

# 東芝ノートPCにおける“Design to Quality”と“Design for Manufacturing”

"Design to Quality" and "Design for Manufacturing" for Toshiba Notebook PC

八巻 一則      安藤 元昭      岩城 力

■ YAMAKI Kazunori      ■ ANDO Motoaki      ■ IWAKI Tsutomu

顧客が“いつでもどこでも、安心・安全”にパソコン(PC)を使えるように、東芝は“Design to Quality”を策定し品質向上活動を行っている。また、PCを自社設計するだけでなく、その製造も自社で行っており、この強みを最大限に引き出すために“Design for Manufacturing”にも注力している。それぞれ、小さな工夫による改善から、設計ポリシーの変更や設備の導入によるイノベーションまで、種々のアイテムで成り立っている。これらのイノベーションの積み重ねが、顧客への高品質で高信頼性のPCの提供につながっている。

With our prime consideration the customer's time, convenience, peace of mind and safety, Toshiba is constantly improving the quality of our PCs on the basis of our policy of "Design to Quality". Furthermore, we maximize the benefits of carrying out both our design and our manufacturing work on our own premises by applying the advantages of our "Design for Manufacturing" policy. Through close attention to detail in design, by choice of superior manufacturing equipment, and using the ingenuity of our design staff, we are able to offer our customers PCs of high quality and reliability.

## 1 まえがき

ひと言で“品質”といっても様々である。設計品質、部品品質、製造品質、市場品質など、いずれも製品が“いつでもどこでも、安心・安全”に使われるためには不可欠なものである。

東芝は、価値を創造するため“Design to Value”(図1)を策定している。これは、当社の技術の方向性を規定するもので、このことは、既に社外に向けて発信されている。これとは別に、“Design to Quality”というものを策定し品質向上活動を行っている。

一方、当社はパソコン(PC)を自社設計するだけでなく、そ

の製造も自社で行っている。この強みを最大限に引き出すために、その上流部門である設計部門が、自社ではどのような手法でどのような“モノづくり”ができるのかを把握し、最適な設計をする“Design for Manufacturing”にも注力している。これは、単純に製造性の向上というだけではなく、品質向上にもつながっている。

## 2 当社PCの歴史

当社が1985年に世界初のラップトップPC T1100を発売してから21年目になる。この間、“ノートPCの進化・発展に貢献”，“標準化への貢献”，及び“使いやすさの追求”を行い、様々なPCを世に送り出してきた(図2)。

ノートPCのパイオニアとして21年にわたる実績を持つ当社は、その蓄積したノウハウと差別化技術を生かして、Valueと高い品質を顧客に届けている。2006年には、高品質を前面に押し出したdynabook Satellite Kシリーズ(日本国内向け)と、TECRA A8/SatellitePro A120(海外向け)を製品化した。

## 3 Design to Quality

前述したが、当社はDesign to Qualityを策定し、顧客が“いつでもどこでも、安心・安全”に製品を使えるように、設計段階から種々の品質向上施策を行っている。

故障を大別すると、はんだ部やコネクタのような“接合部の故障”，液晶パネルのガラス割れや磁気ディスク装置(HDD)

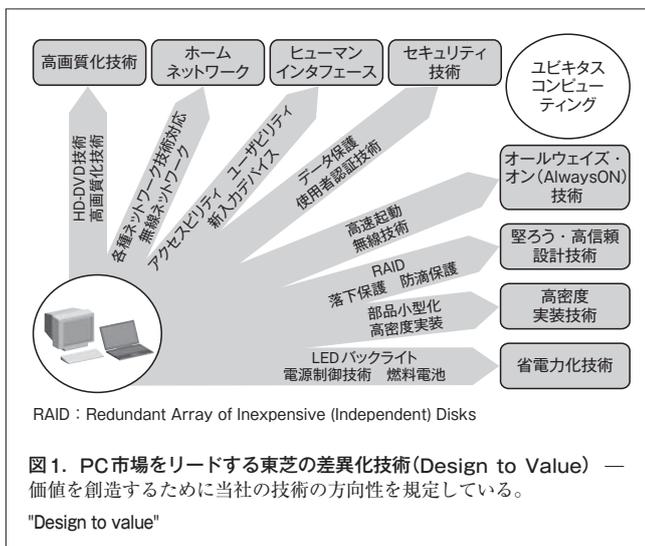
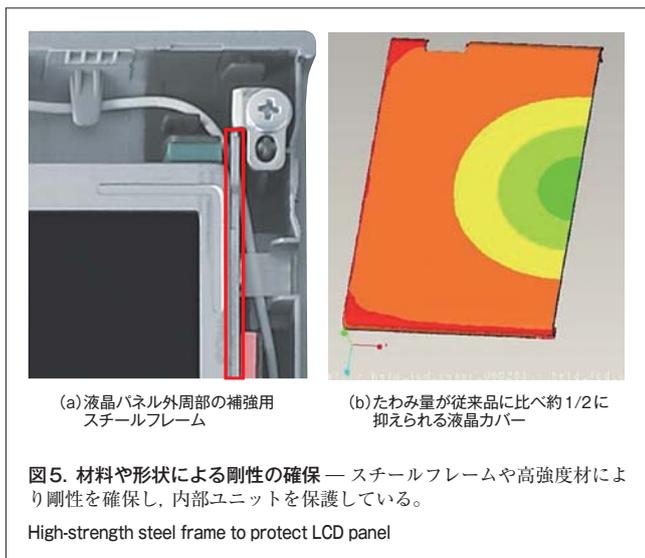


図1. PC市場をリードする東芝の差別化技術(Design to Value) — 価値を創造するために当社の技術の方向性を規定している。  
"Design to value"



できており、外部からの力で破損に至ることが多く、市場故障の相当部分を占めている。

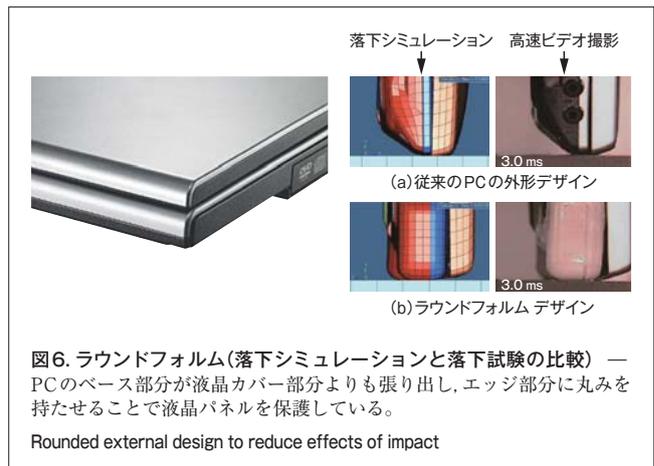
- (1) スチールフレームによる液晶パネル外周部の補強  
顧客のあらゆる使用にできるだけ耐えうるように、液晶パネルの保持機構には堅ろう設計を施している。しかし、堅ろうにするために製品の質量が増加しては、商品価値が低下してしまう。液晶パネルへのストレスを軽減するために、シミュレーションを駆使し、液晶パネルを取り囲むように最適な形状のスチールフレームを配置している(図5)。



- (2) 高強度材の採用による液晶カバーの剛性アップ  
ノートPCの場合、無造作に扱われ液晶カバーに加わった力で液晶パネルの破損が発生する場合がある。カバーの厚みを増して剛性を増すことは簡単ではあるが、寸法の増加や質量の増加を招き、ノートPCの利便性を損なう結果となる。液晶カバー部には高強度材を使用し、シミュレーションにより厚みの最適化を図り、当社従来機に比べ液晶カバーのたわみ量を約1/2に抑えられる高い剛性を実現している(図5)。

- (3) ラウンドフォルム デザイン部門と連携することでも品質向上を行っており、PCの外形のデザインそのものに堅ろう性を取り込んでいる。これは、PCのベース部分が液晶カバー部分よりも張り出し、エッジ部分に丸みをもたせたラウンドフォルム(図6)というデザインを採用することで実現している。張り出し部分が先に衝撃を受け止め、液晶パネルへのダメージを軽減させるデザインとなっている。このデザインを取り込み、更にシミュレーション(図6)を駆使することで堅ろう設計を実現している。

### 3.2.2 HDD HDDの故障は、大切なデータを失う重

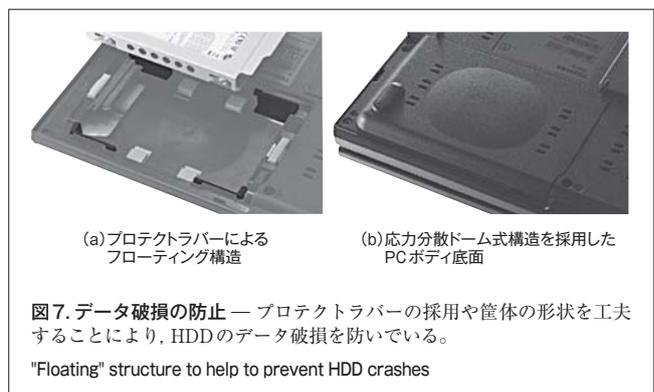


大な故障となる。

- (1) 東芝HDDプロテクション 不慮の衝撃などで、高速回転する磁気ディスクに磁気ヘッドが接触して起こるHDDクラッシュは、重大なデータ損傷原因の一つとなる。これを防ぐため、3次元加速度センサと当社独自開発のプログラムによりPCの不安定な動きをキャッチし、磁気ヘッドを退避させる機能を搭載している。
- (2) HDDプロテクトラバー PCのボディへの衝撃が直接HDDに伝わることをないように、衝撃吸収力の高いプロテクトラバー(図7(a))によるフローティング構造を採用している。プロテクトラバーの選定及び設置位置は、ほかの構造部材と同様にシミュレーションを行うことで最適化を図っている。
- (3) 応力分散ドーム式構造 PCのボディ底面の素材をわずかに膨らますことで、HDDへの衝撃を弱めてHDDクラッシュを防ぐ、応力分散ドーム式構造を採用している(図7(b))。

### 3.3 電気的な故障に対する取組み

顧客がPC上に不用意に水をこぼしてしまっても、本体のキーボード装着部及びキーボード下の開口部に防水シールを配置してPC内部への水の浸入を遅らせる、ウォーターブロック構造を採用している。これにより、データを保存し安



全にシステムをシャットダウンできる時間を確保している。

### 3.4 経年変化に対する検証

Design to Quality, Design to Value を駆使した実機の弱点を洗い出し、更なる施策を行う必要があるかの検証を実施している。

ノートPCを何年も使用した結果、どのような故障が起きるのか。それを検証するために、当社は従来の設計確認試験に加えて、高加速寿命試験(HALT: Highly Accelerated Life Test)を実施している。HALTでは、ランダムに発生する強力な振動や急激な温度変化などを同時に起こすことにより、過酷な環境を作りだすことができる。高レベルのストレスを掛けることで、製品に内在する弱点を短時間で抽出することができる。

## 4 Design for Manufacturing

製造の上流部門である設計部門が、自社ではどのようなモノづくりができるのかを把握し、最適な設計をすることが不可欠である。これは、単純に生産・製造性の向上だけでなく、品質向上にもつながっている。

### 4.1 PCBの剛性アップ

市場故障が多いと言われるPCBには膨大な数の部品がはんだ付けされている。剛性の高いプリント板を採用することで反りを軽減し、製造工程における部品の取付け不具合などを回避してはんだ接合の安定性を向上させている。

### 4.2 部品点数の削減

(1) PCB数量の削減 これまで当社が培ってきた高密度実装技術を駆使してPCBの多層化を推し進めた結果、必要な回路のほとんどを1枚のPCBに収めることができています。この結果、ノートPCの製造現場では組立て作業が飛躍的に効率化し、製造品質の向上につながっている。また、PCB間の接合部分を大幅に減らせるため、接合に伴う故障発生率も軽減できています。

(2) 使用ねじ数の削減 ノートPC内部でパーツの固定に使われるねじの削減にも取り組んでいる。可能なかぎりねじを使わずに必要な強度を保てるパーツの固定方法を採用する一方で、より強度の必要な部分ではねじを増やす設計を行っている。これによって使用するねじ数を削減し、製造性向上につなげている。また、製造時のハンドリングミスによる傷の防止など、品質向上にもつながっている。

更に、キーボード、光ディスクドライブ(ODD)、HDDなどの主要パーツの着脱を容易にすることで保守性を向上させ、保守時の品質向上にも貢献している。

(3) コネクタの片面集中実装 目視できない位置での接続は、製造品質を悪化させる要因の一つである。例えば、

PCBの表裏にコネクタが実装されていると、その接続のために製造時にPCBを裏返さなければならなくなる。また、裏返すことにより接続したものが目視できなくなり、正しく製造できたかの検証を難しくする。

当社は、このような事象を防ぐために、コネクタをPCBの片面に実装するようにしている(図8)。

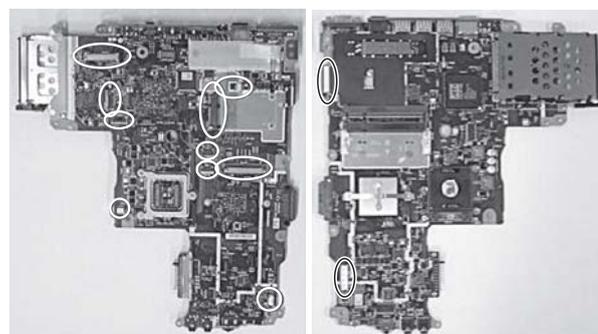


図8. コネクタの片面集中実装 — コネクタをPCBの片面に集中させることで、PCB検査時に裏返す必要がなくなる。  
Mounting of connectors on one side of PCB for visibility and ease in manufacture

## 5 あとがき

ここで述べた例は、当社のノートPCで実際に取り込んでいる施策のほんの一例である。更なるDesign to QualityとDesign for Manufacturingの展開のためには、これからの製造技術がどのように進化していくのかを製造部門とよくレビューし、一歩先を読んで、常に最先端の製造技術に即した設計を推し進めていく必要がある。また、製造性の向上が商品性を損なうような場面も出てくることが考えられるが、二律背反の課題解決に今後も挑戦し、品質を含めた顧客へのValueを供給し続けていく。



八巻 一則 YAMAKI Kazunori

PC & ネットワーク社 PC 開発センター PC 設計第一グループ長。ノート PC の開発・設計に従事。  
PC Development Center



安藤 元昭 ANDO Motoaki

PC & ネットワーク社 PC 開発センター PC 設計第一グループ主務。ノート PC の開発・設計に従事。  
PC Development Center



岩城 力 IWAKI Tsutomu

東芝デジタルメディアエンジニアリング (株) コンピュータグループ プリンシパルエンジニア。ノート PC の開発・設計に従事。  
Toshiba Digital Media Engineering Corp.