

## ノートブック型コンピュータにおける消費電力とパフォーマンスに対する外部キャッシュの効果

1 S-5

井上忠宣, 中田武男, 下遠野享, 古市実裕

日本アイ・ビー・エム (株) 東京基礎研究所

### 1. はじめに

現在ノートブック型コンピュータの連続動作時間への要求が高まっている[1]. 一方, ノートブック型コンピュータは他の計算機と同様に性能向上のために外部キャッシュを搭載しているのが一般的である.

外部キャッシュのサイズが変わるとパフォーマンスが変化するだけでなく, メモリー・トラフィックが変わり, CPUやメインメモリでの消費電力も同時に変化する.

本稿では外部キャッシュのサイズを変えてノートブック型コンピュータの消費電力とパフォーマンスを同時に測定し, 消費電力とパフォーマンスの関係に対する外部キャッシュの効果を検証する.

### 2. 測定環境

測定には ThinkPad 760ED を基に, 外部キャッシュの構成を 0 KB, 256 KB, 512 KB の3通りに変えたマシンを準備した. 測定環境をまとめると表1のようになる.

表1 測定環境

Base for Test Machine		ThinkPad 760ED
Processor		Pentium 133MHz
Main Memory		16MB
Hard Disk		810MB
Display		12.1" TFT (SVGA)
Brightness		Maximum
Operating System		Windows 95 US version
Power Management		APM Enable, CPU Clock Throttling Disable
L2 Cache	Associativity	Direct-mapped
	Line size	32 Byte
	Size	0KB / 256KB / 512KB

### 3. ZD BatteryMark による消費電力の比較

ZD BatteryMark は Ziff-Davis 社が開発したノートブック型コンピュータの連続動作時間を評価するためのベンチマーク・テストである. テストに規定されたように, ハードウェアを構成し, パワーマネジメント機能を設定した後, バッテリーが 100% 充電された状態からテスト用のアプリケーションを走らせる. バッテリーが完全に放電するまでにかかった時間によってノートブック型コンピュータの連続動作時間を評価する.

アプリケーションは Processor Engine, Graphics Engine, Disk Engine の3つのサブシステム・レベルのベンチマークと, 人間が考えている時間を想定した Think Engine の4種類の期間から成る合計 10 分間のシナリオを 1 ループとして繰り返される. 設定は先に述べた表1の通りにし, ベンチマーク・プログラムは 10 分間の 1 ループだけ実行し, 消費電力を測定した.

3 種類の外部キャッシュのサイズが違うマシンについて ZD BatteryMark を 1 ループ実行したところ, シナリオに呼応して消費電力は推移した. 実行した 10 分間の消費電力の平均値をまとめると表2のようになった.

表2 ZD BatteryMark を 1 ループ行った時の全体の消費電力の平均値

	No L2 [mW]	L2 256K [mW]	L2 512K [mW]
Total Power	16174	16209	16259

表2より, ZD BatteryMark の 1 ループでは外部キャッシュのサイズが大きくなればなるほど消費電力が大きくなるのがわかる. これは外部キャッシュのデバイス自身の消費電力が加算されるためと, プロセッサ・サブシステムのベンチマーク期間において, 外部キャッシュが大きくなると命令処理速度が上がり, 消費電力が増加するためと考えられる.

Effect of External Cache on the Power Dissipation and Performance of Notebook Computers

Tadanobu Inoue, Takeo Nakada,

Susumu Shimotohno, Saneshiro Furuichi

Tokyo Research Laboratory, IBM-Japan Ltd.

1623-14, Shimotsuruma, Yamato, Kanagawa, 242, Japan

#### 4. WinTach によるパフォーマンスと消費電力の比較

WinTach は、グラフィックスの書き換えが激しいアプリケーションを実行し、パフォーマンスを評価するためのベンチマーク・テストである。ベンチマーク・テストの実行は 10 秒から 20 秒で完了する。

電力測定を開始してから 10 秒後に WinTach をスタートし、WinTach が終了してからも電力測定は続けて、1 分後に電力測定を終了させた。3 通りの外部キャッシュのサイズが違うマシンで以上のような計測を行った結果、表 3 に示すようなスコアが記録された。

表3 WinTach によって記録されたスコア

	No L2	L2 256K	L2 512K
Word Processing	42.78	56.37	57.12
CAD/Draw	129.71	170.84	176.56
Spreadsheet	64.96	74.87	75.46
Paint	75.5	88.68	89.84
Overall	78.24	97.69	99.75

表 3 より、外部キャッシュのサイズが大きいくほど性能が向上し、WinTach のスコアが良くなるのが分かる。外部キャッシュがないときのスコアを基準とすると、外部キャッシュのサイズが 256 KB のとき 25% の向上で、512 KB のとき 27% の向上になる。

この 1 分間の計測中において、全体の消費電力は図 1 のように推移した。また、この 1 分間の計測における、全体の消費電力の平均値は表 4 のようになった。

表 4 に示されるように WinTach 実行時の全体の消費電力は外部キャッシュのサイズが

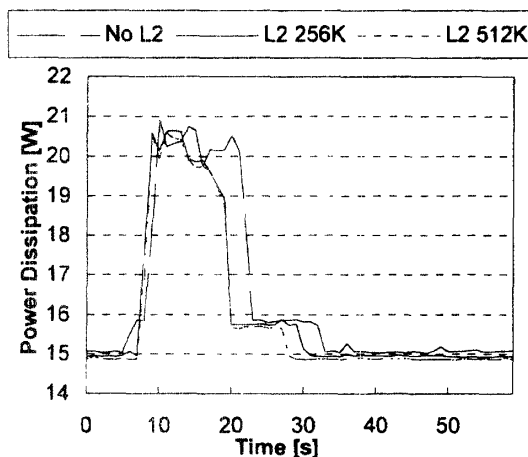


図1 全体の消費電力の推移

表4 全体の消費電力の平均値

	No L2 [mW]	L2 256K [mW]	L2 512K [mW]
Total Power	16383	16059	15930

大きくなればなるほど小さくなるのがわかる。これは外部キャッシュのサイズが大きくなればなるほど命令処理速度が上がり、WinTach を早く終了させることができるため、消費電力が小さな状態に早く推移できるためと考えられる。

#### 5. 結論

外部キャッシュのサイズによって消費電力とパフォーマンスがどのように変化するか実験したところ以下のようなことが分かった。

- ZD BatteryMark の場合、外部キャッシュのサイズが大きくなればなるほど消費電力が大きくなった。このベンチマーク・テストではアプリケーションがマシンの性能の優劣に関わらず一定期間実行される。そこで外部キャッシュによって性能が上がると、命令処理速度が上がり消費電力の大きな状態が一定期間続くので、全体としても消費電力が大きくなったと言える。
- 1 分間のうちに WinTach という 1 つのジョブを行なうシナリオでは、外部キャッシュのサイズが大きくなればなるほど全体の消費電力は小さく、パフォーマンスが良かった。性能が向上すると消費電力が小さな状態に早く遷移できるので、外部キャッシュには全体として消費電力を下げる効果があると言える。

今後は、プロセッサ・サブシステムの挙動と消費電力の関係や、消費電力とパフォーマンスを同時に評価するための指標について検討していく予定である。

#### 参考文献

- [1] E. P. Harris, S. W. Depp, W. E. Pence, S. Kirkpatrick, M. Sri-Jayantha and R. R. Troutman: "Technology Directions for Portable Computers," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 83, No. 4, pp. 636 - 658, April (1995).