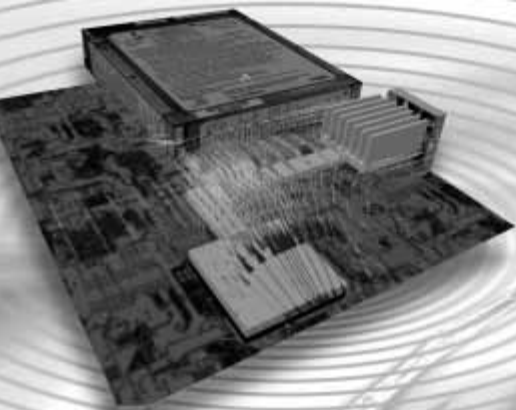




熱シミュレーションによって 試作前に 冷却気流や熱分布を解析

——ノート・パソコンや携帯電話の熱設計

**PORTABLE
DESIGN**
The authority for mobile technologies and products
(米国 Portable Design 誌 翻訳)

Michael Reynell

ノート・パソコンや携帯電話などの携帯機器は、サイズが小さいわりに消費電力が大きい。そのため、機器の内部や筐体が発熱しがちである。これらの携帯機器の開発では、熱設計が必要になる。設計時に熱解析(熱シミュレーション)を行えば、機器を試作する前に発熱箇所を特定したり、冷却の有効性を確認できることがある。(編集部)

携帯型コンピュータや携帯電話の普及によって、われわれはいつでもどこでもデータを作成、検索、加工できるようになった。すでにわたしたちの生活形態は変わり始めている。コンピュータがもっと便利になるためには、携帯電話のような“ウェアラブルなアイテム”、つまり、人間がつねに身につけている衣服の一部になる必要がある。ビジネス的に成功するためには、機器設計者は必要とされる処理性能だけでなく、ユーザ・ニーズにも配慮しなければならない。すなわち、ユーザがコンピュータをどのように運び、操作し、使用するかを考慮しなければならない。コンピュータのサイズ、重量、形、手触りだけでなく、その動作時の温度(発熱)にも配慮しなければならない。

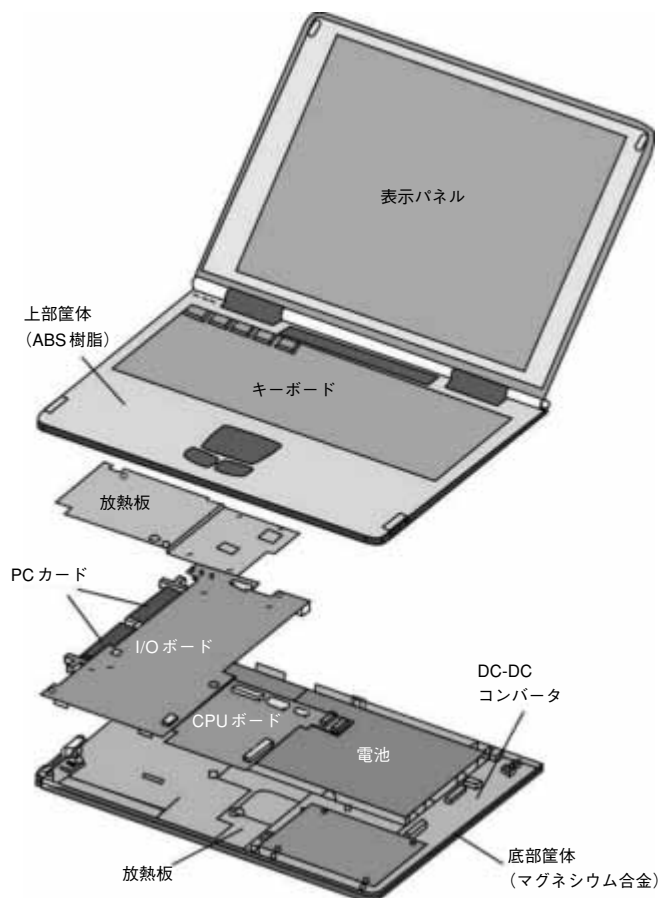
今日の電子機器において、動作中に起きる故障の半数以上が温度と関係していることは、業界で広く認められている。電子部品、とくにデータ処理用の部品は熱を発生する。電子部品の世代が変わると、前の世代より新しい世代のほうが発熱量は増える。携帯型コンピュータでも携帯電話でも、冷却に配慮していないと、非常に狭い空間に配置されている発熱部品のそばで、部品や空気、筐体に高い熱勾配が発生する。こうした部品、基板、筐体として使用されるさまざまな材料(シリコン、はんだ、ガラス、プラスチック、スチール、アルミニウムなど)は、加熱時や冷却時に膨張・収縮する割合がそれぞれ異なる。ところがこれらの材料はさまざまな方法でがっちりと固定されているため、自由に膨張・収縮することはできない。そのため各材料間に機械的な応力が発生し、やがて亀裂や層はく離による故障が起こる。

携帯型機器の熱設計基準は、デスクトップ・パソコンやそ

れより大型の装置の基準とは異なっている。筐体の温度は、ユーザが不快に感じない程度の低い温度に保たなければならない。さまざまな外部の熱環境にも配慮する必要がある。携帯型コンピュータは、オフィス環境、屋外、混雑した電車のなか、工場の床、その他の厳しい環境で使用されるからである。

●仮想プロトタイプを構築する

最近の熱解析ソフトウェア(熱シミュレーション・ソフトウェア)を使用すると、熱の“仮想プロトタイプ”を作成するこ



【図1】一般的なノート・パソコンの構造
熱が原因で故障しやすい箇所を中心に示している。

とが可能になる。そして、実際に機器を組み立てる前に、いかなる操作環境における発熱であっても解析できる。たとえば、重要な部品の内部の熱勾配、冷却気流の温度や速度、筐体の壁の温度を予測できる。

最初に決定しなければならないものは、熱の発生源である。一般的なノート・パソコンのおもな熱源は、マイクロプロセッサや電池、電源モジュール、ハード・ディスク装置、CD/DVD装置、制御回路（たとえばI/Oボード、グラフィックス・ボード、PCカード）である（図1）。

基本的な熱伝導メカニズムとして、「伝導」、「対流」、「放射」の三つがある。伝導による冷却では、直接的な接触によって熱がある固体から別の固体へ伝わる。対流による冷却では、熱をもった固体表面から冷たい流体へ熱が伝わり、その流体の移動によって熱が運ばれる。最後に、放射による冷却では、熱をもった固体表面から別の温度の低い固体表面へ熱が直接伝わる。すなわち、見通しのきく場所では、非接触でも周囲の環境へ熱が伝わる（太陽が人間の身体を暖めるのと同じ原理である）。

1. ノート・パソコンの熱設計

ノート・パソコンの場合、各種の部品から発生する熱は、伝導によってボンド・ワイヤとはんだ接合部から隣接する部品（たとえば回路基板）に伝わり、さらに筐体に伝わる。また、温度の高い部品については、放射によってかなりの熱が筐体内部へ伝わる。筐体については、自然対流や放射によって露出した表面から熱が伝わるほか、伝導によって周囲の環境（一般にはテーブルやユーザのひざ）に熱が伝わる。

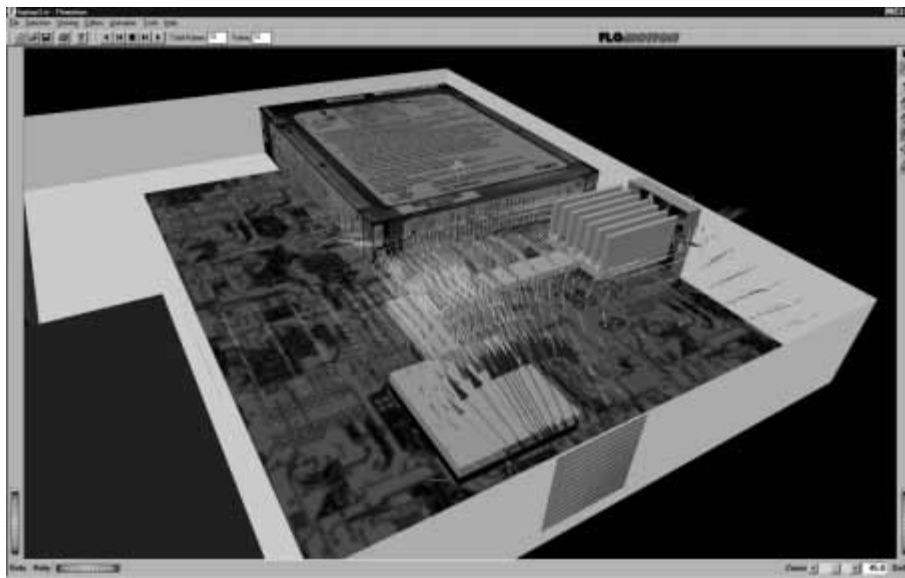
熱の仮想プロトタイプは、上述のすべての熱伝達経路をシミュレーションしたり、各経路でどれだけの熱が流れるかを予測できないと、実用的ではない。それができて初めて、冷却システムの設計において、適切な判断をくだすことができる。また、装置の内部と外部の両方の気流を予測できなければならない。したがって、流体の流れと熱伝達の基本方程式を解くために、流体力学の計算テクニックを適用する必要がある。

● CPUの熱モデルを作成する

多くの一般的なICについては、“即座に利用可能な”熱シミュレーション・モデルが用意されており、チップ・ベンダのWebサイトからユーザのコンピュータにそのモデルを直接ダウンロードできる。こうしたモデルは半導体の製造元によって作成・検証され、さまざまな動作条件でテストされているので、信頼して利用できる。

既製のモデルがない場合は、手早く熱シミュレーション・モデルを作成できるFLOPACK（URLは<http://www.flopack.com/>）などのWebベースのツールが役に立つ。このようなツールを利用する際には、ユーザは該当するパッケージに関するいくつかのパラメータを入力する。すると熱シミュレーション・モデルが作成され、ユーザのコンピュータにダウンロードされる。

ノート・パソコンでは、CPUに放熱板（ヒート・スプレッダ）が装着されている。またCPUから離れているヒート・シンクへ熱を伝達するヒート・パイプが使用される。ノート・パソコンの筐体は薄く、CPUの上にヒート・シンクを取り付ける空間がない。そのため、ヒート・シンクは離れたところに設置される（図2）。ヒート・シンクには、実効表面積を増やして空中への対流を促進するための多くのフィンが付いて



〔図2〕仮想プロトタイプによる気流の表示

後部通気孔、CPU、ヒート・シンクを通過すると予想される空気の流れが示されている。