



必携ノートパソコンの推奨仕様策定における性能評価について

富重 秀樹¹
井上 純一²
林 豊洋³
甲斐 郷子⁴

1 はじめに

九州工業大学では、複数の講義室に計数百台の PC 端末を設置し、ネットブートを用いて Linux と Windows が利用できる環境を利用して情報リテラシーやプログラミング教育が行われています [1]。こうした形態は PC 端末を均一管理することが容易で、かつ学生に同一環境を提供できる面において優れている一方、ネットブート管理ソフトウェアなど必要とされるソフトウェアが高価であること、ホームディレクトリなどを提供するファイルサーバなどに高性能なハードウェアが要求されるといったコスト的な問題があります。また、PC 端末が設置された講義室（以下、端末室と略す）は、ほぼ終日講義で利用されているため、学生に十分な学習機会を提供できていない点も問題と言えるでしょう。

こうした問題に対応すべく多様な側面から検討を重ねた結果、本学では 2019 年度以降に工学部および情報工学部に入学する学部生からノート PC の必携化（以下、BYOD 化と略す）を推進、既存 PC 端末群を順次廃止することが全学の方針として決定されました [2]。この方針に従い、2018 年度を BYOD 化の試行年度と定め、次年度の本格稼働を前に様々な事前準備、検証を行っています。

本稿では、事前準備の一環として情報科学センターが行った利用者自身が持ち込むノート PC の推奨仕様策定における PC 性能評価を行った事例について報告します。

2 必携ノート PC の条件

大学の講義で用いる必携ノート PC の必要な条件として以下の 5 つが挙げられます。

1. 容易に持ち運べるコンパクト型

これまで端末室に限定されていた講義の物理的な制約が緩和され、一般的な講義室でもノート PC が活用されるようになります。学生は毎日自宅からノート PC を持って移動することが想定されるため、持ち運びに容易なコンパクト型であることが必要です。

2. 本学整備の無線 LAN システムに接続できる

本学では学内無線 LAN システムが整備されており、セキュリティを担保するため IEEE802.1X 認証システムが採用されています。また、BYOD 化後の講義では無線 LAN が主な通信手段となるため、接続性の高さや通信速度の確保という点で、IEEE802.11ac 対応することも必要です。

¹飯塚キャンパス技術部 tomisige@isc.kyutech.ac.jp

²飯塚キャンパス技術部 inoue@isc.kyutech.ac.jp

³情報科学センター 助教 toyohiro@isc.kyutech.ac.jp

⁴情報科学センター 准教授 kay@isc.kyutech.ac.jp

3. バッテリーによる駆動が8時間以上
現在の端末室は十分な数の電源コンセントを備えています。一般的な講義室では絶対数が足りません。終日使用可能なバッテリー容量が必要です。
4. 講義に必要なソフトウェアが快適に動作する
全学の方針としてBYOD化が決定した後、各学部においてプログラミング教育をどうすべきかについての議論が行われ、学部教務委員会により現在の教育用システムと同様にLinuxを用いて演習を行う方針が決定しました。ノートPC上でLinuxを動作させるには幾つかの方法が考えられますが、二つのOSが同時にかつ快適に動作するよう、マルチブートではなく仮想化ソフトウェアで実現することを選択、中でも、Windows10Home, macOSで動作するVirtualBoxを採用することとしました。この環境が快適に動作することが必要となります。
5. 学生によるノートPC環境整備を容易にする
2018年度に試行したノートPC初期講習会で配布した、講義に必要なソフトウェアやガイド類は全体で12.3GBとなりました。OSのアップデートや所属学科毎の専門ソフト導入が予想されるため、今後、ファイル容量は増えることはあっても減ることはないでしょう。余裕を持ったストレージサイズや、無線LAN経由でのダウンロードだけでなく高速なUSB規格端子を持つことにより、ノートPC環境整備を容易とすることが必要です。

3 ベンチマークテストの実施

近年、市販ノートPCの性能は向上しているため、一般的な製品であれば前項の条件1~3, 5は満足します。しかし、条件4については各メーカーが提示しているカタログスペックでは判明しません。そこでベンチマークプログラムを用いて処理能力の数値化を試みることにしました。

3.1 ベンチマークテストの準備

ベンチマークプログラムには、Linux上で動作するUnixBench[3], Geekbench[4], Phoronix Test Suite[5] およびWindowsシステム評価ツールWinSAT[6], Crystal Mark[7]を採用しました。

- LinuxOS上で動作/調査するプログラム
UnixBench (ver.5.1.3) , GeekBench (ver.4.2.3) , Phoronix Test Suite (ver.8.2.0)
- WindowsOS上で動作/調査するプログラム
WinSAT (ver.V10.0 ENG Build-17763.1) , Crystal Mark (ver.0.9.200)

表 1: 初期環境のディスク容量

OS (Windows10)	15GB
Office 系	3GB
アンチウイルス系	1.5GB
VirtualBox + 専用OVA	12GB
利用ガイド類	2GB

いずれのツールも複数の調査機能を持っていますが、今回は CPU とメモリの性能調査（整数と浮動小数点の処理速度）を使用しています。

実行環境を統一するため、以下のファイル類のダウンロード／インストール／実行を自動化するウィザード形式のスクリプトプログラムを作成しました。

- LinuxOS 上で動作／調査するベンチマークテストを動かすための仮想化ソフトウェア VirtualBox (ver.5.2.20)
- 情報科学センターの現行 PC 端末（以下「現行 PC 端末」）で使用している LinuxOS のイメージファイル Ubuntu 16.04 LTS ver.ISC
- ベンチマークプログラム本体

VirtualBox, LinuxOS のイメージファイルにおける設定は以下の通りです。

- 仮想化ソフトウェアの設定を固定
- 割り当てる物理メモリ量は搭載メモリの半分（8GB であれば 4GB）
- 割り当てる物理 CPU 数は搭載 CPU の半分（4CPU であれば 2CPU）
- LinuxOS は現行 PC 端末の Ubuntu 16.04 LTS ISC カスタマイズ版を使用。
ネットブート用のイメージを仮想化ソフトウェア上で動作する OVA 形式に変換

WindowsOS 用ベンチマークテストは仮想化ソフトウェアを使用せず WindowsOS 上で実施しました。また、テストの中立性を保つため、テストの協力者に対しては、ベンチマークテストを実施する前に必ず以下の設定を実施することを指示しました。

- WindowsUpdate やセキュリティアップデート等を終わらせておく
- スクリーンセーバー機能をオフ
- 電力プランの変更（バッテリー駆動・電源に接続を共に「適用しない」に変更）

3.2 ベンチマークテストの実行

まず当該プログラムをあらかじめ現行 PC 端末上（デスクトップ PC）で動作させて得た結果を基準値としました。LinuxOS 上で動作するベンチマークプログラムはネットブート用イメージ Ubuntu 16.04 LTS ISC カスタマイズ版、WindowsOS 上で動作するベンチマークプログラムはネットブート用イメージ Windows10 Enterprise 2015 LTSB ISC カスタマイズ版上で計測しています。現行 PC 端末を基準としたのは、情報科学センターシステムに対するアンケートの結果、講義における現行の PC 端末性能に不満が見られず、現行 PC 端末性能に基づき講義が想定されていることによります。

現行 PC 端末：

DELL Optiplex9020 USFF, CPU: Intel Core i3-4130 (3.4GHz, 2Core), メモリ：8GB

参考のため、現行 PC 端末に Windows10 をネットブートさせた上で、ノート PC と同様に VirtualBox と LinuxOS を動かしたテストも実施しました。メモリは 4GB と 8GB の両方について計測しています。

次に、ここ 8 年間で発売されたノート PC 全 36 機種を対象にベンチマークテストを実施しました。記録ミスを防ぐため、結果をファイル出力できるプログラムはファイルに、できないプログラムは画面をダンプし、担当者にメールで送信することで実行結果を収集しました。

3.3 ベンチマークテストの結果

調査した PC は 36 台であり、このうち、ベンチマークプログラムが正常に終了しないもの (Core 2 Duo や Mobile Pentium など旧タイプの CPU を搭載) と MacBook を除外、23 台分をグラフ化しました。

まず、CPU に関するベンチマークテストの結果を現行 PC 端末と比較したものを図 1 に示します。縦軸に現行 PC 端末のベンチマークテスト実行結果 (現行端末*) を 1 とした値、横軸に CPU 毎に左から発売日順で対象 PC を並べています。Core i5 プロセッサは、参考として調査したデスクトップモデル以外 1 を大きく超える数値ではない、つまり現行 PC 端末と同等あるいはそれ以下であることが読み取れます。Core i7 プロセッサは半年から一年おきに更新されるアーキテクチャ毎に「世代」が名付けられています [8]。調査対象の PC には第 6 世代～第 8 世代の Core i7 プロセッサが搭載されており、第 6 世代 (Skylake アーキテクチャ) の主要なノート PC に U シリーズ (2 コア)、ハイエンド向けのノート PC に HQ シリーズ (4 コア) が搭載されています。第 7 世代 (Kaby Lake アーキテクチャ) の主要なノート PC には U シリーズ (2 コア) が搭載され、ハイエンド向けのノート PC に HQ シリーズ (4 コア) が搭載されており、第 6 世代に比べ CPU の L2 キャッシュ容量が二倍に増加、演算性能が向上しています。第 8 世代 (Coffee Lake アーキテクチャ) の主要なノート PC に U シリーズ (4 コア) が搭載、またハイエンド向けのノート PC に H, B シリーズ (6 コア) が搭載されています。グラフから、Core i7 は一部不可解な個体はあるものの概ね 1.5 付近であり、1.5 を超えるのは第 7 世代以降であることが読み取れます。

次に、メモリに関するベンチマークテストの結果を現行 PC 端末と比較したものを図 2 に示します。縦軸を現行 PC 端末のベンチマークテスト実行結果 (現行端末*) を 1 とした値、横軸はメモリ量毎に左から発売日順で対象 PC を並べています。搭載している物理メモリが 4GB (Windows OS 2GB, 仮想化ソフトウェア 2GB) 以下の PC では CPU の種類に関わらず 1 以下であることが分かります。現行 PC 端末は Core i3 ですがデスクトップモデルであり、モバイルモデルと比較すると処理能力 (CPU) が高かったと思われます。Core i7 は第 6 世代からソケット形状が LGA1150 から LGA1151 へと変更され、これに合わせて対応するメモリチップ規格も DDR3 から DDR4 になりました。第 7 世代は DDR3, DDR3L に互換を残しつつ、DDR4 が主流となりましたが、一部製品は DDR3 をそのまま流用していたため、同じ i7 第 7 世代でも性能差が出ているようです。第 8 世代からはソケット形状が LGA1151v2, 対応メモリは DDR4 専用となり、処理能力が向上しています。また、同一機種でのベンチマークテスト (CrystalMark HDD) において、内蔵ストレージが HDD か SSD かによって一桁の性能差がみられました。ベンチマークテストの結果、現行 PC 端末と同等程度の処理能力を有する推奨仕様として以下を提案することとしました。

Windows の場合：

OS：Windows10/64bit, CPU：Intel Core i7 相当以上, メモリ：8GB 以上, SSD：256GB 以上 (空き領域 80GB 以上), 無線 LAN：IEEE802.11a/b/g/n/ac 準拠以上, USB：3.0 以上

Macintosh の場合：

OS：macOS High Sierra, CPU：Intel Core i5 (2.3GHz/2 コア) 以上, メモリ：8GB 以上, SSD：256GB 以上 (空き領域 80GB 以上), 無線 LAN：IEEE802.11a/b/g/n/ac 準拠, USB：TypeC 以上

Macintosh の場合、2017 年に本格的に更新された新製品の発表がなく、やむなく推奨仕様提案時 (2018 年夏頃) において Windows における推奨仕様になるべく合わせる形での仕様としました。現時点 (2019 年 1 月) では 2018 年 10 月に発売された Macbook Pro 2018 モデルがあるため、もう少し上の仕様に変更した方がよいと思われます。

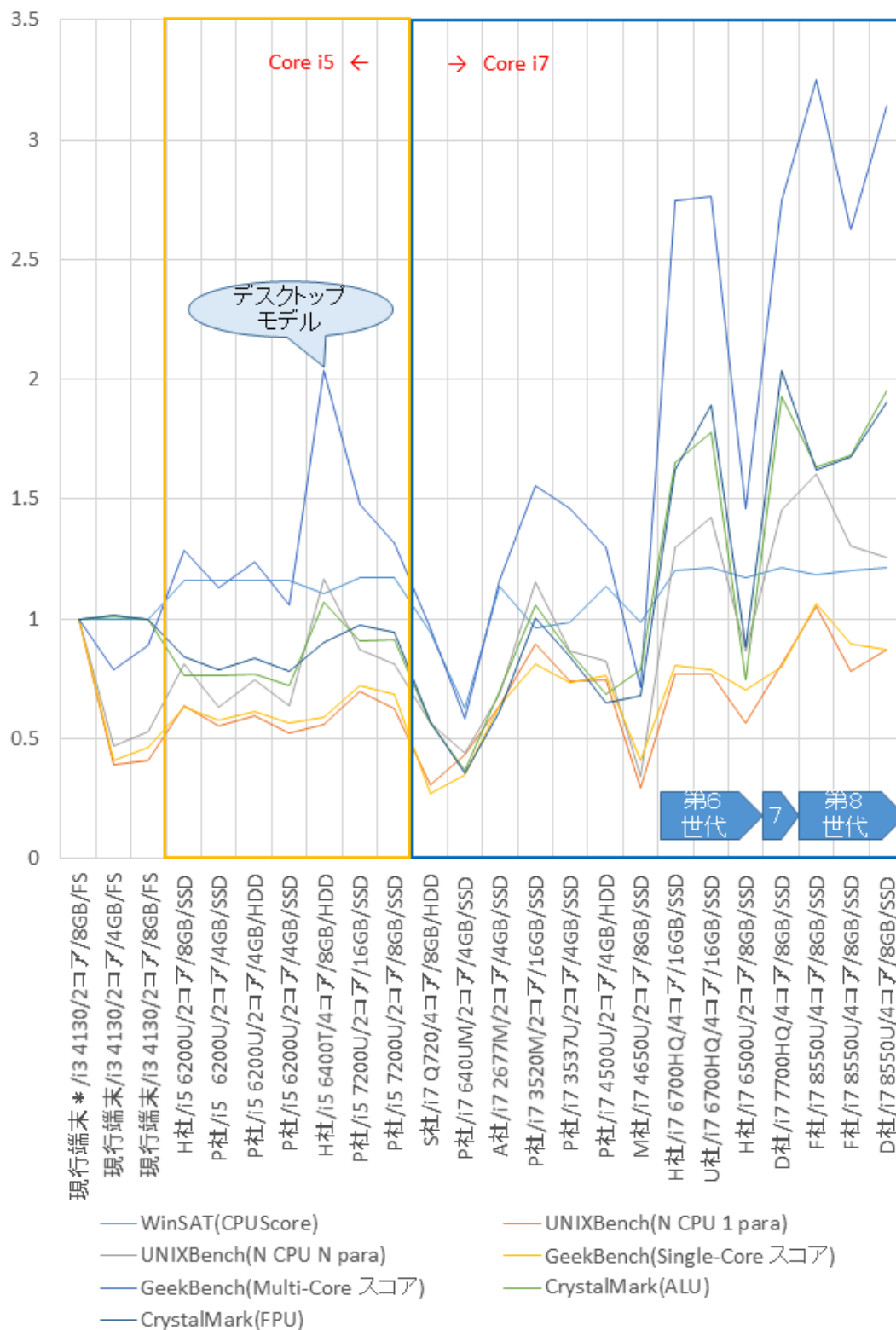


図1. 現行端末との比較(CPU)

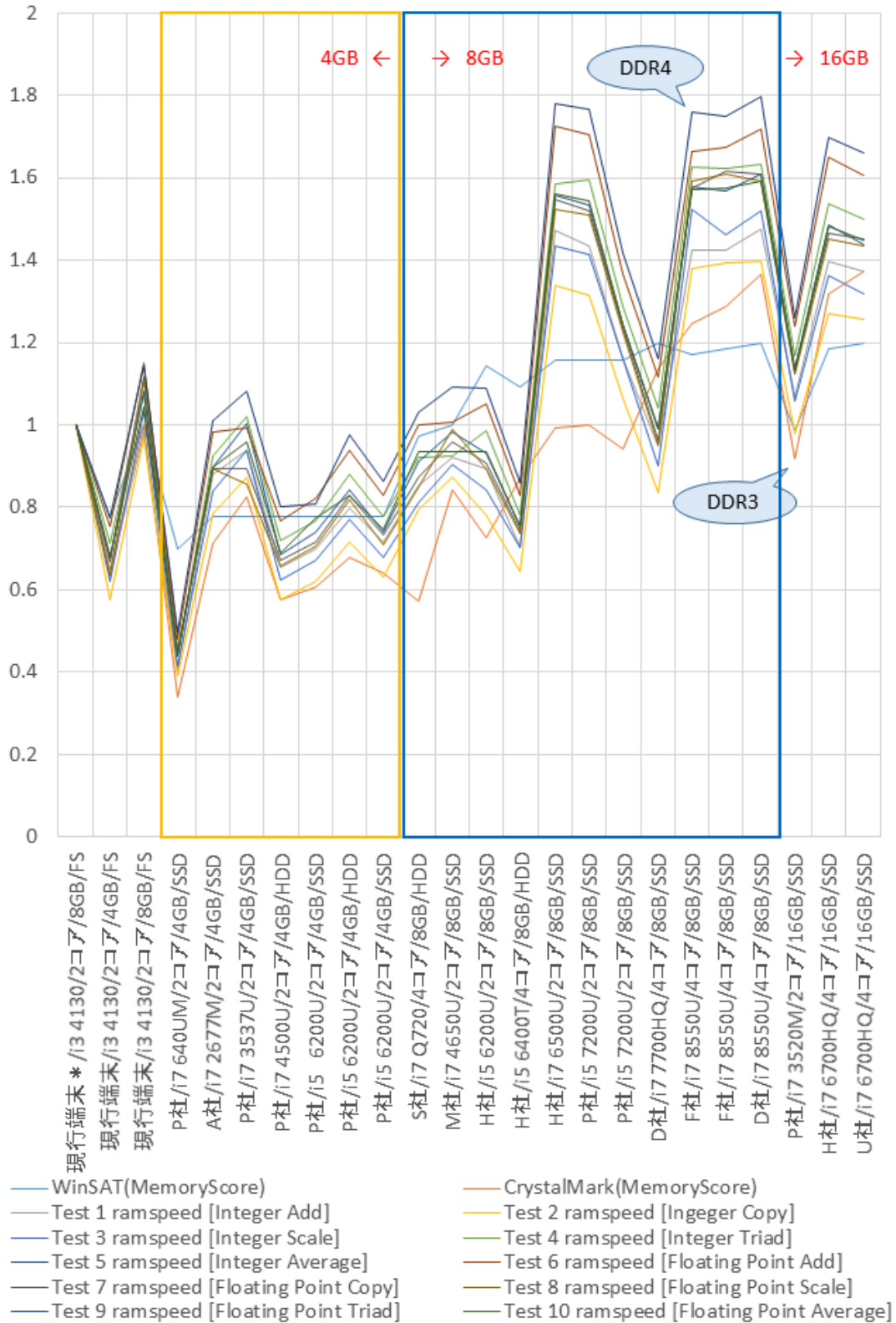


図2. 現行端末との比較(メモリ)

4 おわりに

本稿では BYOD 化に向けて事前準備として行った必携ノート PC の推奨仕様策定における性能評価について報告しました。ベンチマークテストで得られた結果は本学の BYOD 対応委員会などへ情報提供を行い、新生に提示する仕様として採用されました。また、実際に学生や保護者と相対する中で、数字を提示することで説明も容易となっています。

BYOD の本格運用が開始される次年度以降も継続して本学に適した仕様検証を重ねていきたいと思っています。

謝辞 本策定を実施するにあたって、本学情報科学センター大橋健教授、中山仁助教、本学技術部職員の戸田哲也氏、畑瀬卓司氏、和田数字郎氏にご協力いただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] 中山仁「情報科学センター教育用計算機システムの変遷」九州工業大学情報科学センター広報第 24 号 (2012)
- [2] 大橋健, 甲斐郷子, 久代紀之, 鶴正人「九州工業大学におけるノート PC 必携化について」九州工業大学情報科学センター広報第 30 号 (2018)
- [3] UnixBench, BYTE UNIX benchmark suite, <https://github.com/kdlucas/byte-unixbench>
- [4] Geekbench, Cross-Platform Benchmark, <https://www.geekbench.com/>
- [5] Phoronix Test Suite, Linux Testing & Benchmarking Platform, <https://www.phoronix-test-suite.com/>
- [6] Configure Windows System Assessment Test Scores, <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/manufacture/desktop/configure-windows-system-assessment-test-scores>
- [7] Crystal Mark, <https://crystalmark.info/>
- [8] インテル Core プロセッサー・ファミリー, <https://ark.intel.com/ja\#\#@PanelLabel122139>