

# Thin & Light PCの堅牢設計技術

Durable Design Technologies for Thin and Light PCs

川村 法靖

■ KAWAMURA Noriyasu

中村 浩二

■ NAKAMURA Koji

向井 稔

■ MUKAI Minoru

モバイルパソコン(PC)の普及とともに、万一の衝撃からノートPCや磁気ディスク装置(HDD)内のデータを守ることが求められている。東芝は、薄型・軽量の基本コンセプトを損なうことなく、これらの堅牢(けんろう)性に対する要望に応えるため、3軸加速度センサを用いたHDDプロテクションのシステム、及びシミュレーションに基づく耐衝撃デザインとゴムによるユニット支持構造を組み合わせた筐体(きょうたい)を開発し、“Thin & Light PC” dynabook MX/LXに適用した。

With the increasingly widespread use of portable PCs, demand has arisen for the protection of PCs and the data contained in their hard disk drives (HDDs) against unexpected shock. In response to this demand, Toshiba has developed durable design technologies and applied them to the new dynabook SS MX and SS LX models without compromising the “Thin & Light” design concept. These durable design technologies include an HDD protection system with a built-in three-axis acceleration sensor, simulation-aided design for shock protection structures, and chassis design with rubber padding unit supports.

## 1 まえがき

ノートPCの小型化、薄型化、軽量化が進むにつれ、外出先や会議室など様々な場所で使用される頻度が増えており、持ち運び時や使用中に衝撃や振動を受けるリスクが増加している。ここでは、東芝のThin & Light PCであるdynabook SS MX/LX(図1)に盛り込まれた“マルチ・プロテクト”(表1)の中で、衝撃からノートPCやHDDのデータを保護するために施された“東芝HDDプロテクション”のシステムや衝撃緩和トリプル構造の筐体設計技術について述べる。

## 2 東芝HDDプロテクション

### 2.1 概要

HDDのデータ読み書き時はディスクが高速で回転し、非接触の磁気ヘッドがディスク上を移動する。HDDへの不意の衝撃により磁気ヘッドがディスクに接触すると、データ消失や、HDDそのものを破損する危険がある。

HDDプロテクションは、加速度センサによりノートPCの姿勢や動きを監視し、その結果、HDDに衝撃が加わる可能性があるかと判断した場合には、磁気ヘッドをディスク外の安全な領域に退避させる。その後、静止状態に戻ったと判断すれば、磁気ヘッドをディスク上へ復帰しデータの読み書きを再開する。この衝撃予測による磁気ヘッド退避機能と、HDD衝撃吸収構造とを組み合わせ、HDDへの衝撃に対する保護を実現する(図2)。

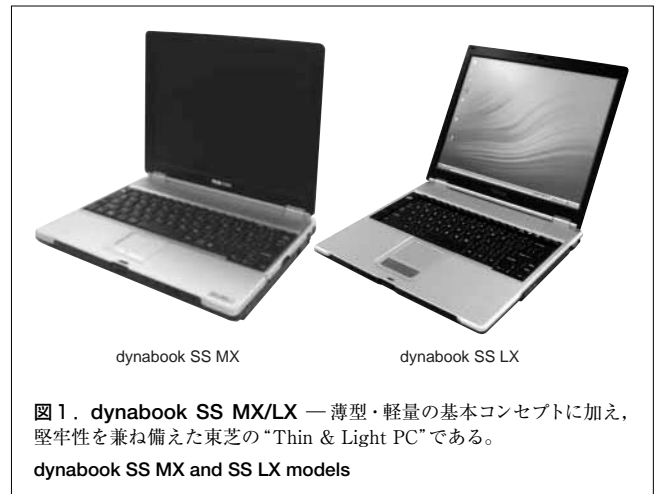
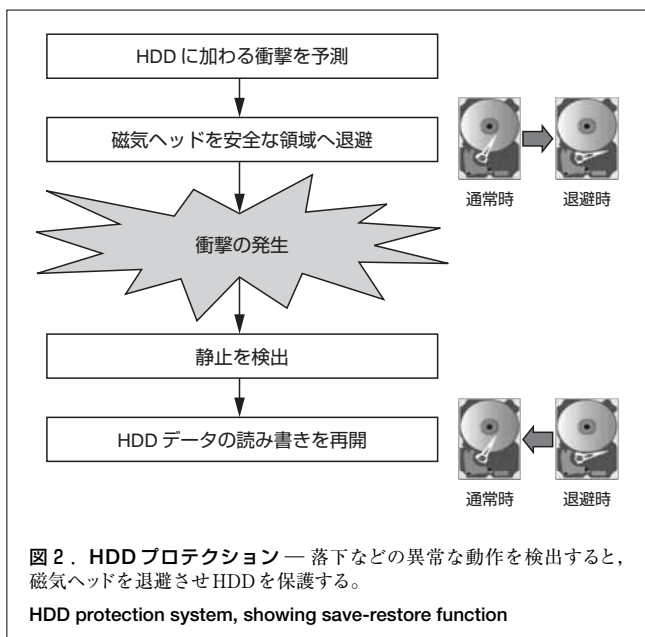


表1. モバイルPCの東芝新基準 “マルチ・プロテクト”

Toshiba's newly established “multi-protection” standards for mobile PCs

項目	内容
プロテクト1	データのガード ・東芝 HDD プロテクション ・東芝 RAID ・ウォーターブロック構造
プロテクト2	衝撃の緩和 ・ラウンドフォルム ・ショックプロテクタ ・プロテクトラバー
プロテクト3	データの漏えい防止 ・BIOS・ログインパスワード ・TPM セキュリティチップ

RAID : Redundant Array of Inexpensive (Independent) Disks  
TPM : Trusted Platform Module



## 2.2 3軸加速度センサ

東芝HDDプロテクションは、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術の3軸加速度センサにより、ノートPCの姿勢や動きを3次元で監視する。3軸加速度センサを図3に示す。また、3軸加速度センサにより実現したユーザーメリットを表2に示す。

### 2.3 衝撃予測アルゴリズム

衝撃予測アルゴリズムにより、ユーザーの使用状況に応じて、3軸加速度センサの検出感度を調整する二つの機能を実現した。

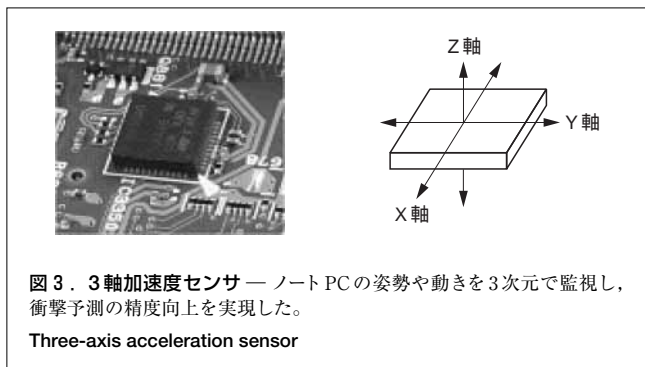


表2. 3軸加速度センサのユーザーメリット

Benefits to user of HDD protection system with built-in three-axis acceleration sensor

衝撃の分類	ユーザーメリット
落下	ノートPCが落下するときのすべての姿勢に対して、同じ感度で落下を検出できる。
振動、揺れ	ノートPCを傾けた不安定な姿勢では、微少な振動や揺れに対する検出感度を増加し、衝撃の危険に備える。
	ノートPCが安定した水平状態では、微少な振動や揺れに対する検出感度を鈍くし、頻繁な磁気ヘッド退避の煩わしさを低減させる。

実現した。

一つ目は、3軸加速度センサの検出感度を、ACアダプタ接続時とバッテリー駆動時でそれぞれ3段階設定可能とする機能の実現である。例えば、乗り物の中でノートPCをバッテリー駆動で利用する際、微少な振動や揺れが発生する。この揺れにより、磁気ヘッド退避が頻繁に発生する煩わしさを減らすため、あらかじめ検出感度を低く設定する使い方を提供する。

二つ目は、ノートPCの持ち運びを始める可能性のある動作に対応し、一時的に検出感度を最大にして危険に備える機能の実現である。液晶ディスプレイ(LCD)を閉じる、又はACアダプタを本体から外す動作を、その後PCの持ち運びを始める可能性がある動作とした。

## 3 耐衝撃設計技術

### 3.1 概要

dynabook SS MX/LXに、ラウンドフォルム、ショックプロテクタ、プロテクトラバーから構成される衝撃緩和トリプル構造を採用した。大幅なサイズアップと質量アップを伴わず、モバイル性を損なうことなくノートPCの耐衝撃性を向上させる筐体構造である。

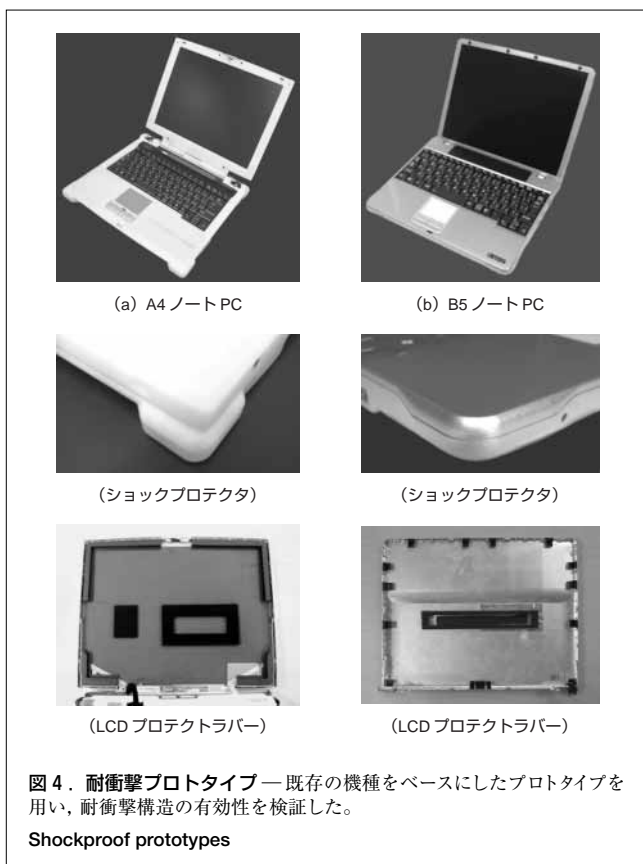
耐衝撃筐体構造並びに設計技術の開発にあたっては、既存の機種をベースにしたプロトタイプによる耐衝撃構造の検証を行い、衝撃緩和トリプル構造を用いた耐衝撃設計指針をまとめた。プラスチック筐体のA4ノートPC (dynabook Satellite A10)とマグネシウム筐体のB5ノートPC (dynabook SS 1600)にショックプロテクタとプロテクトラバーを適用した耐衝撃プロトタイプを図4示す。共に、ベースとなった機種を大幅に上回る耐衝撃性が確認されている。

効果的に耐衝撃性を向上させるために、衝撃の緩和方法として2段階のアプローチを行った。まず、落下時に最初に地面に衝突する部分は筐体であるため、筐体の形状や構造を工夫することにより、内部に伝達する衝撃力の低減を図った。そのうえで、重点保護部品であるHDD、LCD、FL (Fluorescent Lamp) インバータに対して個別の緩衝構造を用いることで、ノートPC全体としての耐衝撃性能を向上させた。

### 3.2 耐衝撃筐体デザイン

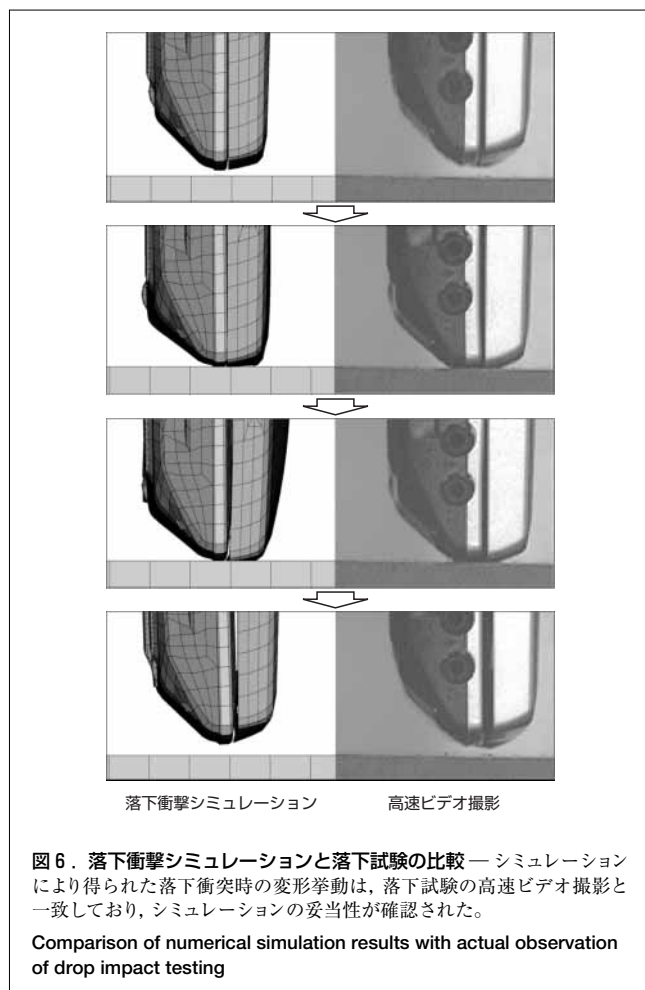
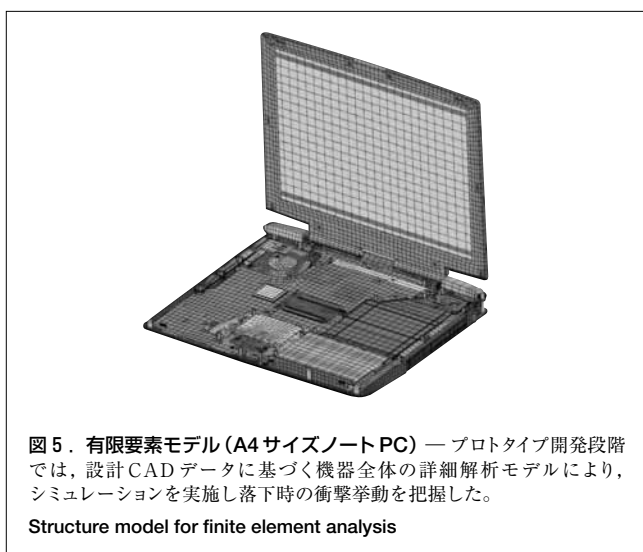
ラウンドフォルム、ショックプロテクタ、プロテクトラバーから構成される衝撃緩和トリプル構造について、まず、筐体デザインに関するラウンドフォルムとショックプロテクタの設計技術について述べる。

デザイン検討にあたり、有限要素法に基づく落下衝撃シミュレーションを実施した。衝突シミュレーションは情報機器の落下時の衝撃挙動を予測する有効な手法である。A4プラスチック筐体のプロトタイプ開発段階で用いた、設計CAD



データに基づく機器全体の詳細解析モデルを図5に示す。

ノートPCでは高いモバイル性を実現するため、部品間のクリアランスは非常に狭く、落下時の衝撃力の伝達経路は極めて複雑となっている。そこで当社は、部品間の接触を的確にモデリングし、現象をとらえることができるシミュレーション技術を構築した。プラスチック筐体のA4ノートPCの落下衝突時の変形挙動について、シミュレーション並びに落下試験の高速ビデオ撮影の比較を図6に示す。両者はほぼ一致



している。設計CADデータから作成する詳細モデルを用いることにより、落下衝突時のノートPCの挙動を的確に予測することが可能となった。

更に、プロトタイプ落下衝撃シミュレーションにおいて、内部ユニットを等価質量、等価剛性として扱うことにより、筐体の外形を表すデザインデータに基づき筐体形状の緩衝効果を把握することができる技術を開発した。これにより、設計CADデータが作成されていない設計初期段階においても、シミュレーションによるデザイン検討が可能となった。このシミュレーション技術を活用し、dynabook SS MX/LXのラウンドフォルムとショックプロテクタを設計した。dynabook SS LXのラウンドフォルムとショックプロテクタを図7と図8に示す。

### 3.3 プロテクトラバーによるユニット支持構造

プロテクトラバーによるフローティング構造を採用することにより、ゴムによるダンピングだけでなく、ユニット支持部の応力集中を低減できる。更に、ユニットの過度の変形や移動を拘束することができ、周囲に配置されたユニットや筐体との衝突を防止できる。プロテクトラバーについては、先に述べたプロトタイプにおいて有効性が確認されており、材料、寸法、配置をチューニングすることでdynabook SS MX/LXに適用



図7. ラウンドフォルム (dynabook SS LX) — ベース筐体をLCD部よりも張り出させることによって、LCDパネルへの衝撃を避ける。更に、断面コーナーに丸みを持たせることによって内部の衝撃を低減する。

Rounded corners design



図8. ショックプロテクタ (dynabook SS LX) — 筐体の四隅を膨らまし、落下衝突時に膨らみが変形することによって内部に伝わる衝撃を低減する。

Shock protector in chassis

した。各ユニットのプロテクトラバーについて以下に述べる。

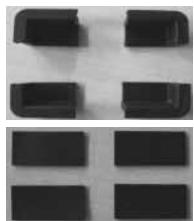
**3.3.1 HDD プロテクトラバー** HDDに収められている重要なデータやHDD自体を衝撃から保護する目的で、プロテクトラバーによるフローティング構造を適用した。また、コネクタもフレキシブル基板を用いた接続で自由に動くようになっているため、コネクタを介して伝わる落下時の衝撃を低減している(図9)。

**3.3.2 LCD プロテクトラバー** LCDパネルは、大面積のガラスパネルで構成されているため、ノートPCの内部ユニットのなかでも、もっとも衝撃に弱い。そこでLCDパネルの上下左右、更に裏側にもきめ細かくプロテクトラバーを配置することによって、衝撃の吸収と分散を図った(図10)。

**3.3.3 FL インバータプロテクトラバー** LCDのパッ



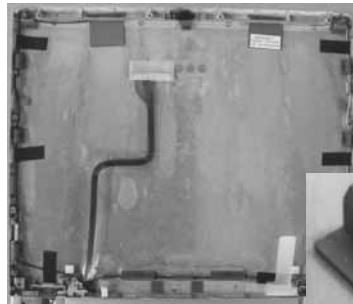
(a) HDD周りの配置



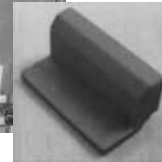
(b) プロテクトラバーの構成

図9. HDD プロテクトラバー (dynabook SS LX) — HDD周りにプロテクトラバーを配置しフローティング構造とすることで、HDDに伝わる衝撃の低減を図った。

Rubber protection of HDD unit



(a) LCD周りの配置



(b) プロテクトラバー部品の例

図10. LCD プロテクトラバー (dynabook SS LX) — プロテクトラバーによってLCDを支持することにより、LCDに加わる衝撃の吸収・分散を図った。

Rubber protection of LCD unit

クライトを光らせるFLインバータ部にもプロテクトラバーを配置し、衝撃による変形を抑えるとともに、衝撃が直接伝わりにくいようにした。

## 4 あとがき

dynabook SS MX/LXには、ノートPCとしての機能やHDDのデータを衝撃から保護するという観点で、東芝HDDプロテクションと衝撃緩和トリプル構造を採用した。更に、dynabook SS MX/LXは、万一、キーボードに水滴を落としても突然電源が落ちることなくデータを保存する時間を確保することを目的とした、PC内部への水の浸入を遅らせる保護シートをキーボードの下に敷き詰めた“ウォーターブロック構造”も採用している。

今後、継続して堅牢設計技術を向上させ、サイズや質量などのモバイル性と堅牢性を両立させたノートPCを開発していく。



川村 法靖 KAWAMURA Noriyasu

PC&ネットワーク社 PC開発センター メカニカル開発センターグループ長。PCの筐体開発並びに強度評価技術開発に従事。日本機械学会会員。PC Development Center



中村 浩二 NAKAMURA Koji

PC&ネットワーク社 PC開発センター PC設計第一部主査。ノートPCのハードウェア開発に従事。PC Development Center



向井 稔 MUKAI Minoru, D.Eng.

研究開発センター ヒューマンセントリックラボラトリー主任研究員、工博。機械・システムラボラトリー在籍時に強度信頼性設計研究に従事。日本機械学会、エレクトロニクス実装学会会員。Humancentric Lab.