

実験実施日 2024年10月3日

コンピュータ科学実験b

ハードウェア

学生番号: 102210017

氏名: 安藤駿

共同実験者: 鬼頭海吏

1 はじめに

本実験では、コンピュータ科学の基礎について、講義・演習などで得た知識を実験を通して検証・体得し、コンピュータ科学の基礎となるシステムの構築に関して、実際に計算機ハードウェアおよびソフトウェアのシステムを構築することにより、その構成法を体得することを目的とする。

2 課題 1 PC/AT 互換機の部品知識と PC の組み立て

2.1 目的・概要

IBM-PC/AT 互換パソコン（PC）の組み立てを通してパソコンの部品、標準インターフェース、マザーボードの BIOS などについての知識を獲得する。

2.2 IBM-PC/AT 互換機に使われる部品

2.2.1 マザーボード

マザーボードは、PC/AT 互換パソコンの最も基本的な構成要素を搭載する重要な回路基板である。本実験で使用する製品は、Supermicro 社の X11SCZ-Q である。図 1 に示す。



図 1 マザーボード

2.2.2 ケース

本実験ではタワー型ケースを使用した。図 2 に示す。使用する製品は、THIRDWAVE 社の 715625-78900 である。シリアル番号は、16297038500439 である。

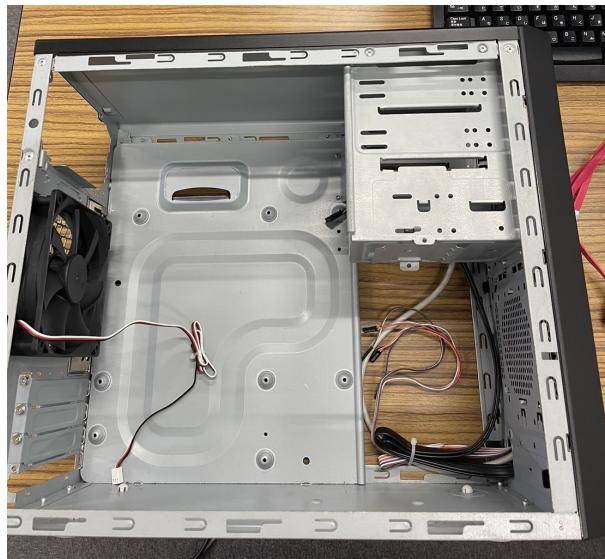


図2 ケース

2.2.3 電源ユニット

本実験で使用する製品は、Acbel 社の PCA013 である。シリアル番号は、PCA01319270015624B である。図3に示す。

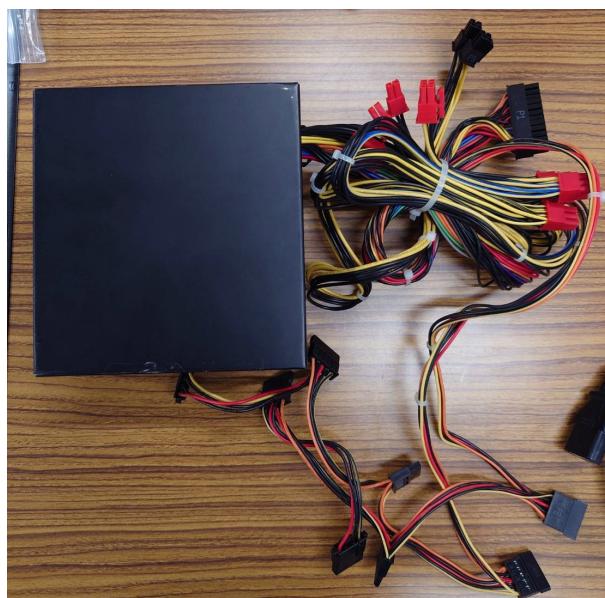


図3 電源ユニット

2.2.4 CPU と CPU クーラ

CPU (Central Processing Unit) は、中央処理装置もしくは中央演算処理装置と呼ばれ、機における中心的な回路である。本実験で使用する CPU は、Intel 社の core i5-8400 である。

CPU は動作時に熱を発生し、高温になると能力の低下・熱暴走を起こす。したがって、CPU を冷却する CPU クーラは重要な部品である。本実験で使用する CPU クーラは、Intel E97379-003 である。シリアル番号は、CNDP831K50 である。図 4 に示す。

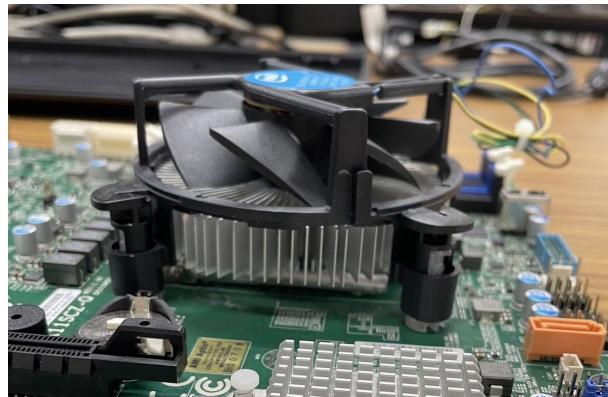


図 4 CPU, CPU クーラ

2.2.5 メインメモリ (DRAM)

Dynamic Random Access Memory とも呼ばれ、計算機のメインメモリとして使用される。本実験で使用する製品は、hma851u6cjr6n-vk である。シリアル番号は、43351F30 と 43351EF8 である。図 5 に示す。



図 5 DRAM

2.2.6 拡張カードスロット

本実験で使用する拡張カードスロットは、パラレルポートおよびシリアルポートを追加する。本実験で使用する製品は、ART3 2SSP 1803 である。図 6 に示す。



図 6 拡張カードスロット

2.2.7 ソリッドステートドライブ (SSD)

ソリッドステートドライブは、記憶装置として半導体メモリを使用したデバイスである。本実験で使用する製品は、Western Digital 社の WDS250G2B0A である。シリアル番号は、00SM50 である。図 7 に示す。



図 7 SSD

2.2.8 光学ドライブ

CD-ROM や DVD-ROM や Blu-ray Disc を読み書き可能なドライブを総称して光学ドライブと呼ぶ。本実験で使用する製品は、H.L Data Storage 社の DH18NS61 である。シリアル番号は、906HAZX053733 である。図 8 に示す。



図 8 光学ドライブ

2.2.9 キーボード

本実験で使用する製品の型番は, FKD46AK297 である. シリアル番号は, M1907001286 である. 図 9 に示す.



図 9 キーボード

2.2.10 マウス

本実験で使用する製品は, Microsoft 社の 1113 である. 図 10 に示す.

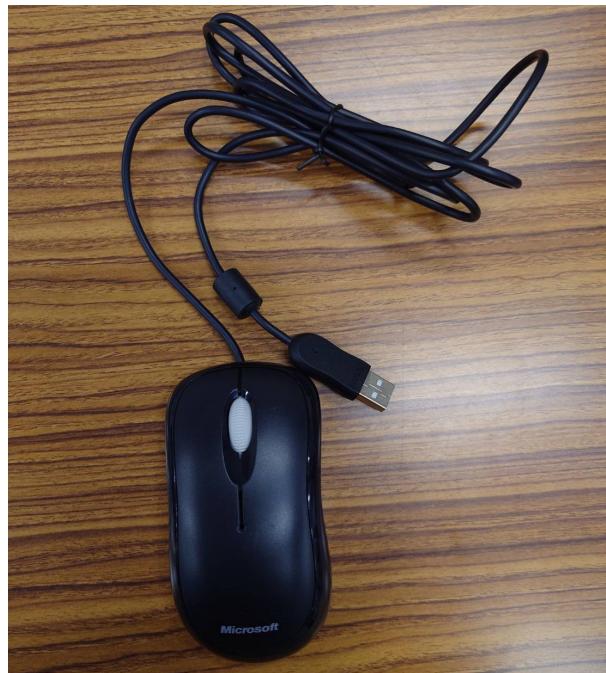


図 10 マウス

2.2.11 モニタ

本実験で使用する製品は、三菱電機社の RDT232WX である。シリアル番号は、11230693AJ である。図 11 に示す。



図 11 モニタ

2.2.12 ミリネジ

光学ドライブ、SSD 用に使った。図 12 に示す。



図 12 ミリネジ

2.2.13 インチネジ

ケース, 電源, マザーボード用に使った. 図 13 に示す.



図 13 インチネジ

2.2.14 SATA ケーブル

PC に取り付ける機器に対し, SATA ケーブル使った. 図 14 に示す.

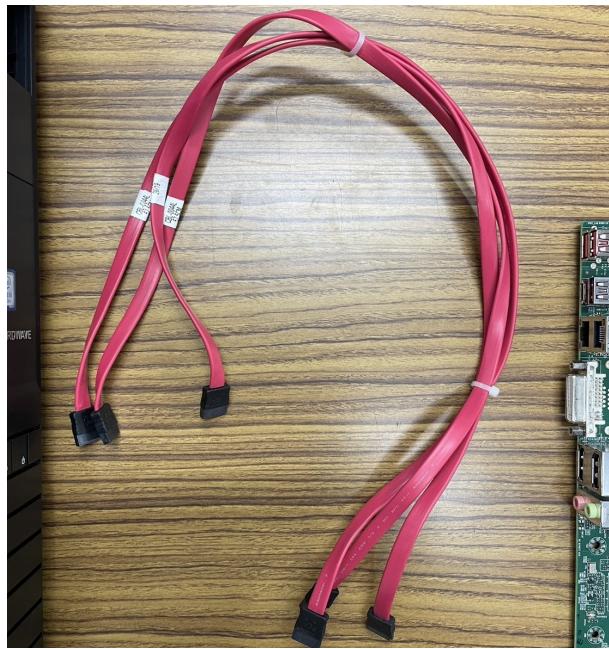


図 14 SATA ケーブル

2.3 実験方法

2.3.1 組立の準備

プラスドライバを用意した.

2.3.2 電源ユニットの取り付け

ケースに電源ユニットを取り付け, インチネジで固定した. このときの状況を図 15 に示す.



図 15 ケースに取り付けた電源ユニット

2.3.3 メモリの取り付け

2つのメモリモジュールを同じ色のソケットに差し込んだ。十分に固定されていることを確認した。

2.3.4 マザーボードと電源の取り付け

マザーボードを取り付け、インチネジで固定した。その後、24ピンのTXメイン電源コネクタを図16に示すマザーボードの仕様書のJPW1に接続した。また、補助電源として8ピンのATX12V電源ケーブルを図16のJPV1に接続した。この時の状況を図17に示す。

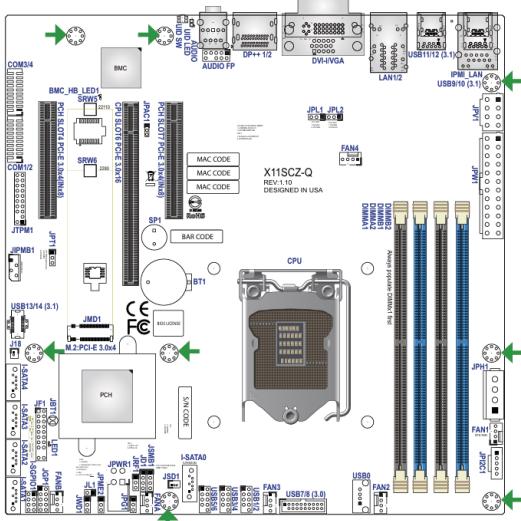


図 16 マザーボードの仕様書 1

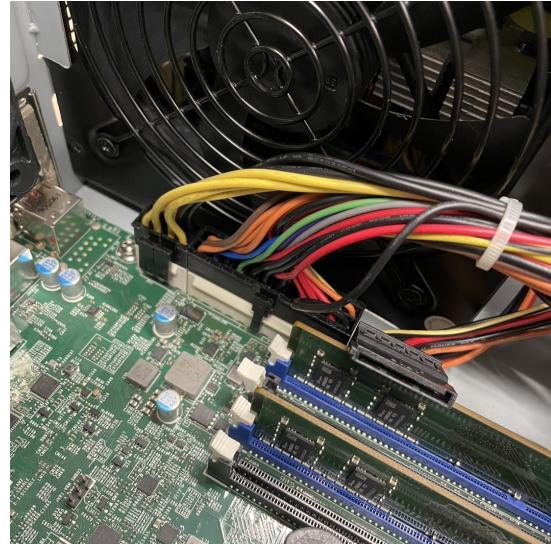


図 17 電源の取り付け

2.3.5 ケースケーブル（アクセサリケーブル）の取り付け

ケースのフロントパネルのスイッチと LED 関連のケーブルを接続した。具体的には、図 18 の POWER Button に POWER SW を、Reset Button に RESET SW を、HDD LED に H.D.D LED を、FP PWRLED に POWER LED を接続した。ただし、図 18 の左の列がプラスである。このときの状況を図 19 に示す。USB ポートへつながるケーブルを図 16 の USB7/8 に接続し、排気ファンのケーブルを図 16 の FAN2 に接続した。

	1	2	
PWR	○	○	Ground
Reset	○	○	Ground
3.3V*	○	○	Power Fail LED*
UID LED*	○	○	OH/Fan Fail LED
3.3V Stby	○	○	NIC2 Activity LED
3.3V Stby	○	○	NIC1 Activity LED
3.3V Stby	○	○	HDD LED
3.3V Stby	○	○	FP PWRLED
X	○	○	X
NMI	○	○	Ground
	19	20	

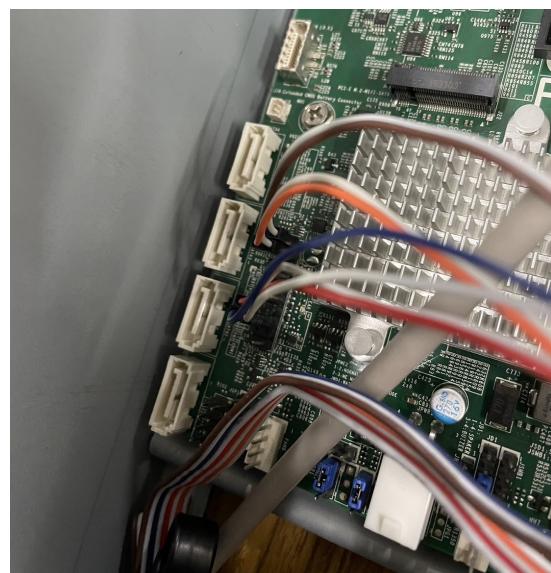


図 19 スイッチと LED 関連のケーブル

図 18 マザーボードの仕様書 2

2.3.6 ドライブ類の装着

SSD は 2.5 インチサイズなのでケースの 3.5 インチベイには直接取り付けできないため、2.5 インチサイズに対応したマウンタに SSD を取り付け、マウンタをケースの 3.5 インチベイの下に取り付けた。その後、インチネジでマウンタをケースに固定した。

光学ドライブを 5 インチベイに取り付け、ミリネジで固定した。

SSD と光学ドライブに SATA ケーブルと電源ケーブルを接続した。SATA ケーブルはマザーボードの図 16 の SATA1, SATA2 にも接続した。

2.3.7 拡張カードの装着

パラレルポートおよびシリアルポート増設カードを 1 枚装着し、インチネジで固定した。

2.3.8 動作確認

電源ケーブル、ディスプレイ、キーボード、マウスを接続し、ディスプレイの電源 SW を投入した。電源ユニットのスイッチを入れ、パソコンの電源を投入した。

ここで、DELETE キーを押し、BIOS セットアップを起動した。まず Advanced 画面から、CPU のモデル名を確認した。この時の状況を図 20 に示す。

次に、HDD、光学ドライブがきちんと認識されているかどうかを確認した。

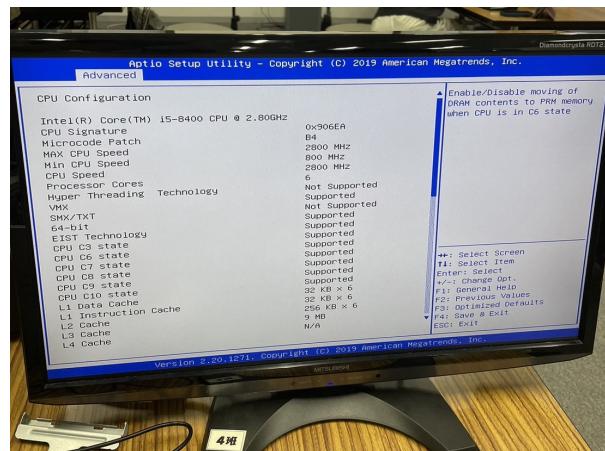


図 20 BIOS で CPU 名の確認

2.3.9 BIOS の設定

BIOS の boot 画面から、Dual Boot Order 1 に CD, DVD が来るように設定した。この時の状況を図 21 に示す。change and save を選択した。

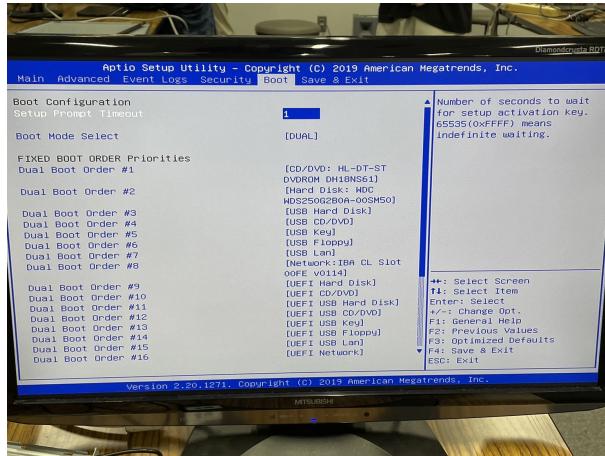


図 21 BIOS の設定

2.3.10 Linux のインストール

Ubuntu 20.04 LTS インストール用の CD/DVD-ROM を光学ドライブに入れて PC を再起動させた。Ubuntu をインストールを選択し、Keyboard layout を Japanese, Japanese に選択した。Normal installation, Erase disk and install Ubuntsu, continue, Japan Time を選択した。Your name を cs-4, Your computer's name を cs4-Super-Server, Pick a username を cs-4 にした。Choose a password と confirm your password に適切なパスワードを設定した。その後、Restart Now を選択し、再起動した。

コマンドプロンプトから、`sudo chmod 666 /dev/ttyS0` コマンドで、アクセス権限を変更した。パスワードが求められたので、入力した。

2.3.11 ネットワークの設定の確認

まず、`/sbin/ip` コマンドで `ip` コマンドの構文や利用できるオプション・サブコマンドを確認した。次に、`man ip` コマンドで、`ip` 命令のマニュアルを確認した。そして、`ip addr > hoge.txt` 命令で、`ip addr` 命令の内容を `hoge.txt` に保存した。詳細は、結果や考察で記す。

2.3.12 SSD にインストールされた OS の消去

`sudo dd if=/dev/zero of=/dev/sda` 命令を実行し、OS をアンインストールした。3 分くらい経過した時点で `ctrl-C` で処理を中断し、シャットダウンした。再起動し、OS が消去されたことを確認した。

2.4 実験結果

2.4.1 ネットワークの設定の確認

`/sbin/ip` コマンドで出力された内容を図 22 に示す。`ip OPTIONS OBJECT COMMAND | help` というのが、基本構文であることが分かる。使用可能な OBJECT（オブジェクト）link: ネットワークインターフェースに関連するコマンド、`address:` IP アドレスに関連するコマンド、`route:` ルーティングテーブルに関連するコマンド、他には `rule`, `neigh`, `ntable`, `tunnel` などもある。

オプションには、`-f: force`（強制）オプション、`-s: statistics`（統計）情報を表示、`-details: 詳細情報`を表示、

-4, -6: IPv4 や IPv6 のアドレスのみを表示, -brief: 概要のみを表示するオプションなどがある.

man ip コマンドで出力された内容を図 23 に示す. NAME セクション, SYNOPSIS セクション, オプションがあることが分かる. オプションには, -V: バージョンを表示して終了。-h: 出力を人間が読みやすい形式で表示 (human-readable) , -s: 統計情報を表示, -d: 詳細情報を表示, -4, -6: IPv4 または IPv6 に限定した情報を表示するなどのものがある.

ip addr > hoge.txt 命令で作成された hoge.txt の内容を図 24 に示す.

1. lo はループバックインターフェースを表しており, システム自体にネットワークの接続を行うための仮想インターフェースである. LOOPBACK,UP,LOWER UP: インタフェースの状態を示す. LOOPBACK はループバックインターフェースであることを示し, UP はインターフェースが有効であることを表す. mtu 65536:MTU (最大転送単位) は, インタフェースで転送できる最大パケットサイズ (バイト単位) である. ループバックインターフェースの場合は 65536 である. qdisc noqueue: このインターフェースはキューを持っていないことを示す. ループバックインターフェースには通常、パケットキューは不要である. inet 127.0.0.1/8:IPv4 アドレスで, ループバックアドレス 127.0.0.1 が割り当てられていることを示す. /8 はサブネットマスクの範囲を示し, この範囲内のアドレスはループバックとして使われていることを示す. inet6 ::1/128:IPv6 アドレスとして ::1 が割り当てられていることを示す. /128 はその特定のホストを示す IPv6 アドレスの範囲である.

2. eno2 は有線ネットワークインターフェースを表している. BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER UP: BROADCAST はブロードキャストがサポートされていること、MULTICAST はマルチキャストがサポートされていることを示す. mtu 1500: MTU は 1500 バイトである. qdisc mq: キューイングディシプリン (qdisc) として mq が設定されている. state UP: インタフェースが動作中であることを示している. link/ether ac:1f:6b:ad:ee:bd: MAC アドレス (物理アドレス) は ac:1f:6b:ad:ee:bd であることが分かる. altnname enp2s0: eno2 の別名 (alternative name) が enp2s0 であることが分かる. inet 10.10.102.191/16:IPv4 アドレスは 10.10.102.191 で, サブネットマスク /16 は 255.255.0.0 である. valid lft 21274sec と preferred lft 21274sec: この IP アドレスの有効期間 (リース時間) を秒数で示している. inet6 fe80::d351:2520:fe25:8279/64: リンクローカル IPv6 アドレスである. fe80::/64 はリンクローカル範囲を表している.

3. eno1 は別の有線ネットワークインターフェースである.

NO-CARRIER: インタフェースは有効 (UP) だが, 物理的にネットワークケーブルが接続されていないことを意味している. BROADCAST,MULTICAST,UP: ブロードキャストとマルチキャストがサポートされており, インタフェースは有効であることを示す. state DOWN: インタフェースは物理的に接続されていないため, 動作していない状態であることが分かる. link/ether ac:1f:6b:ad:ee:bc: MAC アドレスは ac:1f:6b:ad:ee:bc である. altnname enp0s31f6: 別名 (altnname) は enp0s31f6 であることが分かる.

ここからわかるることは, 考察に記す.

```
cs-4@cs4-Super-Server:~ $ /sbin/ip  
usage: ip [ OPTIONS ] OBJECT { COMMAND | help }  
      ip [ -force ] -batch filename  
where OBJECT := { link | address | addrlabel | route | rule | neigh | ntable |  
                 tunnel | tuntap | address | route | rule | monitor | xfrm |  
                 netns | l2tp | fou | macec | tcp_metrics | token | netconf | lla |  
                 vrf | srn | nexthop |  
                 [statistics] | [-details] | [-revalidate] |  
                 [-human-readable] | -tec | -json | -prettyprint |  
                 [-family] { inet | inet6 | mpls | bridge | link } |  
                 -4 | -6 | -I | -D | -N | B  
                 [-loops] { maximum-addr-flush-attempts } | -br[ef] |  
                 [-o[neline]] | [-t[imestamp]] | -s[tamp] | -[batch] [filename] |  
                 [-rcvbuf] [size] | -netns name | -N[umeric] | -a[ll] |  
                 [-c[onfig]]
```

図 22 /sbin/ip コマンド

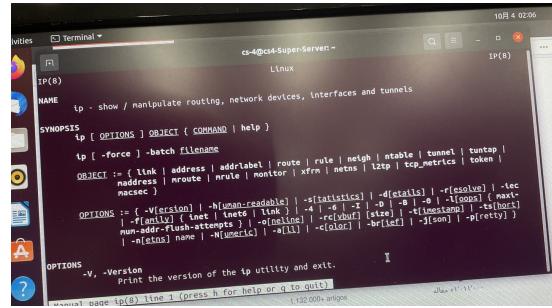


図 23 man ip コマンド

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
inet 127.0.0.1/8 scope host lo
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 ::1/128 scope host
    valid_lft forever preferred_lft forever
2: eno2: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
link/ether ac:1f:6b:ad:ee:bd brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
altname enp2s0
inet 10.10.102.191/16 brd 10.10.255.255 scope global dynamic noprefixroute eno2
    valid_lft 21274sec preferred_lft 21274sec
inet6 fe80::d351:2520:fe25:8279/64 scope link noprefixroute
    valid_lft forever preferred_lft forever
3: eno1: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state DOWN group default
link/ether ac:1f:6b:ad:ee:bc brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
altname enp0s31f6
```

図 24 hoge.txt

2.5 考察

2.5.1 ネットワークの設定の確認

図 24 の ip addr 命令の eno2 の結果から、ネットワークに接続されているが、IPv4 アドレスが 10.10.102.191 であるため、これはプライベートネットワークのアドレス空間であると考えられる。このため、インターネットに直接アクセスするためには、NAT（ネットワークアドレス変換）が必要である。また、状態は UP であるため、正常に動作していると判断できる。実際に firefox でインターネットに接続したところ、うまくつながった。

3 調査課題 1-1 最新の PC 事情について

3.1 メモリ

まず、DDR, SDRAM のメモリ間の違いについて調べた。

SDRAM の第 1 世代は DDR SDRAM である。これは、サイクルごとに 1 回受け入れられる同じコマンドを使用されるが、クロックサイクルごとに 2 つのデータワードを読み書きする。DDR インターフェイスは、クロック信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジでデータを読み書きすることでこれを実現できるようになった。

DDR2 SDRAM は読み書きの最小単位が再び 2 倍になり、連続する 4 ワードに達する。また、バスプロトコルも簡素化され、より高いパフォーマンスを達成した。特に、「バースト終了」コマンドは削除された。その結果、内部 RAM 動作のクロックレートを上げることなく、SDRAM のバスレートを 2 倍にできるようになった。

DDR3 SDRAM では、最小読み出し/書き込み単位を 8 連続ワードに倍増させることができるようにになった。その結果、内部動作のクロックレートを変更することなく、幅だけを変更し帯域幅と外部バスレートを再び 2 倍にできるようになった。ただし、800-1600M 転送/秒を維持するために、内部 RAM アレイは 100-200M フェッチ/秒を実行する必要がある。

DDR4 SDRAM は内部プリフェッチ幅を再び 2 倍にすることはないが、DDR3 と同じ 8n プリフェッチを使用する。(Saki, 2023)

次に、ECC メモリについて、調べた。ECC メモリは、データのエラーを検出し修正する機能を持つメモリである。主にサーバーやクリティカルなシステムで使用され、データの整合性を保つために重要である。ECC は、データが破損した際に自動的に修正を行うため、安定した動作が求められる環境で重宝される。また、ECC とは、データを伝送・記録する際に発生する誤りを受信や読み出しの際に検出し、訂正することができるよう付加される符号である。(e-Words, 2024)

次に、CAS レイテンシ (Column Address Strobe latency) について調べた。CAS レイテンシは、アクセスしたい記憶素子の列アドレスを指定する信号を送出してからデータが届き始めるまでにかかる遅延時間のことである。これは、コンピュータのメインメモリに用いられる DRAM (Dynamic RAM) の特性および性能指標の一つである。この値が小さいほど高速に入出力できる。

CAS レイテンシはクロック信号何回分に相当するかで表される。CL=2 のときは CAS レイテンシが 2 クロック分必要であることを示している。(e-Words, 2024)

最後に、デュアルチャンネルメモリについて調べた。デュアルチャンネルメモリは、2 つのメモリモジュールをペアで使用する技術である。これにより、データの帯域幅が倍増し、システム全体のパフォーマンスが向上する。デュアルチャンネルモードでは、メモリが同時にデータを読み書きできるため、アプリケーションの応答性や処理速度が改善される。(crucial, 2024)

3.2 ビデオカード

ビデオカードとは、コンピュータの映像を信号として、出力または入力する機能を拡張カードとして独立させたものである。「ビデオボード」「グラフィックカード」「グラフィックボード（俗称グラボ）」「グラフィックスカード」「グラフィックスボード」「グラフィックスアクセラレーターカード」ともいう。

ゲームや3Dグラフィックスなど、ビデオカードはゲーム用途で広く使用してきた。特に、NVIDIA RTX 4090やAMD Radeon RX 7900 XTなどの高性能ビデオカードは、最新のゲームでレイトレーシングや高度なグラフィック処理を実現している。これらのカードは、特にグラフィックのリアルさやフレームレートを向上させるため、ゲーマーにとって必須のツールとなっている。

最近では、GPUは人工知能（AI）や機械学習にも大きな役割を果たしている。例えば、ディープラーニングのトレーニングや推論処理に広く採用されている。ビデオカードは大規模なデータセットを処理するための並列処理能力に優れており、特にAI開発において高いパフォーマンスを発揮する。

ビデオカードの最新の動向として、現在と10年前のビデオカードの性能を調査する。代表的なビデオカードとして、NVIDIA GeForceの製品で比較する。最新の製品をGeForce RTX 4090、10年前の製品をGeForce GTX 780とする。それぞれ、図25、図26に示す。

比較項目として、メモリサイズ、コアクロック周波数、最大消費電力450W、G3D Markの値を用いる。

メモリサイズは、グラフィックス処理に必要なデータ（テクスチャ、シェーダ、フレームバッファなど）を一時的に保存する。特に高解像度のグラフィックや3Dレンダリングを扱う場合に、このメモリが重要な役割を果たす。

コアクロック周波数は、ビデオカードのコアが1秒間に処理できる命令のサイクル数を示す。

最大消費電力は、ビデオカードが最大パフォーマンスを発揮する際の電力消費量を意味する。

G3D MarkはPassMark Softwareが提供しているベンチマークテストの結果として算出され、GPUのグラフィック処理能力を測るために広く利用されている。

表1 ビデオボードの性能比較

ビデオボード名	メモリサイズ	コアクロック周波数	最大消費電力	G3D Mark
GeForce RTX 4090	24576 MB	2230 MHz	450 W	38569
GeForce GTX 780	6144 MB	863 MHz	250 W	8003

表1にあるようにGeForce RTX 4090の性能について、メモリサイズは24576MB、コアクロック周波数2230MHz、最大消費電力450W、PassMark Software提供しているベンチマークテストG3D Markの結果は38569である。

GeForce GTX 780の性能について、メモリサイズは6144MB、コアクロック周波数863MHz、最大消費電力250W、G3D Markの結果は8003である。（PassMark, 2024）

メモリーサイズは約4倍、コアクロック周波数は約3倍、G3D Markの結果は約5倍と大幅に性能が良くなっていることがわかる。それに対し、最大消費電力は約2倍しか大きくなっておらず、電力効率は良くなっている。

いるといえる。



図 25 GeForce RTX 4090



図 26 GeForce GTX 780

4まとめ

4.1 実験を通して分かったこと

PC パーツの役割や組み立て方についての知識を得ることができた。

4.2 工夫したこと

実験で行ったことについて逐一メモを取り、後から確認しやすいようにした。

4.3 反省点

Linux をインストールする際のユーザ名やパスワードの設定で、仕様書をよく読まずに間違ったものを設定してしまった。今回は一日限りの実験で、使用後にアンインストールしたので大きな問題にはならなかったが、他の実験ではこのようなことが起きないように注意したい。

参考文献

- [1] Saki: *SDRAM とは DDR2、DDR3、DDR4 メモリの違い*.
<https://jp.minitool.com/lib/sdram.html> 2023.
- [2] e-wWrds: *誤り訂正符号【ECC】*.
<https://e-words.jp/w/%E8%AA%A4%E3%82%8A%E8%A8%82%E6%AD%A3%E7%AC%A6%E5%8F%B7.html> 2023.
- [3] e-wWrds: *CAS レイテンシ*.
<https://e-words.jp/w/CAS%E3%83%AC%E3%82%A4%E3%83%86%E3%83%B3%E3%82%B7.html> 2024.
- [4] crucial: *デュアルチャネルメモリとは？*.
<https://www.crucial.jp/articles/about-memory/what-is-dual-channel-memory> 2024.

[5] PassMark: *High End Video Card Chart*.

https://www.videocardbenchmark.net/high_end_gpus.html 2024.