

パソコンハードよもやま話

2018年3月15日

KMC 1 回 polaris

 hide4d51@gmail.com

自己紹介

自己紹介

polaris

- KMC1回生(次の2回生)
- 京都工芸繊維大学 情報工学課程 1回
- C、Python、電子工作、お絵かきを少し等
- 変な世界観の電子ゲームが好き

自己紹介(Continued)

- <https://h-teramura.github.io/>
→日記や知見を書いたりするところ(ほぼ更新していない)
- Slack #polaris-memo
→観察したい人はどうぞ
- このアイコンの人です



突然ですが

普段使っている**PC**
どうやって選びました？

色々な要素が**PC**の性能の関わっている

- CPU
- 電源
- デスクトップかノートか
- USB、Wi-Fiの規格
- えとせとらえとせとら

PC(とその周辺)の仕組みがわかると何が良いか？

- さっきの要素からPCの性能をだいたい比較できる
- 周辺機器との接続規格に詳しくなったりする
- ~~安物を掴まされずに済む~~

そんなわけでパソコンの仕組みと接続規格の話
をします

今日の流れ

- 身の回りのコンピュータの種類
- (今風の)パソコンの構造
- パソコンの部品・規格
- 小休止 - CPUのバグ
- 部品の具体的な紹介
- 実際の構成例(タイムアップしたら省略します)

身の回りのコンピュータの 種類

パソコン(PC)って何よ？

- IBM PC/ATを元に拡張した互換機
→ 「AT互換機」または「DOS/V機」と呼ばれる
- Machintosh
- スマートフォン

パソコンって何よ？ (Continued)

今のほとんどのパソコンはAT互換機といえる

- 同じソフト・デバイスが動く

今回はパソコン=**AT**互換機ということで話します

いろいろな「パソコン」達

かつて(20世紀末ぐらいまで)はいろんな種類の「パソコン」が存在した

- FM TOWNS - 富士通
- MSX - 各社
- PC-8800系 - NEC
- X68000 - シャープ

今「パソコン」として売っているのはIBM PC/ATを元に開発されたものとされている

パソコン vs Machintosh

- 実は今となってはほぼ違いがない
→実際、MachintoshにmacOS以外のOSを入れて使うこともできるし、パソコンでmacOSが動くことが確認されている
- 最初はいろいろな種類の「パソコン」の1種として作られたがDOS/V機に近づいていった印象がる

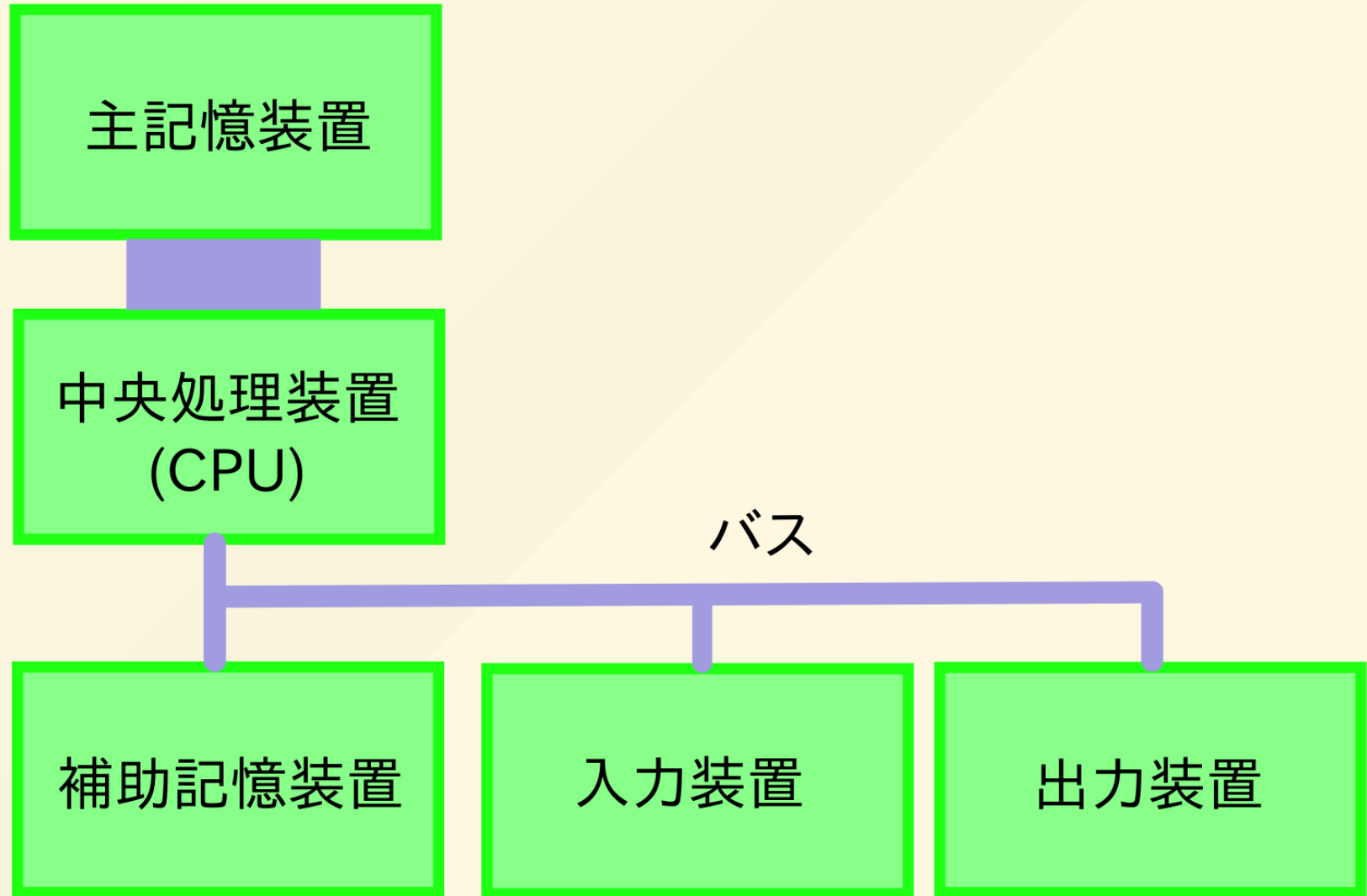
厳密には別の進化をたどったコンピュータ

スマートフォン

- 構造的な違いはそれほどない
→CPUがあって、RAMがあって、ほかデバイスがバスでつながって.....
- 起動の仕組みが違うことが大きな違いか(?)
→実際、UEFI(後述)のような仕組みを持ったものをほとんど見かけない

パソコンの構造

一般的な話



中央処理装置 - CPU

- Central Processing Unitの略
- 演算を行う
- 一部の入出力も行う
- 昔は複数の部品からなっていたが、今は1つのパーツになっている

主記憶装置

- 「メモリ」とか「RAM(ラム)」とか呼ばれる
- 演算結果やデータを一時的に保存する
 - デコードした音楽の一部、編集集中の文章など
 - 補助記憶装置より高速にアクセスできる
- 電源を切ると(基本的には)データが消える
 - 「揮発性」という

バス

- データの輸送路
- これを通して装置間で情報や司令のやり取りをする

補助記憶装置

- HDD、USBメモリ、DVDドライブなど
- 起動・終了にかかわらず使い続けるデータを比較的長期間保存する
→プログラム、卒業論文、ブラウザの認証情報など
- 電源を切ってもデータが消えない
→「不揮発性」という
- 主記憶装置よりアクセスが低速であることがほとんど

入力装置

- 情報を受け取るための装置
- キーボード、マウス、カメラなど

出力装置

- 情報を出すための装置
- ディスプレイ、スピーカ、プリンタなど

どっちもやる装置もある

- ネットワークカードなど

具体的な話

一般的な構成に帰着するんだけども

実際はもっと複雑

- 出力装置がCPU直結な構成もある
→統合型グラフィックスなど
- CPUと装置との通信の仲立ちをする装置もいる
→「チップセット」と呼ばれる
(別の意味で使われることもあるが)

Intel Z370チップセットを用いたシステムを例に見てみる

<https://www.intel.co.jp/content/dam/www/public/us/en/documents/product-briefs/z370-chipset-brief.pdf>

—を参照してください

CPUとチップセット

中央処理装置とバス

- 両方からバスが伸びている
 - CPUからはPCI Express3.0x16
 - チップセットからはPCI ExpressがいくらかとSPI
- CPUの中にGPU(Graphics Processing Unit)がある
→CPUの中に出力装置が組み込まれている

CPUとチップセット (Continued)

- CPUのバス(かつてのノースブリッジ機能)
 - 高速な入出力向け(グラフィックカード.....)
 - かつてはこちらもCPUと別だった
- チップセットのバス
 - 高速でない入出力向け(補助記憶装置, 時計, オーディオ.....)

チップセット

- たいていのデスクトップパソコンには1つ搭載される(PCHとよばれる)
- タブレットなどではCPUとPCHの機能をセットにしたIC(SoC)を使っていたりする
- かつてはノースブリッジ(MCH)とサウスブリッジ(ICH)に分かれていた
→メモリの制御もここでやっていたり

じゃあこれらはどんな部品で
構成されるのか？

言い訳

- 規格書は業界人じゃないと入手できない
→そんなわけでこの講座には結構伝聞が含まれます

同じ情報が広く共有されているのでおそらく規格そのものに近い情報と思われる

とりあえず.....

- CPU
- 主記憶装置
- チップセット
- バス
- 補助記憶装置

一にあたるものがあればパソコンになりそう
(電源を忘れてはいけませんが)

あとは外付けするデバイスなど(無線、サウンド.....)

CPU

- 1つの集積回路
- それはもうすごい技術で作られているらしい
- 決まった種類の機械語を解釈・実行できる
- こいつの計算能力がパソコンの性能に大きくかわる
- ディスプレイに描画する機能を持っているものもある
- 発熱する(冷却しないととまる)

CPUの種類

- 原則そのCPU用に設計された機械語しか実行できない
- 機械語の種類のことを命令セットアーキテクチャ (ISA) という
- x64というISAのCPUが良く使われる
→スマートフォン、多くのシングルボードコンピュータはAArch32/64(ARM用)など

クロック周波数

- CPUが単位時間あたりに処理する命令の数はこれに比例する
- 最大周波数が仕様として書かれていることが多い
→処理にあわせて周波数を上げ下げする機能がある
- 一般にこれが大きいと消費電力も大きい

コア・スレッド

- 1つのCPUが複数の命令実行系を持つことがある
→独立した処理をするときなどに早く処理できる

この命令実行系の数のことをコア数(物理コア数)という

→デュアルコアということ2つ

- 1つの物理コアで複数の処理を同時に行うことができるものもある

この同時にできる処理の数をスレッド数という

マイクロアーキテクチャ

- CPU(あるいはIC)の設計上の構造
- マイクロアーキテクチャが改良される(新しくなる)と性能が改善されたり新しい機能がついたりする

その他特徴

- CPUはそれぞれ特定のチップセットを搭載したマザーボードと組み合わせないといけない
→細かい構造が変わってくるため
- CPUの中にGPU(後述)の機能が搭載されていることがある
→Intel HD Graphics、AMD APU
(チップセットにGPU機能があったこともあった)

どんな形？



本体の上に金属板をおいて放熱を良くすることが多い
これはノートPC用なので例外

主記憶装置

- パソコンの性能では「RAM:nGB」と書かれることが多い
- 多いほど大規模な計算をできたり、たくさんのアプリを同時に動かしたりできる
→足りなくなると補助記憶装置にデータがおかれることがある
- 処理時に頻繁にアクセスされるのでデータの転送速度(帯域)がパソコンの性能に影響する

主記憶装置(Continued)

エラー訂正機能を持つものもある

- Registered ECCメモリ
→メモリチップとCPUとの間に信号をうまいこと調整する半導体がある
- Unbuffered ECCメモリ
→ーがない

データが化けてもらっては困る場合(RAMがたくさんある、NASやサーバ)に用いる

チップセット

- 最近では1つのIC(または「ない」)のことが多い



バス

- パソコンでは主にPCI ExpressとUSBが使われる
- これらにさまざまな入力・出力デバイスや補助記憶装置、ほかのインターフェースのコントローラがつながる
- バスは部品ではないけれど重要な部分なのでここで紹介

PCI Express

- 主要な内部接続用バス規格
- シリアル全二重通信
→送受信を同時に行える
- 1~32(64?)+1の差動対を持つ
→元の信号のほかに位相が逆の信号も送ること
で信号線に載ったノイズを減算除去できるように
している
- いくつかのバージョンがあり、後方互換性を持つ

PCIe 3.0 x16の帯域(片方向)は約15.75GB/s

PCI Express(Continued)

- バスから電源供給が可能
→10W~25W、グラフィックカード用に75W
- 足りないときは電源から直接デバイスに供給(後述)

USB

- シリアル半二重通信
→送受信は排他的
- 差動対を1対持つ
- Webカメラやカードリーダーなどをつなぐのに内部接続として使われることがある

詳細は後述

補助記憶装置

- 主にハードディスクドライブ(HDD)、ソリッドステートドライブ(SSD)が用いられる
- 主にチップセットからでているSerial ATAインターフェースで接続される
→最近、PCIeで接続できるようになった(NVMe)

インターフェースについては後述

HDD

- 磁気ディスクにデータを保存する
- 読み書き時にヘッドを動かす必要があるので比較的低速
- 比較的安価(単位容量あたりの値段が安い)
- 叩いたら壊れる
- 大きくて重い

SSD

- フラッシュメモリにデータを保存する
- 比較的高速
- 比較的高価
- 衝撃に比較的強い
- 小さくて軽い

→

<http://www.itmedia.co.jp/pcuser/articles/1307/26/news029.html>

電源

- パソコンの電源は規格化されている
- よく使われるのはATX電源
- 消費電力の大きいデバイスを搭載するときはそれにあわせて出力の大きい電源を使う

PCI Express補助電源

バスの電源だけでは足りない場合は電源から直接供給する

- 6ピン: $+75W = 150W$
- 6ピンx2: $+150W = 225W$
- 8ピン+6ピン: $+225W = 300W$

Protip: ATX12VやEPS12Vのピンと似ているが互換性はない(実際差さらない)

もうひとつ

グラフィックカード

(CPU+マザーボードにこの機能が搭載されていることもある)

- 何かしらの形についていないと家庭用のパソコンは起動しない(ファームウェア上の制約と思われる)
- ディスプレイに映像を映す+画面描画の手助けをする回路を載せた基板
- これの性能が良いと画像処理が高速にできる
- 画像処理以外に使われることもある
- 浮動小数点演算性能が参考になったりならなかったりする

ここでちょっと別の話

CPUのバグ？

- 昔のPentiumにおける浮動小数点数の計算間違い
- Skylakeでのフリーズ問題
- RyzenのSegmentation fault問題
- Meltdown / Spectre脆弱性

→アーキテクチャやハードウェアの設計にミスや見落としがあった

パソコン以外でもある

- ESP32のErrata:

“The Brown-out Reset (BOR) function does not work. The system fails to boot up after BOR.”

ちなみにworkaroundはなかった

直るものなのか？

- 物理的な構造に問題があることが大半なのでどうしようもない
- 問題のある機能を使わない
or
- マイクロコードや設定などソフトウェア的にいじれるところを変える

部品の具体例の紹介(有名なやつ)

Intel CPU

よくあるタイプ

Intel Celeron, Pentium

- 比較的安価なシリーズ
- 最近のものだとネットサーフィン程度では困らないらしい
- 省電力
- サーバ用のものもある(ECCメモリ対応など)
- コア・スレッド数が少ないので動画エンコードなどスレッドを多用する処理には向かない

("Pentium"はかつてフラグシップのものだった)

Intel Core i3, i5

- 比較的高性能なシリーズ
→Celeron, Penよりもととの処理速度が早い＋スレッドが多い
- "K"が型番についているものはオーバークロックできる
- 高性能なPCがほしい場合はこのグレードで十分だったりする

Intel Core i7

- Core i5の上
→(ちなみに)Core i3, i5より前にリリースされた
- Core i5でスレッドだけ2倍にしたようなイメージ
→第8世代からは違う
- 大きなプログラムのコンパイルや動画のエンコードをたくさんやるなどハードな使い方をするマシンに
→polarisは単にプチフリしてほしくないのものでこれを使っているが
- Core X Seriesというチートキャラが上にいる

Intel Xeon

- サーバ、ワークステーション向け
- 最強とは限らない
- GPUも大抵ついてない
- ECC対応(多分全部?)
- 可用性が良いらしい
- 結構割高
→ 「Xeonしかない！」というときに使う物っぽい

Intel Xeon(Continued)

- Xeon E3, E5, E7
これまでのもの。E3は家庭用のマザーボードでも動くことあり
- Xeon W
ワークステーション用。iMac Proに入っている。
Core X Seriesのまじめなバージョン
- Xeon D
組み込み向け
- Xeon Scalable
サーバ向け。コアがいっぱい(シングルの性能はそこまで高くない)

Intel Atom

- 手持ちデバイス向けSystem on Chip(SoC)
- PCHを必要としない
→実は最近のモバイル版Intel CPUはこうなっている
- 消費電力の低いシステムを作ることができる

その他Intel CPU/MCU

- Itanium
→ IA-64なサーバ用CPU
- Xeon Phi
→ メニーコアプロセッサ
- Quark
→ Intel入ってるArduino(Intel Gallileo, Arduino 101)など

AMD CPU/APU

もうひとつのベンダ

AMD CPU/APU

- Intel CPUのシステムと互換性があるように作られている
- 価格に対して比較的物理コア数が多い
- GPU機能を持つものはAPUと呼ばれる
→Intel HDよりも早いものがある

AMD Sempron, Athlon

- Celeron, Pentiumにそれぞれ対応
- GPU機能を持たない

AMD A Series

- GPU機能を持つ
- Sempron, Athlon程度のCPU性能を持つ
- 主記憶装置が高速だと真の力を発揮する(?)

グレード

- A6: Sempronと同じ立ち位置
- A8,10,12: Athlonと同じ立ち位置
(後で調べてみたらもっとたくさんありました)

AMD Ryzen

- 新しいシリーズ
- CPUの回路同士を接続するインターフェースを持つことが強みらしい
→"Infinity Fabric"
- 最近APU版ができた
- 3, 5, 7の3つの種類がある
→数字が大きいほど性能が高い
- "X"が型番にあるものは自動で一時的に限界周波数を超えるクロックで動作する

(Threadripperというチートキャラがいます)

AMD のサーバ用CPU

- AMD EPYC
→ Ryzenと同じ構造の回路を使っている
- AMD Opteron

その他AMD CPU

- AMD FX
- AMD Turion, Phenom
→Ryzen以前の高性能系CPUシリーズ
- AMD Duron
→Sempron以前の安価なCPU
- AMD Geode
→組み込み向け

RAM

- DIMMというモジュールで販売・使用される
- ECCメモリなどは前説明したとおり
- インターフェース規格と速度をCPU側にあわせないと動かない
- ~~メーカーのことは良くわかりません.....~~

DDRなんとか

- SDRAMインターフェースの規格の名前
→ 正確には"DDRn SDRAM Standard"?
- 数字が大きいほど新しく、帯域が大きい
- 規格が違くとスロットの形状も違う

ランク

DIMMの中にいくつのRAM群があるか

→複数あっても一度にひとつの群にしかアクセスできない

→1つのスロットにたくさんRAMをおきたいときはDual

- Single Rank: 1群
- Dual Rank: 2群
- (Quad Rank: 4群)

マザーボード

- チップセットと実際のバスの配線、部品を差し込むソケット、インターフェースコントローラその他もろもろを実装した基板
- CPUとマザーボードのペアが正しくないといけない
→コネクタの形で大体わかる
- 搭載チップセット、ファームウェア、デバイスによって機能、性能が違う
- ~~メーカーのことは良くわかりません.....~~

チップセット(簡単に)

Intel

- B: ビジネス用
- H: 家庭用
- Z: 高性能
- X: i7 Extreme, Core X用
- C: サーバ、ワークステーション用

チップセット(簡単に)

AMD Ryzen

- A: 機能限定版
- B: ミドルレンジ
- Z: 高性能
- X: Threadripper用

HDD/SSD

- 1.8インチ、2.5インチ、3.5インチのパッケージがある
- 厚さは製品によって違う、ノートPCに入れるときは注意

HDD

- 回転速度と読み書き速度は比例するらしい
- RAM, フラッシュメモリでできたキャッシュを搭載することがある
→キャッシュに入ったデータの読み書きは早い
(え？電源ぶち切ったって?)

SSD

- 容量が大きいと理論転送速度も高いことが多い(経験より)
- データ保存の仕組みに応じて種類がある(正確にはフラッシュメモリの種類)
 - SLC: 1メモリセルに1bit
 - MLC: 1メモリセルに2bit
 - TLC: 1メモリセルに3bit

Serial ATA(SATA)

- シリアル全二重通信
- 2対の差動対を持つ

バージョン別帯域:

- SATA 2: 3Gb/s
- SATA 3: 6Gb/s

Non-Volatile Memory express

- 略してNVMe
- PCIeバスを使って高速にデータ転送ができる
- どちらかといえば半導体メモリに最適化されているらしい

nVIDIA グラフィックカード

- 比較的有名なブランド
- ゲーム用のほか、設計用、高性能計算用のものなどがある

種類:

- GeForce GT: 安価、家庭用
- GeForce GTX: 高性能、家庭用
- Quadro: 設計、デザイン用(ECCメモリ搭載など)
- Tesla: 高性能計算、データ分析用

AMDグラフィックカード

- macユーザーの人のほうが馴染み深いかも
- 周辺プログラムがわりとオープンソースになっていたりする

種類:

- Radeon HD, Rn, RX: 家庭用
- Radeon Pro(FirePro): 設計、デザイン用
- Radeon Instinct: 人工知能モデル構築、実行用

(「レイディオオン」って読むらしいです)

余談

消えていったグラフィックカード

- Savage (S3など)
- Voodoo, 3Dfx
- PowerVR (NECなど)
→パソコン以外ではまだ使われている
- Intel Extreme Graphics
→Intel HD Graphicsがとってかわる
- Imageon(ATi)
→後のQualcomm Adreno

サウンドカード

- 音を入力・出力するデバイス
- 動画サイトでスターになるには必要かも(雑)

いる？

マザーボードからの出力にノイズが乗る場合は試してみると良いかも

というのは

- 音声デジタル信号でデバイスに送られるのでここで音声にノイズが乗らない
- ノイズ源から出力回路を離すことができる(USB接続のものなど)

その他デバイス

- USBホストコントローラ
→ 「USB」を機能させているのはこいつ(チップセットにもあったりする)
- ネットワークカード
- RAIDコントローラ
- PCIe<->PCIブリッジ
-
-
- えとせとらえとせとらえとせとら

実際の構成を紹介

メインPCを買いたい！

6年前ぐらいの話

- メインで使ってたノートPCが遅くなってきた
- 部活・趣味でプログラム作るから性能高くしたい
- 3D CG使うんじゃないか？
- 長いこと使いたい！

妄想

- CPUはCore i7
- RAM 16GB
- 補助記憶装置はSSD
- グラフィックカードもほしい

そんなPC売ってるのか？

結論：既製品だと高い

→Sony VAIOであったけど250k円するやんけ

しかもノートパソコンだし拡張とか掃除がやりづらそう

これはどうしたものか

BTO

- 最終的に某BTOパソコンメーカーに作ってもらった
→こんなパーツを載せたPCがほしいですと言うと
オーダーメイドで作ってくれる
- 保証も5年ついてきた
- すごい

こんなPCが来ました



構成

- Intel Core i7 3770
- RAM DDR3 16GB
- マウスコンピュータ製マザーボード (ECS Z77H2-A3?)
- nVIDIA GeForce GTX 660 2GB
- 500W ATX 電源
- DVDスーパーマルチドライブ
- SDなどのカードリーダー

そんなわけで**5**年ほど使い続けたのであった.....

が

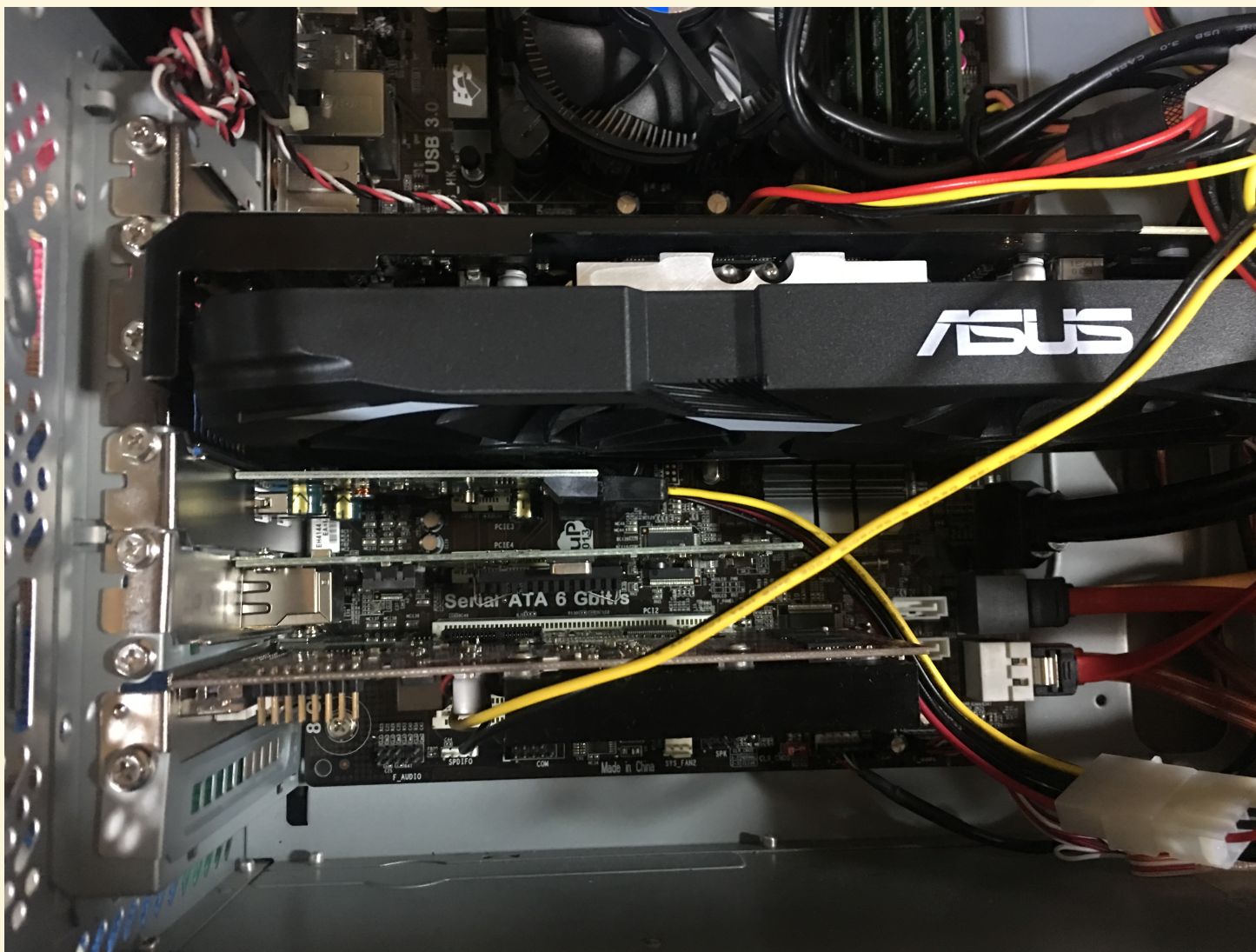
新しいグラフィックカードを 使いたい！

PCI PassthroughというのをやってLinuxをホストで使いつつWindowsをハイパーなグラフィック性能で使いたかった

- グラフィックカードx2
- ネットワークカード
- USBコントローラx2

が必要だった(これ以上の話は私のブログにあげます)

内部の様子



構成(追加したもの)

- AMD Radeon RX 580 8GB
→Win用。RAMが多かったのので
- AMD Radeon HD 6450 512MB
→プライマリ
- IntelのGbEカード
- USB 3.0インターフェースカードx2
→ブリッジを使ったりUSBパススルーをするのが面倒だったので

References

- パーソナルコンピュータ博物史：パソコンの時代を築き上げたレトロパソコンたち (京都コンピュータ学園)
- Intel Z370 Chipset Brief (Intel Corporation)
<https://www.intel.co.jp/content/dam/www/public/us/en/documents/product-briefs/z370-chipset-brief.pdf>

References(Continued)

- White Paper: Introduction to Intel Architecture(Intel)
<https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/ia-introduction-basics-paper.pdf>
- DDR SDRAM(Wikipedia)
https://ja.wikipedia.org/wiki/DDR_SDRAM
JEDECの規格書が高すぎて手に入らない.....
- PCI Express(Wikipedia)
https://ja.wikipedia.org/wiki/PCI_Express

Reference(Continued)

- ATX / ATX12V Power Supply Design Guide v1.1(Intel)
http://www.formfactors.org/developer/specs/ATX_ATX12V_PS_1_1.pdf
- ATX12V Power Supply Design Guide v2.2(Intel)
http://www.formfactors.org/developer/specs/ATX_12V_PSDG_2_2_public_br2.pdf

Reference(Continued)

- ECO and Workarounds for Bugs in ESP32(Espressif)

https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/eco_and_workarounds_for_bugs_in_esp32_en.pdf

- Single-, dual-, and quad-rank DIMMs(Hewlett Packard Enterprise)

http://h17007.www1.hp.com/docs/iss/DL380pGen8/setup_install/advanced/Content/138678.htm

Reference(Continued)

- 進化するSSD（Solid State Drive）（富士通）
<http://www.fujitsu.com/jp/products/computing/storage/lib-f/tech/beginner/evolve-ssd/>