)

- ・ クロスコンパイラ
 - ・ クロスビルドサポートは NetBSD 1.6 以降
 - ・ 当時は NetBSD 1.4 が出た頃
 - gcc, binutils の野良ビルドと
make 起動スクリプトで対応
(すでに sun3 や macppc で経験あり)

NetBSD/news68k 課題(2)

- ・ カーネル起動方法
 - ・ 「ブートローダを書く」とかやってらんない
 - ・ とりあえず NEWS-OS のブートローダを流用
 - ・ NetBSDカーネルをNEWS-OSの形式に変換
 - ・ NEWS-OSのHDD上にFTPでコピーして起動

NetBSD/news68k 課題(3)

- ・ デバイス情報
 - ・ 使えるものは何でも使う！？
 - ・ NEWS-OSの起動メッセージから想像する
 - ・ 本体をバラして中身のIC型名を確認する
 - ・ ROMモニタコマンドを叩いて反応を見る
 - ・ NetBSD/newsmipsのソースを見る
 - ・ NEWS-OSのカーネルヘッダを見る
 - ・ NEWS-OSのカーネルを逆アセンブルする

NetBSD/news68kの道のり

・移植構想～マージまで約8か月

[19990410](#)

- 以前から試してみたいとは漠然と思っていたが、考えているだけでは話が進まないで本体を探し始める。
-

[19991212](#)

- 5月から書き続けてきたこの「NetBSD/news68k への道」ですが、一通りの merge 作業が完了した今日をもって区切りをつけたいと思います。

NetBSD/evbarm 移植例

- ・ NetBSDカーネル移植の「いま」
- ・ 日本HPさんの
Thin Client T5325
(ブース展示中)
を取り上げます



NetBSD/evbarm の場合(1)

- ・ クロスコンパイラ
 - ・ 今のNetBSDはクロスビルド環境が標準
 - "build.sh -m evbarm tools" するだけ

NetBSD/evbarm の場合(2)

- ・ カーネル起動方法
 - ・ Linux がターゲットのボードがほとんど
 - ・ 製品でも評価ボード仕様のままだったり
- たいてい Red-boot や U-Boot なので
Linux用のツールそのままでも OK

NetBSD/evbarm の場合(3)

- ・ デバイス情報
 - ・ 「組み込みCPU」
 - ・ メモリマップ： 同じCPUならほぼ共通
 - ・ 割り込み： CPU内蔵
 - ・ デバイス仕様： おおむねCPU内蔵
 - ・ シリアル、タイマはほぼ組み込み
 - ・ 最近のSoCは ATA, Ethernet, USBも内蔵

なぜHP Thin Clientで(略)

- ・ 「そこに山があるから」ではなく(笑)
- ・ きっかけは NetBSD/hpcarm for W-ZERO3



……2010年4月にNetBSD本家にマージ

NetBSD W-ZERO3祭り

- ・ 需要と供給
- ・ 同時期に某店でW-ZERO3の特価販売

商品詳細

SHARP WILLCOM W-ZERO3 シャンパンシルバー WS003SH1(S)



商品番号 34689

商品状態 新品

ジャンル 13-04) WILLCOM

在庫個数 501 個

販売価格

イオシス特価 **¥6,980** (税込)

1 ▼ 台 買い物カゴに入れる

NetBSD/wzero3 @ OSC

- ・小さいマシンが大好きです
 - ・当然のようにえびじゅんさんが各OSCで展示



NetBSD 展示ネタ問題

- ・ 「動いてしまったあとどうするか」問題
 - ・ 開発者はカーネルが起動したら満足
 - ・ 展示ではカーネルだけ起動しても意味不明
- ・ 謎デモを用意するも
ややマンネリ気味



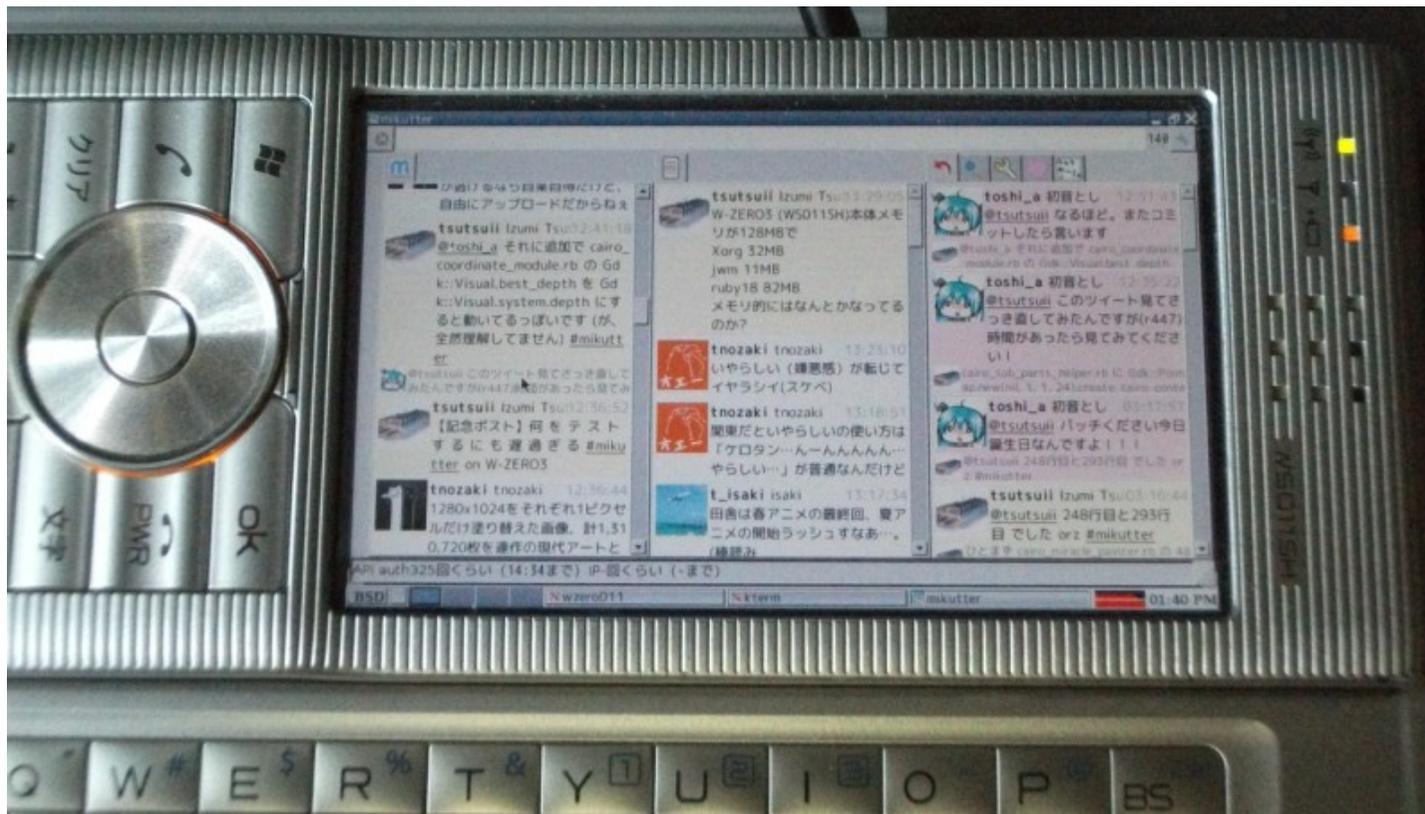
NetBSD & mikutter

- NetBSD開発 on Twitter
- Twitterクライアントmikutter が pkgsrc に



mikutter on W-ZERO3

- Of course it runs mikutter!?
- 当然のようにW-ZERO3でmikutterをビルド
- 16bpp表示のバグを修正して動作可能に



mikutter ビルド問題

- ・ XScale 416MHz でもダメ？
 - ・ mikutter には Ruby が必要
 - ・ Ruby の rdoc生成には メモリ256MBは必要
 - ・ WS011SHはメモリ128MBしかない
ネットワークもストレージもUSB 1.1経由
- pkgsrc更新のたび mikutterビルドに丸3日

ARMビルドマシン探索

- ・ 要件：メモリ512MB以上
- ・ とりあえず「ARM 512MB」でぐるぐる

ARMビルドマシン発見

- ・ ぐーぐるさん さすがです

Google

ARM 512MB

検索

約 10,100,000 件 (0.14 秒)

すべて

[日本HP t5325 Thin client - スペック](#)

画像

[h50146.www5.hp.com](#) › [製品 & サービス](#) › [シンクライアント](#)

地図

フラッシュメモリ, **512MB**. メモリ, **512MB** DDR2 RAM (うちグラフィックスメモリ用で64MB使用). グラフィックス, コントローラー, Marvell **ARM**. ビデオメモリ, 64MBメモリ(メインメモリと共有). 標準解像度, 640×480~1600×1200 ※1. インターフェイス, シリアル ...

動画

ARMビルドマシン即決

- ・ 選定理由：
 - ・ VGA出力内蔵 …シリアルだけだと不便なことが
 - ・ 1クリックで買える
 - ・ HPさんマシンなら次のOSC四国ネタにできる？

OSC2011香川での発表ネタ→



日本HPさん OSC香川への協賛 勝手にありがとうございます企画
「NetBSD/hp300の歴史とwscons実装」

Izumi Tsutsui
tsutsui@NetBSD.org

ARMビルドマシン購入

- 2011年8月：とりあえずポチる



ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 履歴(S) ブックマーク(B) ツール(I) ヘルプ(H)

Amazon.co.jp : HP(旧コンパック... +

http://www.amazon.co.jp/dp/B003ONKGAE/

amazon.co.jp こんにちは。おすすめ商品を見るにはサインインしてください。初めての方はこちら。 アドビ

マイストア | Amazonポイント | ギフトストア | ギフト券 | タイムセール

すべてのカテゴリーを見る 検索 家電&カメラ GO

家電・カメラ・AV機器 Amazon ランキング メーカー・カテゴリー カメラ・デジタルカメラ テレビ・レコーダー オーディオ 楽

HP(旧コンパック) t5325 Thin Client ARM/512F /512R/ThinPro VY623AA#ABJ
HP(旧コンパック)
この商品の最初のレビューを書き込んでください。 いいね (0)

価格: ¥ 24,660

在庫あり。在庫状況について



ARMビルドマシン到着

- ・ 2011年8月：3日後に到着



ARMビルドマシン熟成

- ・ 2011年9月：やる気が出るまで押入れに（おい



KOF関西

- ・ 2011年11月：LUNA-II の隣りでmikutterデモ失敗



NetBSDタペストリ

- ・ 2011年12月：なんとなくOSC用タペストリ発注



NetBSD/zaurus on SL-C700

- ・ 2012年1月：Zaurus SL-C700対応 マージ作業



mikutterシール(白)

- ・ 2012年2月：ふとOSC大分用にmikutterシール作成



mikutterシール(黒)

- ・ 2012年3月：OSC東京用に再度mikutterシール発注



ARMビルドマシン開封

- ・ 2012年3月：OSC愛媛も近づいたのでようやく開封



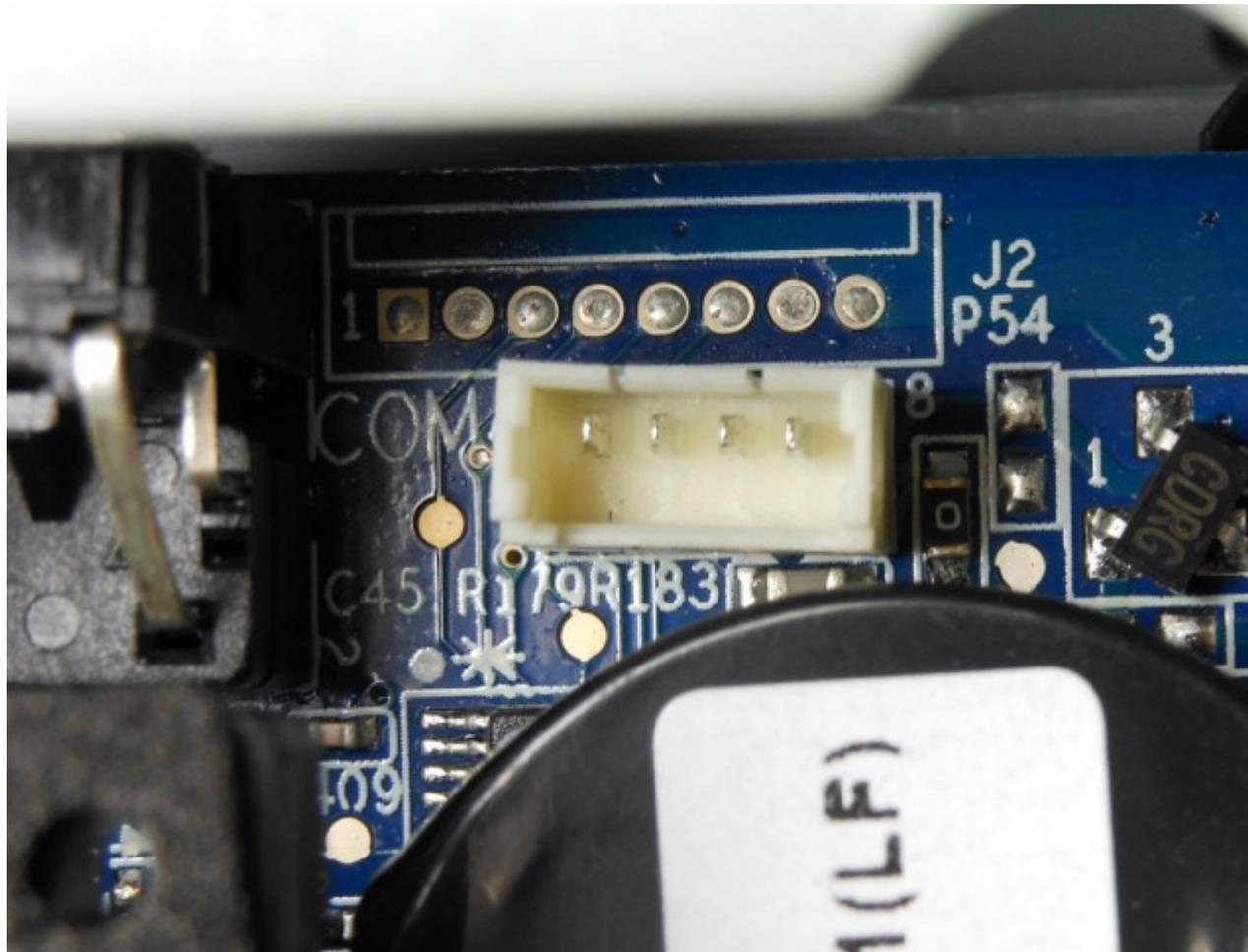
ハードウェア調査

- ・ さらに開封



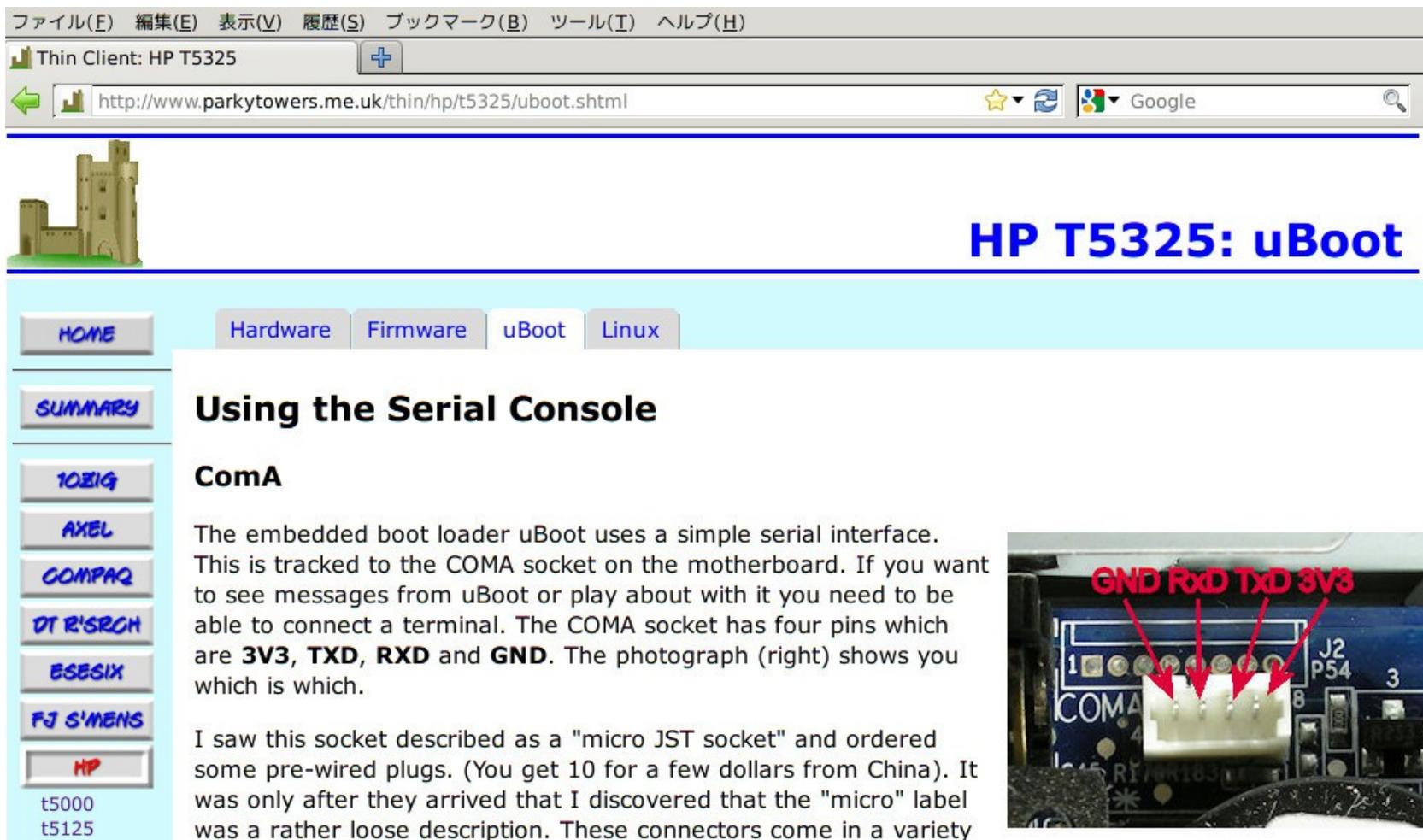
シリアルポート

- ・ あやしい COM コネクタ



シリアルコンソール調査

- 「T5325 serial console」でぐるぐる



The screenshot shows a web browser window with the address bar containing `http://www.parkytowers.me.uk/thin/hp/t5325/uboot.shtml`. The page title is "HP T5325: uBoot". The main content area is titled "Using the Serial Console" and includes a section for "ComA". The sidebar contains a list of links for various hardware models, with "HP" selected. The main text describes the uBoot serial interface and the COMA socket on the motherboard.

HP T5325: uBoot

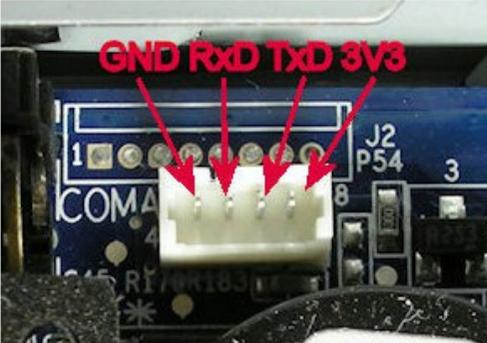
HOME Hardware Firmware uBoot Linux

Using the Serial Console

ComA

The embedded boot loader uBoot uses a simple serial interface. This is tracked to the COMA socket on the motherboard. If you want to see messages from uBoot or play about with it you need to be able to connect a terminal. The COMA socket has four pins which are **3V3**, **TXD**, **RXD** and **GND**. The photograph (right) shows you which is which.

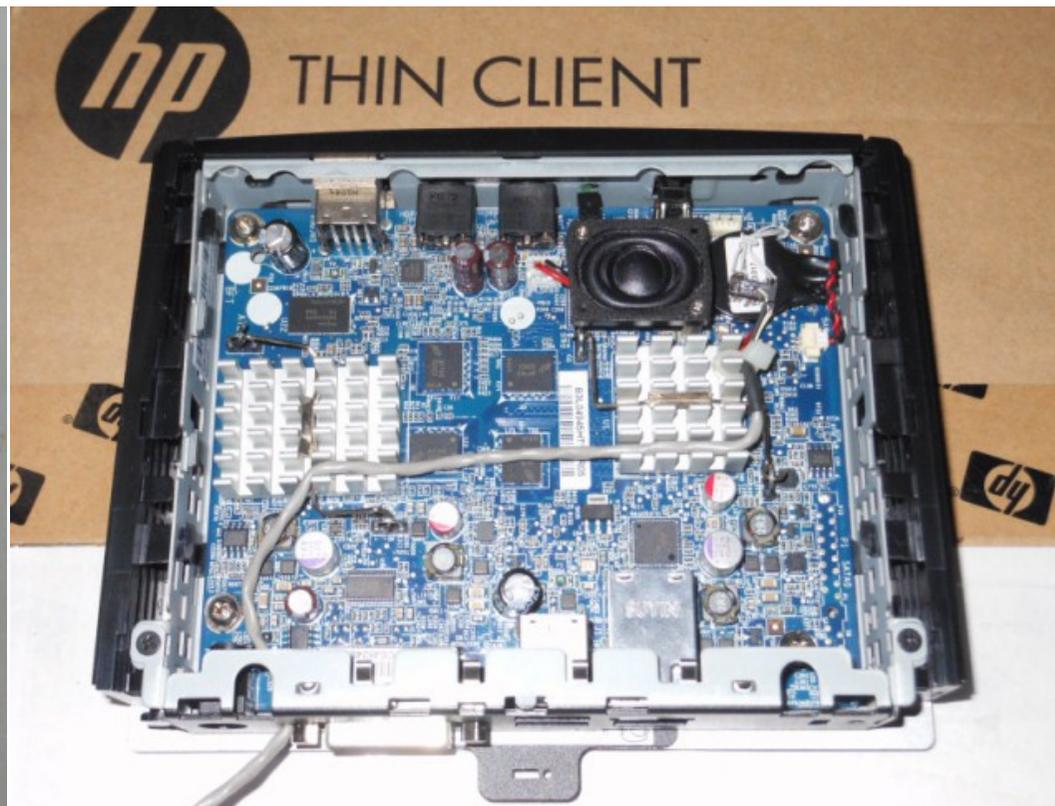
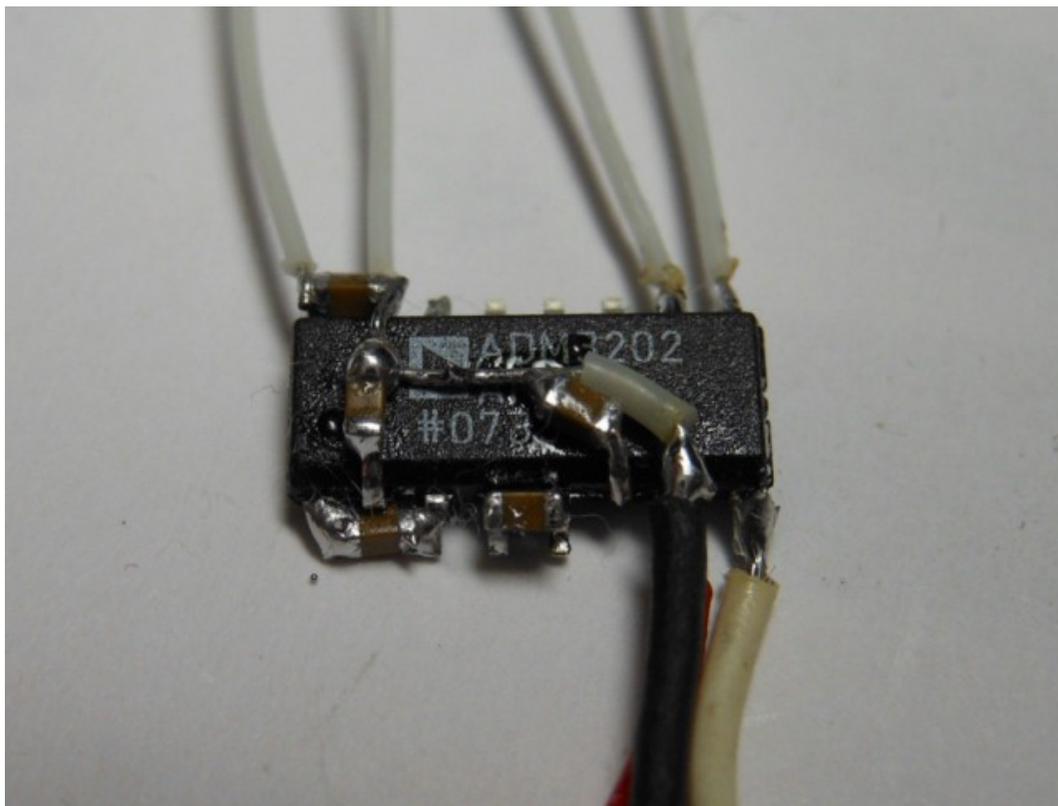
I saw this socket described as a "micro JST socket" and ordered some pre-wired plugs. (You get 10 for a few dollars from China). It was only after they arrived that I discovered that the "micro" label was a rather loose description. These connectors come in a variety



The photograph shows a close-up of the COMA socket on a motherboard. The socket is a small, white, four-pin connector. Red arrows point to the four pins, which are labeled GND, RXD, TXD, and 3V3. The socket is labeled "COMA" and "J2 P54".

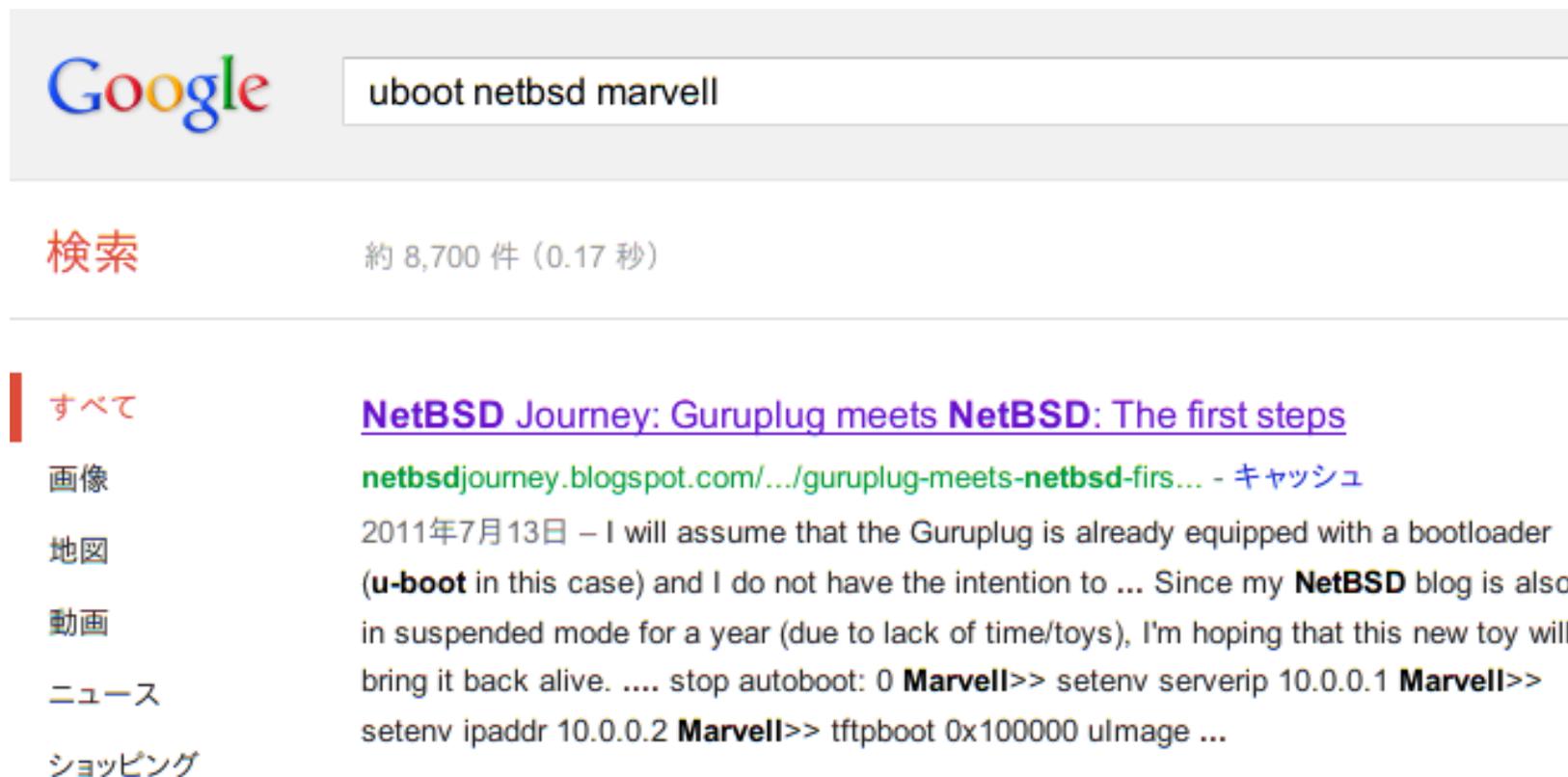
シリアルコンソール加工

- ・いつものテキストワーク



カーネル起動方法調査(2)

- 「uboot netbsd marvell」でぐるぐる



The screenshot shows a Google search interface. The search bar contains the text "uboot netbsd marvell". Below the search bar, the search results are displayed. The first result is a link to a blog post titled "NetBSD Journey: Guruplug meets NetBSD: The first steps" from netbsdjourney.blogspot.com. The snippet of the article text is visible, starting with "2011年7月13日 - I will assume that the Guruplug is already equipped with a bootloader (u-boot in this case) and I do not have the intention to ...".

Google uboot netbsd marvell

検索 約 8,700 件 (0.17 秒)

すべて [NetBSD Journey: Guruplug meets NetBSD: The first steps](#)
画像 [netbsdjourney.blogspot.com/.../guruplug-meets-netbsd-firs... - キャッシュ](#)
地図
動画
ニュース
ショッピング

2011年7月13日 - I will assume that the Guruplug is already equipped with a bootloader (u-boot in this case) and I do not have the intention to ... Since my NetBSD blog is also in suspended mode for a year (due to lack of time/toys), I'm hoping that this new toy will bring it back alive. stop autoboot: 0 **Marvell**>> setenv serverip 10.0.0.1 **Marvell**>> setenv ipaddr 10.0.0.2 **Marvell**>> tftpboot 0x100000 ulmage ...

カーネル起動方法調査(3)

- ・ 同じ Kirkwood のGuruPlug U-Boot起動方法解説

Next on the serial connection with the Guruplug from the U-boot prompt I attempt the following:

```
001 U-Boot 2009.11-rc1-00602-g8e6db3d (Dec 24 2009 - 03:11:17)
002 Marvell-Plug2
003
004 SoC: Kirkwood 88F6281_A0
005 DRAM: 512 MB
006 NAND: 512 MiB
007 In: serial
008 Out: serial
009 Err: serial
010 Net: egiga0
011 88E1121 Initialized on egiga0
012 Hit any key to stop autoboot: 0
013 Marvell>> setenv serverip 10.0.0.1
014 Marvell>> setenv ipaddr 10.0.0.2
015 Marvell>> tftpboot 0x100000 uImage
016 Using egiga0 device
017 TFTP from server 10.0.0.1; our IP address is 10.0.0.2
018 Filename 'uImage'.
019 Load address: 0x100000
020 Loading: #####
021 #####
022 #####
023 #####
024 #####
025 #####
026 done
027 Bytes transferred = 4980889 (4c0099 hex)
028 Marvell>> bootm 0x100000
029 ## Booting kernel from Legacy Image at 00100000 ...
030 Image Name: netbsd
031 Image Type: ARM NetBSD Kernel Image (uncompressed)
032 Data Size: 4980825 Bytes = 4.8 MB
033 Load Address: 00000000
034 Entry Point: 00000000
035 Verifying Checksum ... OK
036 Loading Kernel Image ... OK
037 OK
038 ## Transferring control to NetBSD stage-2 loader (at address 00000000) ...
039
040 NetBSD/evbarm (sheevaplug) booting ...
```

T5325用カーネル作成

- ・ `evbarm/conf/SHEEVAPLUG` をベースにいじる
 - ・ `BOARDTYPE` を適当に変更
 - ・ SATA経由SSDが載ってるっぽいので有効に
 - ・ `marphy` 認識してないっぽいので `ukphy`追加
 - ・ `SDMMC`は無いのでコメントアウト
- ……てな感じでテキストにビルド

NetBSD on T5325

- というわけでサクッと起動

```
localhost
NetBSD/evbarm (hpt5325) booting ...
Loaded initial symtab at 0xc03a8e20, strtab at 0xc03e1a2c, # entries 13630
pmap_postinit: Allocated 35 static L1 descriptor tables
Copyright (c) 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005,
    2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012
    The NetBSD Foundation, Inc. All rights reserved.
Copyright (c) 1982, 1986, 1989, 1991, 1993
    The Regents of the University of California. All rights reserved.

NetBSD 6.0_BETA (T5325) #3: Sat Mar 17 15:42:41 JST 2012
    tsutsui@mirage:/r/work/netbsd-6/src/sys/arch/evbarm/compile/T5325
total memory = 512 MB
avail memory = 497 MB
cprng kernel: WARNING insufficient entropy at creation.
mainbus0 (root)
cpu0 at mainbus0: Sheeva 88SV131 rev 1 (ARM9E-S core)
cpu0: DC enabled IC enabled WB enabled EABT branch prediction enabled
cpu0: 16KB/32B 4-way Instruction cache
cpu0: 16KB/32B 4-way write-back-locking-C Data cache
mvsoc0 at mainbus0: Marvell 88F6281 Rev. A1 Kirkwood
mvsoc0: CPU Clock 1200.000 MHz SysClock 400.000 MHz TClock 200.000 MHz
mvsoc0: mvsoc0 unit 0 offset 0x20300-0x203ff: Marvell SoC Timer
mvsoc0: mvsoc0 unit 0 not configured
mvsoc0: mvsoc0 unit 0 offset 0x10300-0x10317: Marvell SoC Real Time Clock
com0 at mvsoc0 unit 0 offset 0x12000-0x1201f irq 33: ns16550a, working fifo
com0: console
com1 at mvsoc0 unit 1 offset 0x12100-0x1211f irq 34: ns16550a, working fifo
ehci0 at mvsoc0 unit 0 offset 0x50000-0x51fff irq 19: Marvell USB 2.0 Interface
usb0 at ehci0: USB revision 2.0
```

mikutterビルド開始 on T5325

- ・ USBメモリとUSB HDDをセットアップしてビルド開始



mikutterビルド結果 on T5325

- WS011SHで 72時間 → T5325で 17時間に短縮

```
localhost
# ls -lrt /usr/pkgsrc/packages/arm/All
-rw-r--r-- 1 root wheel 51936 Mar 20 09:07 digest-20111104.tgz
:
-rw-r--r-- 1 root wheel 7238851 Mar 20 11:18 ruby19-base-1.9.2p1318.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 66066 Mar 20 11:21 ruby19-hmac-0.4.0.tgz
:
-rw-r--r-- 1 root wheel 15157935 Mar 20 15:08 perl-5.14.2nb5.tgz
:
-rw-r--r-- 1 root wheel 14464731 Mar 21 00:26 gtk2+-2.24.10nb2.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 392945 Mar 21 01:16 ruby19-gnome2-gtk-1.1.2nb2.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 258354 Mar 21 01:18 ruby19-oauth-0.4.5.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 2097 Mar 21 01:19 ruby19-memoize-1.3.1.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 354609 Mar 21 01:22 ruby19-rdtool-0.6.31.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 10455 Mar 21 01:23 ruby19-bsearch-1.5nb2.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 628105 Mar 21 01:25 ruby19-httpclient-2.2.4.tgz
-rw-r--r-- 1 root wheel 327276 Mar 21 01:30 ruby19-addressable-2.2.7.tgz
:
-rw-r--r-- 1 root wheel 2073779 Mar 21 02:05 ruby19-mikutter-0.1.0.710.tgz
:
█
```

T5325 今後の課題

- ・ T5325独自H/W対応（サボりすぎ）
 - ・ VGA: XGI Volari Z11 - Xorgドライバあり
 - ・ 電源SW: GPIO に接続
 - ・ audio: 詳細未調査
 - ・ その他 Linuxのソース確認要
- ……mikutterビルドには困らないのでまたいつか

移植いまむかし まとめ(1)

- ・ 「むかし」の移植
- ・ ベンダー独自OS用のハードウェア
 - ・ ハードも独自で情報入手が困難
 - ・ 熱意と気合いと根性でがんばる
 - ・ 「動いた わーい」感は高いです
 - ・ でも仕様がわからないと動かないまま

移植いまむかし まとめ(2)

- ・ 「いま」の移植
 - ・ 汎用組み込み用CPUベースマシン
 - ・ CPU内蔵デバイス多い
 - ・ Linuxターゲット多い → ソース添付
 - ・ そもそもぐぐるとなんでも出てくる？
 - ・ 「動いた わーい」に動機付け重要
- ……というわけで今回もOSC締切駆動でした



The NetBSD Project
"Of course it runs NetBSD"



おわり