

松 山 大 学 論 集  
第 27 卷 第 1 号 抜 刷  
2 0 1 5 年 4 月 発 行

パソコン製作によるハードウェア理解の  
実践的な情報教育

檀 裕 也

# パソコン製作によるハードウェア理解の 実践的な情報教育

檀 裕 也

## 1 はじめに

2013年度に「演習第三」および「卒業論文」に取り組む本学経営学部4年次生を対象に実施したヒアリング調査によると、大学における講義や情報資格試験でパソコンのハードウェアに関する基礎的および専門的な知識を学んでいるものの、メモリの増設やハードディスクの換装、ネットワークの構築といった実際の情報機器（ハードウェア）の管理に対する苦手意識を持つ学生が多いということが判明した。もちろん、私の担当する演習（ゼミ）ではプログラミング学習やコンテンツ制作を通じたソフトウェアの部分に焦点を当てることが多く、組み込み系を含めたハードウェアの理解はスマートフォンやタブレットにおける基本ソフト（OS）の制御までにとどまるという事情もある。しかし、システムエンジニアやプログラマーのような情報ビジネス分野に限らずとも、情報機器を活用してビジネスを推進する産業界で活躍するには、情報処理推進機構（IPA）が実施する国家資格である基本情報技術者試験に合格する程度の知識とともに、ソフトウェアおよびハードウェアに関する実践的な理解と経験を持ち合わせていると有利になるに違いないと考えられる。

そこで、2014年度は本学経営学部の「演習第一」に所属する学生20名を対象に、パソコンの部品を組み立てて製作することを通じ、ハードウェアに対する理解を促進させるとともに、OSのインストールやアプリケーションのプログラミングを通して、その性能評価や限界を学ぶカリキュラムの策定を検討

することになった。具体的には、事前の学習によってハードウェアに関する理解を深めた上で、中央演算処理装置、主記憶装置、補助記憶装置、入力装置および出力装置をはじめとするパソコンパーツを購入し、2つのチームに分かれてそれぞれのパソコンを組み立てる。その際、学生にとってなじみの深い Microsoft Windows 8.1 Pro (64 ビット版) のインストールとともに、学内ネットワークへの接続や無線 LAN ルータの設定に伴う通信の暗号化など情報セキュリティ対策について総合的に学ぶ。本研究課題による製作で完成したパソコンは、ベンチマークテストを用いた性能評価をするとともに、少なくとも「卒業論文」までの3年間は演習における研究設備の一部として有効活用することが想定されている。なぜなら、自ら製作したパソコンを使ってプログラミングやソフトウェア開発を進めることは、そうでない場合に比べてモチベーションの維持に極めて有効な作用を導くと考えられるからである。

座学での理解とパソコン製作の実践という両輪によるシナジー効果によって、情報機器の設計・管理・運用といった場面において、標準的な知識とスキルを備えた人材を育成するような情報教育のカリキュラムを実証するだけでなく、情報コースを選択しているとはいえハードウェアの経験に乏しい学生の教育効果や課題について観察したい。

パソコン製作を取り入れた実践的な情報教育の事例として、関東学院大学工学部で開講されている「パソコン製作実習」がある。その授業では、パソコン部品の選択から学生に決定権を与え、与えられた予算の範囲内で秋葉原まで出向いて実際に調達するところまでカバーしているところに大きな特徴がある。しかし、本研究ではパソコン部品の調達をするための店舗が極めて限定されているという松山地域の事情に鑑み、パソコン構成の選択と調達は教員の側で用意することにした。

その他の事例としては、江上邦博 [1] が報告した千葉経済大学、八木徹 [2] が報告した江戸川大学などでの取り組みが知られているが、高等学校普通科の「情報」の授業にパソコン製作の実習を取り入れているところもある。

なお、本研究は 2014 年度に交付を受けた松山大学教育研究助成の成果である。

## 2 組み立て部品

パソコン製作に用いるため、マザーボード、中央演算処理装置 (CPU)、主記憶装置 (メインメモリ)、補助記憶装置 (ハードディスクおよび光ディスク)、電源、PC ケース、キーボード・マウス、スピーカー等の組み立て部品一式を 2 台分まったく同じ構成 (表 1) で準備した。また、製作作業用に軍手とプラスドライバーおよびマイナスドライバーを用意した。

表 1. パソコン部品の一覧

パソコン部品	商品名・型番
マザーボード	ASUS 製 H97 PLUS
CPU	Intel 製 Core i7 プロセッサ (i7-4790)
メインメモリ	CFD 製 8 GB モジュール 2 枚
ハードディスク	SEAGATE 製 ST1000DM003
光ディスク	LG 製 GH24NSB0BK
電源	HEC 製 COUGAR GX-S 500W
PC ケース	ZALMAN 製 ATX 対応 Z3 PLUS
キーボード・マウス	Microsoft 製 APB-00030
スピーカー	ロジクール製 Z150BK

### (1) マザーボード

マザーボードとして用意したのは、ASUS 製の H97 PLUS である。このマザーボードは、Intel 製の H97 Express チップセットを搭載し、CPU は LGA1150 ソケットで、第 4 世代、新第 4 世代および第 5 世代の Intel 製 Core i7/Core i5/Core i3、Pentium および Celeron (プロセスルール 22 nm) に対応している。メインメモリの規格は DDR3 1600/1333 MHz の 4 スロット構成 (デュアルチャンネル対応) で、最大 32 GB まで搭載可能である。ストレージ機能は、SATA イ

インタフェースおよびPCIe インタフェースの両規格のSSD モジュールに対応したM.2 スロット(最大で10 Gb/sの転送速度を実現する)とともに、SATA 6 Gb/s ポートを6基搭載している。

グラフィックス機能、ネットワーク機能およびオーディオ機能はオンボードである。グラフィックス機能はIntel HD Graphicsをサポートし、最大解像度4,096×2,160(24 Hz)または2,560×1,600(60 Hz)のHDMI、最大解像度2,560×1,200(60 Hz)のDVI-D出力、および最大解像度2,560×1,200(60 Hz)のVGA出力をインタフェースとして搭載している。今回のパソコン製作には直接関係しないものの、AMD CrossFireX TechnologyによるマルチGPU対応(最大4GPU構成)は注目に値する。今後のリアルタイムグラフィックス処理に関する研究において、計算負荷のあるCG表現やGPGPUといった大規模演算の実験で活用する道がある。ネットワークはRealtek製の8111GR Gigabit LANコントロールによるギガビット対応である。主に、ネットワーク対応ストレージ(NAS)を用いた大容量ファイルの共有にも対応できるように配慮したものである。オーディオ機能として、7.1チャンネルHDオーディオコーデックに対応したRealtek製のALC887を搭載し、サウンド効果を最適化したCrystal Sound 2の機能を利用して高品質なオーディオ出力が期待できる。

デスクトップパソコンとして、なるべく長期の運用期間が実現できるよう拡張機能にも注意を払った。拡張スロットは、PCI Express 3.0 x16スロットを1基、PCI Express 2.0 x16スロットを1基、PCI Express 2.0 x1スロットを2基、およびPCIスロットを2基搭載し、グラフィックス機能を含めた将来の機能拡張に備えた。また、USB機能は、USB 3.0 Boostに対応し、USB 3.0対応ポート6基およびUSB 2.0対応ポート8基を搭載している。

## (2) CPU

CPUはIntel製の第4世代Core i7プロセッサ(i7-4790)を用意した。2014年第2四半期に発売された本製品のベース動作周波数は3.6 GHz(TurboBoost

時は最大 4 GHz) で、8 M バイトのキャッシュを搭載する最新型である。4 コア (8 スレッド) のマルチコア 64 ビット CPU という高性能ながら、熱設計電力 (TDP) は 84 W と低く抑えられている。本 CPU に内蔵されているグラフィックス機能 Intel HD Graphics 4600 は、コアクロックはベースで 350 MHz、最大で 1.2 GHz で動作し、OpenGL 4.3 および DirectX 11.1 に対応している。

### (3) メインメモリ

基本ソフトウェア (OS) およびアプリケーションの快適な動作に必要なメインメモリには、CFD 製の W3U1600PS シリーズの 8 GB モジュール 2 枚で構成した。この製品は DDR3 規格に対応し、動作クロックは 1600 MHz、動作電圧は 1.5 V、ラテンシーは CL11-11-11-28 である。

### (4) ハードディスク・光ドライブ

作成したプログラムやデータを保存するために導入したハードディスクは SEAGATE 製の ST1000DM003 (SATA 規格対応) である。容量は 1 TB、回転数は 7,200 rpm、平均シークタイムは 9 ms で動作し、64 MB のキャッシュを搭載している。主な用途は開発または制作用アプリケーションプログラムやデータの保存であるが、映像や音声などのマルチメディアデータは容量が大きく、ディスク容量が逼迫するような場合は、既に使用されているネットワークドライブの援用を想定している。

また、基本ソフト (OS) のインストールやアプリケーションプログラムのインストールなどで利用する光ディスクドライブは LG エレクトロニクス製の内蔵 DVD スーパーマルチドライブ GH24NSB0BK (ブラック) を用意した。SATA 接続によって DVD の多様な規格に準拠し、書き込み速度 24 倍速まで対応している。

### (5) 電源ユニット

電源ユニットに採用したのは、コンピューケース・ジャパン (HEC) 製の COUGAR GX-S 500W HEC-GX-S 500/A である。将来、グラフィックスボードなどの拡張に備えて余裕のある 500 W の電源容量とした。

### (6) PC ケース

PC ケースは ZALMAN 製の ATX 対応ミッドタワー Z3 PLUS を用いた。主に光ディスクドライブ用の 5.25 インチの外部ベイを 2 基、主にハードディスク用の 3.5 インチの内部ベイを 4 基搭載するほか、拡張カードは最大 360 mm の高性能グラフィックカードを含めて 7 スロットまで差し込むことが可能である。さらに、ヘッドフォンやマイク端子のほか、USB 2.0 を 2 基、USB 3.0 を 1 基と入出力ポートがケース前面上部に用意されている。

組み立てパソコンの性能には直接影響しないが、パソコンの内部が見られるようにサイドパネルに透明アクリル板を使用しているところは意外なポイントである。いったんパソコンが完成してしまうと、トラブル発生時や部品の増設などの機会がない限り、本体ケースを開けることはない。しかし、常に内部構造が見られるということは、“手軽にコンピュータのハードウェアを見ることができる” という利点がある。

### (7) その他

キーボードとマウスは、特に大きなこだわりはないことから、Microsoft 製の APB-00030 をセットで購入した。入力装置としては、グラフィックス描画用にペンタブレットを持参する学生が多い。また、スピーカーはロジクール製の Z150BK を用意した。DTM の作業では、スピーカーよりも持参したイヤホンを用いることが多いようである。

また、別件で導入したパーソナル 3D プリンタ「da Vinci 1.0」を接続し、立体造形にも取り組んだ。これは、2015 年 1 月 28 日の「経営学部基礎演習」

の授業でモデリングソフト「メタセコイア」を用いてモデリングしたデータを翌週の補講に3Dプリンタで出力したものである。数年後の新しい機材との接続を考慮し、拡張可能性を担保するというシステム論の合理的な考え方は、今後のビジネス社会の中で最も求められる能力の一つである。

### 3 組み立て作業

PCの組み立て作業は、2014年11月19日4時限目の「演習第一」（経営学部2年次生20名受講）の時間帯に、教育研究助成の模擬授業を兼ねる形で実施した。当日は2つのチームに10名ずつ分かれ、それぞれのチームごとに1台のパソコンを組み立てるという実習形式をとった。なお、チームの編成はメンバー構成のエントロピーが最大となるように、すなわち、PCスキル、履修科目、出身高校、男女性別などの要素が多様化されるという目的関数に従って、モンテカルロ・チーム構成法が採用された。モンテカルロ・チーム構成法とは、無作為に並んだ一列の全メンバーに番号づけをし、その偶奇性によって2つのチームに分ける方法で、教員の提示した目的関数に対して学生がその場で考案した。一般に、剰余類を考慮することで、任意のチーム数に分けることができる優れた方法でもある。ちなみに、これまでにパソコン製作の経験があるという学生は一人もいなかった。

#### (1) チームビルディング

パソコンの組み立てを始めるにあたって、チーム内での役割の分担が重要となる。1チームに所属するメンバーは10名であることから、十分な意思疎通ができていないと、パソコンの完成までに大幅な時間のロスが発生することや、そもそも完成しないということさえあり得る。学生たちの様子を観察していると、パソコンの部品を箱から取り出し内容を確認しながら、メンバー間で組み立ての進めかたと役割の分担について相談しながら進めていた。作業手順の中には、パソコンの部品を組み立てる作業を中心に、その作業を補助する役

割や組み立ての手順をディレクションする役割、不明なことをマニュアルや Web で調べる役割など多岐にわたる。その中には、ケースの解体など力作業となるものも含まれている。多くの場合、ローテーションを交えながら作業を分担しているように観察された。ときには組み立て作業の並列化によって作業効率を上げるという工夫を試みたこともあった。プロジェクトの作業工程を小さく分割してスケジューリングするといった作業分解図 (Work Breakdown Structure, WBS) はプロジェクトマネジメントで基本的なツールとなるが、「経営科学」で学んだ知識がパソコン製作という小さなプロジェクトでも活用されて作業の効率化を目指した点は高く評価できる。

## (2) マザーボードへの取り付け

まず、静電気に注意しながら CPU をパッケージから取り出し、ピンやダイの様子を観察する。その後、CPU に比べて、それを冷却するためのファンの大きさに気づき、CPU における演算に伴う発熱量について実感する。マザーボード上に固定具を用いて CPU を固く取り付け、シリコングリスで熱伝導性を確保した後に CPU ファンをその上に取り付ける。その際、CPU のコアと CPU ファンのヒートシンクが密着するように、かなり大きな力を入れて固定しなければならない。

このような場面で取り上げることの多い雑談の一つとして、ファンによって送られる風の向きに関するものがある。ファンの回転は、風が CPU から外部へ送る向きにすべきか、逆に外部から CPU に送る向きにすべきかという簡単な問題である。意外なことに、多くの学生は前者の方法を選択し、CPU で発生した熱を外部に送って逃がそうと考える。もちろん、実際には逆で、室温の状態にある空気を外部から CPU に吹き付けることが正解である。だいたい、扇風機を想像してもらって、どちらの向きから当たると涼しくなるか、という日常生活における身近な例題を与えることで納得してもらえる。

次に、マザーボードにメインメモリを取り付ける。その際、メインメモリの

切りかけの位置を気にすることで向きを間違えずに（そもそも向きを間違えて装着できないような仕様になっている）装着することができる。このとき、4つある空きスロットのうち、どの2つにメインメモリを取り付けることが最適なのかという問題が浮上する。マザーボードのユーザーズマニュアルに明記されているように、スロット番号の若い順にスロットを埋めていけばよいわけだが、そのときCPUからの距離が近いということに気づく。マザーボード上でデータのやり取りの経路となる信号線の長さが短ければ、その分だけ通信速度が稼げたり、ノイズの発生を抑えることができたりするという結論に至る。このような自明な最適解に自然に気づくという学習の効果は、パソコン製作の実習で得られる大きな要素である。

### (3) 電源ケーブル・信号ケーブルの取り付け

PC ケースの側面カバーを外してマザーボードと電源をPC ケース内にスペーサおよびネジ止めで固定し、ハードディスクと光ディスクドライブをベイに装着したら、電源から電源ケーブルをマザーボードや各ドライブ等に、マザーボードから信号ケーブルを各ドライブ等に接続し、パソコン部品を結合する。

電源ケーブルには、電源ユニットからマザーボードに接続するATXメインコネクタ、CPU供給用の電源、ハードディスクや光ディスクドライブ供給用のSATA電源コネクタなどがあり、これら電源ケーブルをパソコン内部の電源が必要な各装置に配線する。また、CPUファンやPCケースのファンにも配線する。なお、今回は必要ではなかった、グラフィックボードを拡張するときには、そこにも電気の供給が必要になることに注意しておく。

信号ケーブルは、マザーボードからハードディスクや光ディスクドライブへのSATAインタフェースで接続するほか、USBなどのインタフェースや音声信号用、ファンや電源の動作確認用のLEDにも配線が必要となる。LEDには極性があるため、電極の向きを間違えると正常に動作していたとしても点灯しないという点に注意する必要がある。これらの配線はコンピュータの動作原理

を考慮せず、とにかく闇雲にマニュアルの手順に沿って進めようとした学生にとっては難関だったようである。また、電源ボタンにも信号線が接続され、パソコンの起動時にショートさせることでマザーボードに認識させるという気づきも得られた。

#### (4) 通電と動作確認

一通りの組み立てが終わったら、電源投入によるパソコンの動作確認を行う。直前の工程で、電源ケーブルや信号ケーブルが正しく取り付けられていない場合は、ここで問題が顕在化し、作業の手戻りということになる。やはり、マザーボード上でピープ音および赤色 LED によるアラートが発生したり、動作確認用の LED が消灯したままだったりといった不具合が見られたものの、作業の手戻りによって事態を回復させた。

#### (5) BIOS の設定

正しく通電したことが確認できると、パソコンを起動して BIOS の設定画面が表示される。基本的に、マザーボード上に搭載した CPU の種類や動作状態（電圧、動作クロック等）、メインメモリの容量、ハードディスクの容量などの確認ができるほか、ファンの動作状態（回転数等）や日付・時刻情報を見ることができる。特に、改めて設定を加える必要はないが、パソコンで Windows ではないものが動いている様子に、学生たちは戸惑いと少しだけ驚いた表情を見せた。

#### (6) OS のインストール

光ディスクドライブに Microsoft Windows 8.1 Pro のインストール DVD を挿入し、パソコンの電源投入後に起動ディスクとして選択すると、同 OS をインストールすることができるようになる。本 OS の選択は、学生たちの所有ノートパソコンのものと同じだからという理由である。特に、大きな問題が発生す

ることなく OS のインストールが進行する。最後に、完了したような画面になるが、OS から各機器が正常に認識されているのか「デバイスマネージャー」で確認し、不足しているデバイスドライバを各機器に付属した DVD などを使ってインストールした。

### (7) ネットワークの接続

スタンドアロンとしてパソコンのハードウェアおよびソフトウェアの構築が完了したら、無線 LAN ルータを用いてネットワークに接続することを試みる。組み立てられたパソコンにはネットワーク機能が内蔵されているため、LAN ケーブルを用いて無線 LAN ルータに接続する。IP アドレスや DHCP など無線 LAN ルータの設定をマニュアルに従って行い、特に無線電波のセキュリティに関する設定に配慮した。無線 LAN ルータの WAN 側は、同様に LAN ケーブルを用いて学内ネットワークに接続する。学内ネットワーク認証を経てインターネットに接続されたことが確認できると、基本的なネットワーク環境が構築できたことになる。

### (8) チームワーク

今回のような 10 名のチームによる共同作業では、チームワークを意識しながら作業をする必要がある。リーダーとしてチームをまとめる学生、ローテーションで交代しながらも作業を担当する学生、その周辺でさまざまな支援を試みる学生、チーム内および場合によっては他のチームとの情報交換をする学生というように、メンバーとして自分の役割を見出しつつパソコンの完成というゴールに向かっていかなければならない。ディレクションや問題発生時の解決など、常に状況を伝えるスキルとともに、全体の中で目の前で起こっていることを把握するスキル、どちらかといえばルーティンワークよりもイベント駆動型の作業という性質を帯びる中で、このようなコミュニケーション能力は大切なものである。おそらく、1 チーム 10 名のメンバー構成という組織は、どち

らかと言えば情報や意識の共有にボトルネックが発生しやすくなる多さであって、作業の分担を含めて協力して作業を進めていくことの困難さを体感することになったのではないかと考えられる。実際、このパソコンを組み立てた後のプロジェクト活動としてソフトウェア開発に取り組んだ時には2～7人のチーム分けをしたが、この時の経験が大きく役立てられているように感じられる。

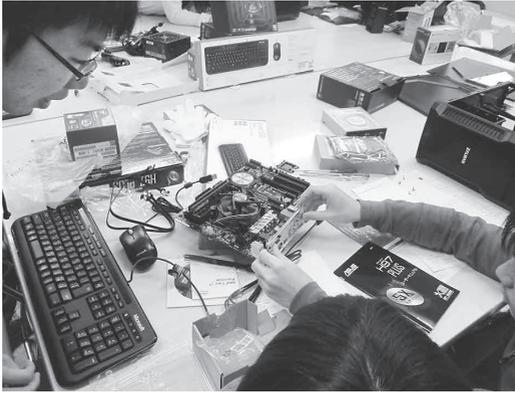


図1. マザーボードに部品を取り付けている様子



図2. チームごとにそれぞれのパソコンが完成した

## 4 教育効果

学生たちは、その1週間前のゼミの時間に、すべてのPC組み立て部品を見ることができ、必要に応じて事前に情報を調べることができるようになっていた。実際、事前にパソコン部品のスペックや型番などの情報を調べていた学生がパソコン製作を主導的に進めていた。また、図書館からパソコン製作に関する書籍を借りて、準備していた学生も大きな貢献をした。さらに、ほとんどすべての学生はインターネットの情報でパソコン製作そのものについて事前に調べていたほか、製作途中に問題が発生した場合には、その場でスマートフォンを用いてWeb上の関連情報を検索し、問題の解決に役立てていた。中には、知人や経験者にパソコン製作について情報収集した学生もいたようだ。

経営学部の学生たちは、高校在学時の「情報」に加え、「情報科学」、「コンピュータ概論」、「ITスキルズ」、「コンピュータ通論」、「Webデザイン論」、「情報処理論（基礎）」、「情報処理論（応用）」、「コンピュータ初級」、「情報システム構築論」、「ソフトウェア工学」、「モバイルアプリ開発演習」といった松山大学で開講されるコンピュータに関する授業科目の中で、情報処理推進機構（IPA）の基本情報技術者試験または応用情報技術者試験に合格する程度の知識を身につけることができる。それら主にテクノロジー系の専門知識は、「経営情報総論」、「経営情報システム論」、「経営科学」といったマネジメント系およびストラテジ系の専門知識と組み合わせることによって、情報機器を活用してビジネスを推進するあらゆる産業界で活躍する人材に求められる能力となる。

「情報処理の促進に関する法律」に基づき情報処理技術者試験を実施する独立行政法人情報処理推進機構（IPA）によると、基本情報処理技術者の試験における対象者像として「高度IT人材となるために必要な基本的知識・技能をもち、実践的な活用能力を身に付けた者」を想定している。具体的には、情報技術を活用した戦略立案およびシステムの設計・開発・運用に関する基本的知

識・技能によって企業経営や社会システムなど需要者が直面する課題を解決する役割が期待されている。さらに、応用情報技術者の試験における対象者像として「高度 IT 人材となるために必要な応用的知識・技能をもち、高度 IT 人材としての方向性を確立した者」を想定し、独力で課題を解決する役割が期待されている。

本節では、IPA が公開している基本情報処理技術者試験のシラバス [3-4] のうち、ハードウェアに関する事項について検討した後、パソコン製作を終えた学生の自己評価について紹介する。

### (1) スキル標準

コンピュータの基本的知識として、5つの装置（演算装置、制御装置、記憶装置、入力装置、出力装置）から構成されていることは、情報分野の教育において比較的初めのほうで取り上げられる。その上で、装置間の基本的な制御の流れ、データの流れを理解することが情報処理の基本となる。

CPU は演算装置と制御装置の両方の役割を担っているが、その中で実装されている論理回路（AND 回路、OR 回路、NOT 回路）の組み合わせによって半加算器や全加算器などが実現されていることは、コンピュータの演算における動作原理として、2進数の計算とともに知られていることである。また、演算を組み合わせたコンピュータの命令とアドレッシング方式、および割り込みの仕組みを踏まえて CPU における制御について理解しておく必要がある。これらの事実は、パソコン製作そのものには直接目に見えるという性質のものではないが、座学で学ぶコンピュータの動作原理が CPU という半導体で処理されていることを踏まえて、算術演算や論理演算などの基礎を身につける大きな手掛かりになると考えられる。

実際のところ、CPU の性能であるクロック周波数や L2 キャッシュ容量をはじめ、マルチコアやハイパースレッディングによる高速化技術などは CPU 製品のパッケージに掲載されていることもあって、比較的分かりやすいところに

なってくる。

記憶装置としては、CPU内部のレジスタのほか、主記憶装置（メインメモリ）と補助記憶装置（ストレージ）など、記憶方式の違いによって揮発性、不揮発性、アクセス速度、容量、コスト、物理サイズなどの特徴を理解することが求められる。これらを踏まえた上で、記憶階層の構成、特徴の異なる記憶装置を組み合わせて階層化する目的、考え方を理解できる。メインメモリ上で頻繁に使用されるデータをCPU内部のキャッシュメモリに配置することで処理を高速化する技術は、机上の学習だけでは分かりにくいところではあるが、CPUやメモリモジュールを手にし、マザーボードに装着する経験から、学習者にとって両者の連携が想像しやすくなると考えられる。試験では頻出問題として知られているメモリインタリーブ方式については、デュアルチャネルやトリプルチャネルといったメインメモリの構成とともに理解すると良い。

メインメモリの性能としては、規格のほかメモリ容量がパッケージに記載されている。メモリモジュールの上に、8個のDRAMチップが搭載されていることから1バイトという単位が8ビットに等しいということに気づき、2の32乗が4ギガ（4,294,967,296）という大きさのアドレスになっていることから32ビットのアーキテクチャでは4ギガバイトの壁という制約があることが容易に理解できるようになる。

ストレージには、ハードディスク、SSD（ソリッドステートドライブ）、CD（CD-ROM, CD-R）、DVD（DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R）、ブルーレイディスク、フラッシュメモリ（USBメモリ、SDカード）などの種類がある。基本情報処理技術者試験のシラバスには、取り外しできる記録媒体（リムーバブルメディア）の種類、記録容量、可搬性、利用法、用途などの特徴について理解するように求められている。今回のパソコン製作で使用したのは、ハードディスク、DVD、フラッシュメモリ（USBメモリ）くらいである。ハードディスク製品のパッケージからは記憶容量（1テラバイト）が読み取れるものの、プラッタや磁気ヘッドという内部構造については手掛かりがつかみにくかった。

このあたりの実践的な学習は、不要になったハードディスクを分解して見せるという方法が有効であるように思われる。また、DVDにはDVD-ROM、DVD-RAM、DVD-Rといった規格の違いがあることを理解し、スーパーマルチ方式を知るとともに、DVD規格の乱立状態を反省したことからブルーレイディスクが誕生したという逸話を話題にすることができる。

さらに、基本情報処理技術者試験のシラバスでは、バスの種類、特徴、構成のあらましを理解することが求められている。バスとは、コンピュータ内部でデータをやり取りするための伝送路のことであって、内部バス（CPU内部バス）、外部バス、拡張バスなどに分類される。具体的には、アドレスバス、データバス、コントロールバス（制御バス）、システムバス、メモリバス、入出力バス、シリアルバス、パラレルバスなどがある。拡張バス規格としてのPCIや汎用性のある Universal Serial Bus (USB) は、よく知られているものである。それぞれのバスについて、容量（バス幅）や性能（クロック周波数）などの能力があることを理解できると良い。

入出力デバイスの理解としては、入出力インタフェースとしてのUSBを始め、RS-232C、IEEE1394、SCSI、シリアルATA、HDMI、Bluetooth、IrDAなどの代表的な種類について、転送方式、伝送速度、接続可能台数、用途などの特徴までであることが望ましい。新旧の入れ替わりは将来にわたって想定されるものの、シリアルデータ転送方式とパラレルデータ転送方式の違い、アナログとデジタルの違い、周辺装置を接続する際の接続形態（トポロジ）の種類、特徴を理解することが求められる。ここでは、入出力割込みが果たす役割を含め、プログラム制御方式とDMA（Direct Memory Access：直接記憶アクセス）方式など踏み込んだ内容まで知識があると良い。パソコン製作で登場したのは、USB、シリアルATA、HDMIである。シリアルATAはマザーボードとハードディスクとの接続、および光ディスクドライブとの接続に用いた。HDMIはマザーボードと液晶モニタの接続に用いた。一般的なAV機器にも浸透しているHDMIでは、デジタル技術によって音声とともに高解像度の映像信号

を伝送できることは理解しやすい。

入力装置としては、マウスやキーボードなど代表的なものの種類と特徴を理解することが求められている。残念ながら費用の関係でタッチスクリーンの導入はできなかったが、スキャナ、OCR、OMR、音声入力装置（マイク）、生体認証装置、バーコード読取装置、デジタイザ、タブレット、デジタルカメラ、磁気カード読取装置、ICカード読取装置、A/Dコンバータといった入力装置の存在を知っておきたい。

また、出力装置としては、パソコン製作で液晶ディスプレイとスピーカーを用いた。基本情報処理技術者試験のシラバスでは、CRTディスプレイ、液晶ディスプレイ、TFT液晶、STN液晶、有機ELディスプレイ、プラズマディスプレイ、インタレースモード、ノンインタレースモード、VGA、SVGA、XGA、電子ペーパー、インパクトプリンタ、ノンインパクトプリンタ、シリアルプリンタ、ラインプリンタ、ページプリンタ、レーザプリンタ、インクジェットプリンタ、プロッタ、D/Aコンバータ、プロジェクタ、音声合成装置といった数多くの用語例が示されている。本学では3DプリンタによるCG造形作品を出力できる環境が存在することから、次世代を見据えた情報教育を展開したい。

その他、通信制御装置として、有線LAN機能はマザーボードに内蔵されていたため、ネットワークインタフェースカード（NIC）による拡張というわけではない。今後、無線LANインタフェースカードへの切り替えを視野に入れて、さまざまな入出力装置を担当する事項に適用できる人材の教育に役立てたい。

## (2) 学生による自己評価

今回のパソコン製作に取り組んだ経営学部2年次生による自己評価を紹介する。途中で苦勞する場面があったにしても、最終的には安定して動作するパソコンを組み立てることができたため、全体的な評価および満足度は高い傾向にある。ここでは、回答の中から、パソコン製作における役割、製作を終えての

感想, その他自由記述の項目で得られたものを記す。

普段目にするパソコンの外観ではなく, 内部構造を観察したことで, 「思っていた以上に複雑だった」という感想が得られた一方で, 「思っていたよりも単純だと思いました」という反対の感想もあった。電子基板など細部まで用心深く観察していた学生には前者の反応, システムとしての理解ができている学生には後者の反応があったように感じられる。詳細と大局観, またはボトムアップとトップダウンという両者の見方は, 正しく物事を理解するには必要な視点であるため, 面白い発見である。

また, パソコン部品の組み立てでは, マニュアルの手順に沿って作業を進めていくことが基本となる。しかし, メーカーごとに製品の仕様(スペック)が詳細に記されていたとしても, 他部品や他メーカーのものとの接続部分については記載されていないことが多い。この点は, コンピュータの基礎知識として学ぶインタフェースの名称を機能に応じて知っていることが有利に働いた。

教育の費用対効果(コストパフォーマンス)のことを度外視したところで, 「以前よりゼミの仲間と仲良くなれて良かった」という副次的な効果もあったようである。

### 【役割】

- 本体カバーの解体。
- 見つけたことを指摘したり, 組み立てている人のサポートを行ったりした。
- 組み立て方の手順を伝達したり, わからない部品について調べた。
- パソコンの外部の解体や組み立てをしました。接続に関してインターネットで調べ, プリントアウトしました。
- 製作補助, 指摘。
- 取り付けを手伝ったり, 分からないことがあったら説明書を読んだりして調べました。

- ハードディスク設置，力仕事。
- 何をどうするか指示を出した。
- 部品の取り付け，組み立て。

### 【感想】

- 初めて中身を見て，思っていた以上に複雑だったことに驚きました。同時に普段見ることのない部分を知れたことが嬉しかったです。
- 部品がかなり多く，どこの線をどこにつなげば良いのか手さぐり状態でした。
- 接続に挑戦したのですが，すごく複雑で全くわかりませんでした。複雑だからこそ，パソコンはいろいろな動作ができるのだなあと思いました。
- コードをつなげるのが大変でした。
- パソコン内部は思っていたよりも単純だと思いました。パソコンの内部構造を知ることができて，パソコンの調子が悪くなったりしたときも，これからは今までよりもちゃんと対応することができそうだと思いました。
- 本当にこれで動くのか信じられない気持ちでした。
- 思ったより複雑ではなかった。
- マザーボードには線はないが，電源からの線が多かった。どこにつけたらいいか分からないところが多い。

### 【その他】

- チームの中にパソコンに詳しい仲間がいることがとても心強くと感じました。始める前は失敗をしそうだとか，そもそも完成させることが出来ないのではないかと不安なことばかりでしたが，作業が始まると難しさよりもみんなで一つのものを作る楽しさのほうが強く，また完成したときの嬉しさがとても印象的でした。しかし，私はみんなに頼ってばかりでほとんど役に立てなかったので，少し後悔しています。もう少し自分にできるこ

とを見つけて協力できていれば良かったと思います。今回のパソコン製作を通じて、以前よりゼミの仲間と仲良くなれて良かったです。

- 今回初めてパソコン製作をしたが、次にパソコンを製作する機会があった際には、先導できたらと思っている。雑な扱い方をしていたときもあったが、もう少し慎重に作業をすれば良かったと思った。
- CPUにGPUが入っているオンボードが主流かと思った。CPU自体の性能が高くなっているため普通に使うだけであれば特別GPUを別に買う必要がないのかもしれない。説明書を見てもどこにどう部品をつければいいかわからないので迷走している。

## 5 ま と め

本稿では、2014年度に交付を受けた松山大学教育研究助成の制度を活用して学生に自作パソコンを組み立てさせることで、ハードウェア理解の実践的な情報教育の成果と課題を述べた。その中で、座学による学習だけではカバーすることが難しいパソコン部品に関する理解を深めるという効果があっただけでなく、普段利用しているパソコンの内部構造について親近感を持つことができるようになったという副次的な効果も生み出されている。メインメモリやハードディスクの増設、入れ替えといった作業だけでなく、トラブル発生時に適切に対処できるだけの知識と経験（慣れ）も今後は期待できる場所である。

その上で、単にパソコン部品の詳細知識にとどまらないで、システム論的な考えに基づくエレメントを関連付けながらシステム化するという発想ができるまでに成長可能である。

これまでにパソコンを組み立てた経験のない学生だけで、安定して動作するパソコンが完成した。なお、教員が指示したことは、パソコンを完成させることと感電や静電気に気を付けることの2点だけである。

もちろん、パソコンをはじめとする情報機器は導入だけでなく、今後の運用が大切である。特に、パソコンの利用でOSの更新作業やアプリケーションの

インストール作業、プログラミングによるアプリケーションの開発とテスト、小さなトラブルに対する手当の繰り返しがパソコンの運用能力を高める結果につながる。

出来合いのパソコンと異なることは、ハードウェアに対する遠慮が払拭されていることである。OSを含めてソフトウェア環境の構築も経験しているため、特に萎縮することなく、さまざまなことにチャレンジしようという気持ちから、自作パソコンに対する愛着が芽生えているとも見ることができる。その意識は、新しいことをするときには最も大切なことで、道具を揃えたことによって最大の効果で何か新しいモノを作り出すことができると期待される。

#### 参 考 文 献

- [1] 江上邦博「教材としてのPC組み立て実習の教育的効果に関する一考察」千葉経済大学短期大学部研究紀要第6号, pp. 27-38. (2010)
- [2] 八木徹「コンピュータ組み立て実習による情報教育」江戸川大学の情報教育と環境第10巻, pp. 39-42. (2013)
- [3] 情報処理推進機構「情報処理技術者試験の出題範囲」(2013年4月改訂版)
- [4] 情報処理推進機構「基本情報技術者試験(レベル2)」シラバス(Ver 3.0)
- [5] ASUS, <http://www.asus.com/jp/Motherboards/H97PLUS/>
- [6] Intel, <http://www.intel.com/>
- [7] CFD, <http://www.cfd.co.jp/>
- [8] Seagate, <http://www.seagate.com/>
- [9] LG, <http://www.lg.com/>
- [10] 株式会社コンピューケース・ジャパン(HEC), <http://www.hec-group.jp/>
- [11] Zalman, <http://www.zalman.com/>
- [12] Microsoft, <http://www.microsoft.com/hardware/>
- [13] ロジクール, <http://www.logicool.co.jp/ja-jp>
- [14] Microsoft Windows 8.1 Pro, <http://www.microsoft.com/ja-jp/windows/business/>

(以上, URL は 2015 年 3 月 10 日閲覧)