

企業向けノートPCのラインアップ拡充を可能にしたすり合せ技術

Optimization Technologies Supporting Expansion of Notebook PC Lineup for Enterprise Use

村山 友巳 鈴木 義明 藤原 伸人
 ■MURAYAMA Tomomi ■SUZUKI Yoshiaki ■FUJIWARA Nobuto

これまで東芝が築き上げてきた“薄さ”，“軽さ”というノートPC（パソコン）の基本コンセプトを損なうことなく，ユーザーに“高性能”を提供することをコンセプトとして企業向けノートPCの開発を行っている。今回，マグネシウム（Mg）合金や高剛性樹脂を用いた製品剛性の確保，基板の高密度実装化，放熱構造の改善など，すり合せ技術を駆使することにより技術課題を解決し，企業向けdynabook™ Rシリーズのラインアップを拡充した。

Toshiba has been developing notebook PCs for enterprise use based on the concepts of high performance, thin profile, and light weight. We have developed the dynabook™ R series as a new addition to our notebook PC lineup for enterprise use, incorporating the following optimization technologies: chassis technologies for high stiffness using magnesium alloy and high-stiffness resin, high-density mounting technologies for printed circuit boards (PCBs), and a cooling technology for improvement of the radiation structure.

1 まえがき

東芝は，“薄さ”，“軽さ”，“高性能”をコンセプトにした企業向けノートPC dynabook Rシリーズを市場に投入しており，今回，dynabook R731/R741/R751を追加しラインアップを拡充した。日常業務の効率アップをサポートするため，Intel® Core™(注1)プロセッサを搭載し，利用シーンに応じて13.3型，14.0型，及び15.6型の液晶ディスプレイ（LCD）を用意した。

R731は，2010年に製品化したdynabook RX3⁽¹⁾のコンセプトを引き継いだパワースリム モバイルノートPCである。社内モバイルやデスクワークに適したR741とR751は，1インチクラスの製品厚さを実現する高剛性樹脂の筐体（きょうたい）や，海外モデル用に外付けGPU（Graphics Processing Unit）にも対応できる高密度実装基板，高性能の冷却構造などの技術を適用している。

ラインアップ拡充においては，筐体や，プリント基板，冷却モジュール（冷却ファン，放熱フィン，ダクトなど）などの各モジュールを単に組み合わせるだけでは，薄型，軽量，及び高性能の要求仕様を満足することはできない。厳しい制約下でこれらのモジュールどうしを連携し，調整しながら設計，開発を進めることで，初めてその仕様を満足できる（図1）。このように，限られたスペース内で要求を実現するために必要な各モジュールの技術を“すり合せ技術”という。

(注1) Intel Coreは，米国及びその他の国におけるIntel Corporationの商標。

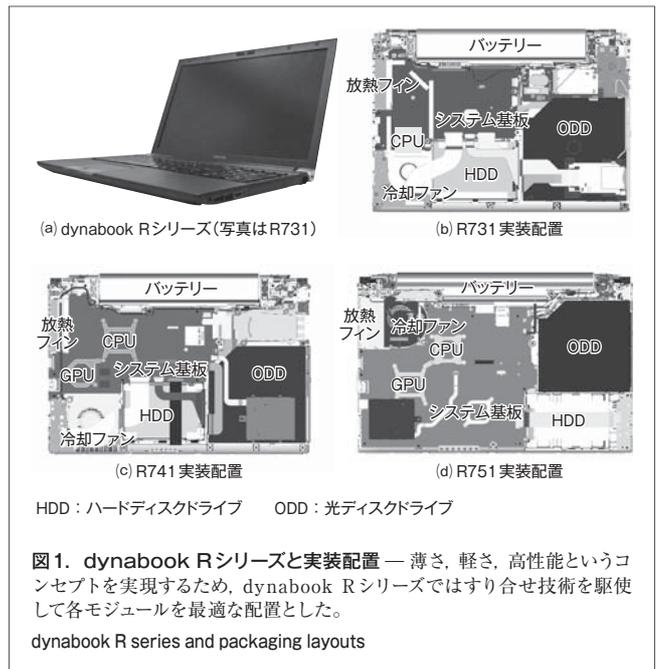


図1. dynabook Rシリーズと実装配置 — 薄さ，軽さ，高性能というコンセプトを実現するため，dynabook Rシリーズではすり合せ技術を駆使して各モジュールを最適な配置とした。
 dynabook R series and packaging layouts

ここでは，薄さ，軽さ，高性能というコンセプトを実現するすり合せ技術として，R731，R741，及びR751に適用した表1に示す筐体技術，プリント基板技術，及び冷却技術について述べる。

2 筐体技術

2.1 高剛性樹脂

R731では薄さ，軽さを優先しMg合金筐体を採用している

表1. dynabook Rシリーズを支えるすり合せ技術

Optimization technologies applied to dynabook R series

項目	R731	R741	R751
LCDサイズ	13.3型HD	14.0型HD	15.6型HD
CPU	Intel® Core™ プロセッサ		
外付けGPU	なし	なし/あり*	なし/あり*
外形寸法 (mm)	316(幅)×227(奥行き) ×16.8~26.6(高さ)	341(幅)×239(奥行き) ×19.9~27.6(高さ)	379(幅)×252(奥行き) ×20.8~30.4(高さ)
質量 (kg)	1.30~1.47	2.09	2.44
すり合せ技術	筐体	Mg合金	高剛性樹脂
	基板	8層HDI	
	冷却	New Airflow Cooling Technology	
			従来冷却

*海外モデル仕様

HD : High Definition
HDI : High Density Interconnect
PTH : Plated Through Hole

が、R741とR751ではMg合金よりも低コストの樹脂を用いることで薄さ、軽さの実現を目指した。従来、当社の15型企業向けノートPCに使用していた従来樹脂筐体に代わり、高剛性樹脂筐体を採用した。その材料として、成形時の流動性と成形サイクル時間に優れたポリアミド樹脂にガラス繊維を添加した高剛性樹脂を選定した。

高剛性樹脂の物性及び筐体の基本肉厚と部品コストの相関をそれぞれ表2及び図2に示す。ノートPCの筐体は、持運びの際に外圧から内部モジュールを保護するため、筐体剛性の確保が重要である。従来樹脂は、剛性を確保するため基本肉厚を2.0 mmと厚くする必要があり、薄さの実現には適さなかった。これに対して高剛性樹脂は、曲げ弾性率が表2に示

表2. 各材料の物性比較

Comparison of physical properties of chassis materials

項目	Mg合金	高剛性樹脂	従来樹脂
曲げ弾性率 (MPa)	45,000	17,500	3,400
引張破壊応力 (MPa)	234	195	48
密度 (g/cm ³)	1.83	1.68	1.24
比強度 (曲げ強度/密度)	179	181	81

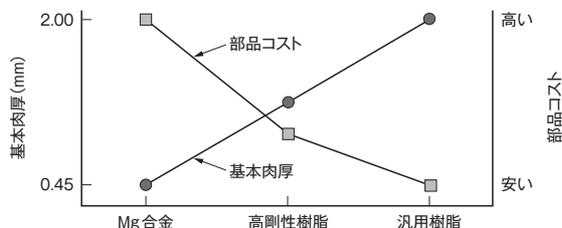
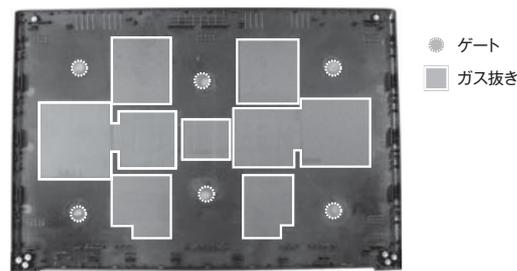
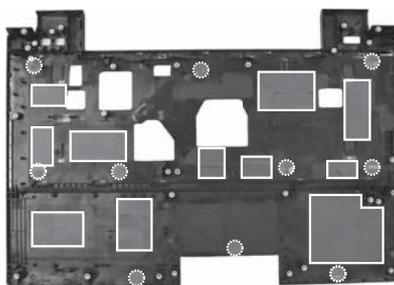


図2. 基本肉厚と部品コスト — R741とR751では、各材料の基本肉厚と部品コストをトレードオフし、製品剛性を保持しつつ基本肉厚を1.2 mmまで薄くできる高剛性樹脂を採用した。

Basic thickness and parts cost for each material used in R741 and R751 models



(a) ディスプレイカバー



(b) 本体カバー

図3. 成形品のゲート位置とガス抜き配置 — 成形時に発生するガスに配慮し、ゲート位置やガス抜き構造の最適化を実施した。

Gate and gas vent positions in molded items

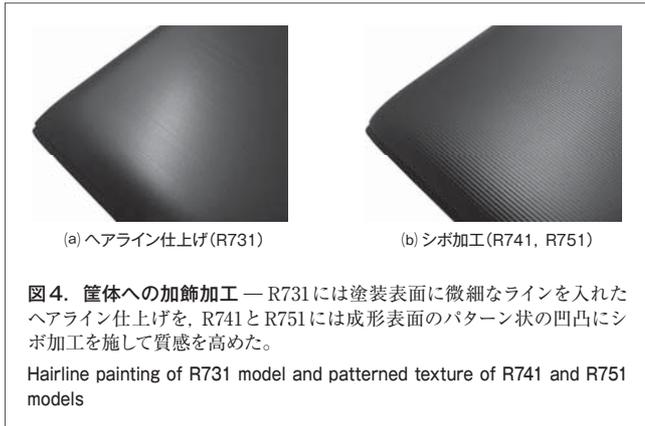
すように従来樹脂に比べ約5倍であることから、高剛性樹脂の性能を最大限引き出すことで、製品剛性を保持しつつ基本肉厚を1.2 mmまで薄くした。

基本肉厚が薄くなると、リブなどの内部構造が外観品位に影響を及ぼすことがあるため、リブ幅を細くして外観品位を向上させる必要がある。一方、リブ幅を細くするとリブ強度が低下する。そこで、応力シミュレーションにより、筐体の剛性を確保しつつ最適なリブ形状を求め製品に適用した。またこの高剛性樹脂は、成形時にガスの発生が多いことから、ガスにより外観品位や、部品寸法が影響を受けることがある。金型設計では、ガス発生に配慮して、図3に示すようにゲート(樹脂の流入口)位置やガス抜き構造の最適化を実施した。

この高剛性樹脂をディスプレイカバーと本体カバーの2部品に適用することで、当社従来機種に比べ筐体の厚さを合わせて1.6 mm薄くすることができ、厚さ1インチクラスの製品厚さを実現している。

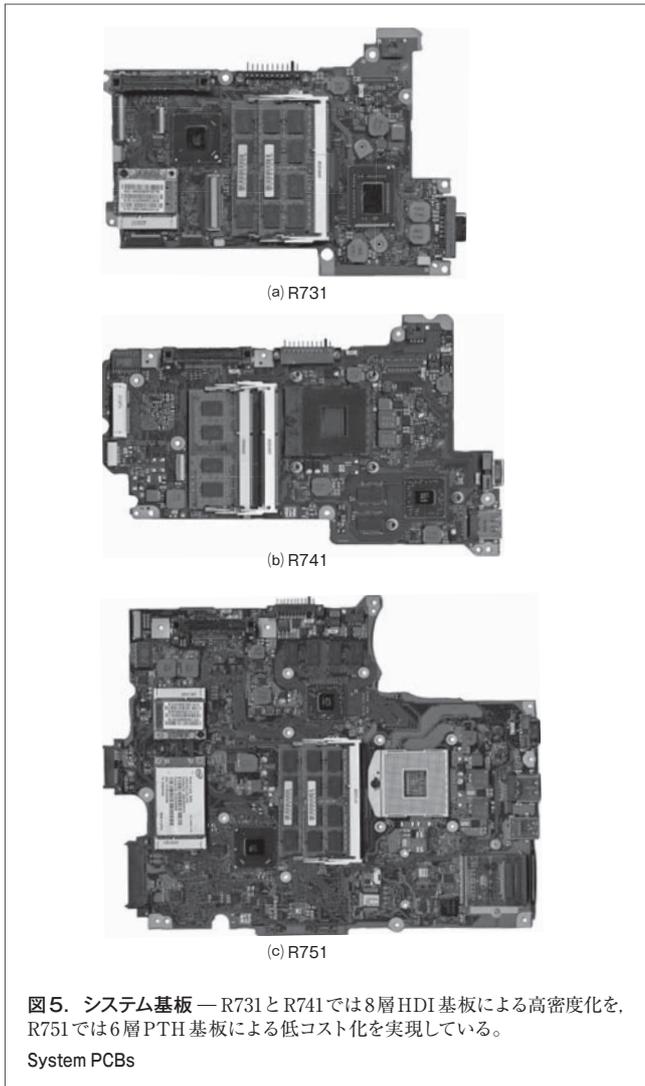
2.2 外観加飾技術

質感を高めた加飾要求が、コンシューマー向けだけでなく企業向けノートPCに対しても高まっている。Mg合金筐体への加飾としては、従来から塗装が一般的であったが、R731では塗装後にヘアライン仕上げを施すことで光が当たったときの質感を高めた(図4(a))。高剛性樹脂筐体を採用したR741とR751の加飾としては、成形表面のライン状のパターンにシボ加工を施し、このパターンシボ面に塗装を行うことで触感を加えた質感を高めることができた(図4(b))。



3 プリント基板技術

薄さ、軽さ、高性能を支えるプリント基板技術として、R731とR741には8層HDI (High Density Interconnect) 基板を、R751には6層PTH (Plated Through Hole) 基板を採用して



いる(図5)。薄さを実現するためには、図1の配置図に示すようにシステム基板とHDD(ハードディスクドライブ)やバッテリーなどのユニットを重ねることはできない。このため13.3型、14.0型とLCDサイズが小さいR731とR741では、R751で採用したPTH基板より更にパターン配線密度が高いHDI基板を採用した。HDI基板はPTH基板に比べコストが高いが、単位面積当たりの基板数を最適化することでコストアップを抑えている。

R731は、dynabook RX3の開発で培った当社独自のパターン配線技術及び高速回路シミュレーション技術により部品を最適に配置することで、dynabook RX3と同様にメモリコネクタを2スロット実装している(図5(a))。

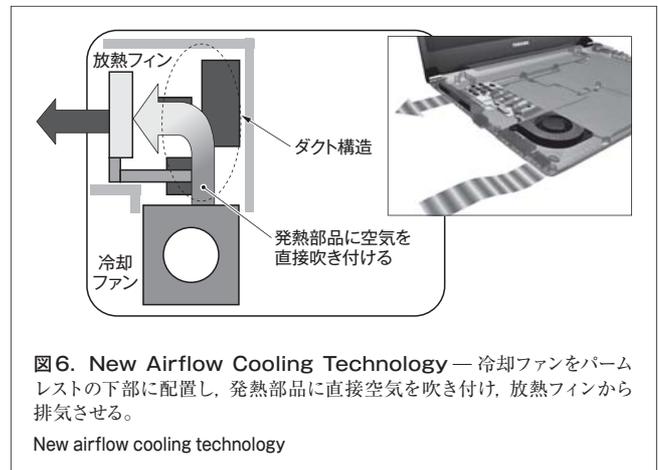
R741は、4章で述べる冷却技術の“New Airflow Cooling Technology”による冷却システムを採用し、効率よく放熱できる位置に外付けGPUを追加で配置できるように考慮している。更に外付けGPUの追加配置に関しては、高速回路シミュレーション技術及び冷却シミュレーション技術を駆使してCPU、外付けGPU、及び電源回路の配置を最適化している(図5(b))。

R751は、高性能を実現するために、当社独自のパターン配線技術及び高速回路シミュレーション技術を用いて、6層PTH基板でDDR3-SDRAM(Double Data Rate 3-Synchronous DRAM)のメモリモジュール規格PC3-10600(DDR3-1333)への対応を実現している(図5(c))。

4 冷却技術

薄さ、軽さ、高性能を支える冷却技術として、R731とR741ではNew Airflow Cooling Technologyを用いている。この技術は、図6に示すように冷却ファンから取り込んだ空気を発熱部品に直接吹き付け、放熱フィンから排気させることにより冷却効率を向上させるものである。

R731, R741, 及びR751は、以前のプラットフォームに比べ高負荷時の消費電力がCPU部で約4.5 W増加した。更に



R741とR751では外付けGPU部において消費電力約12 W分の冷却が必要になる。

このような消費電力の増加に伴って、冷却性能を向上させるため、R731とR741では冷却ファンと放熱フィンをつなぐ構造に着目した。New Airflow Cooling Technologyでは冷却ファンと放熱フィンは離れた場所に配置するので、その間をスポンジなどで構成されたダクトでつなぐ構造になっている(図7)。そのため冷却性能を向上させるためには、ダクト部分からの空気漏れを減少させることが必要であった。

そこでR731では、使用しているスポンジの構造を改善することで冷却性能を改善した。使用するスポンジは基板上の高さが異なる部品上に設置されるため、柔らかくて潰れやすい、空気を通しやすいものが求められ、また低コスト、環境対応などの条件を満たす必要がある。そこで今回、図7(a)に示すように、このスポンジを半分の厚みで2枚重ねとし、その間に両面テープを挟むことで、柔らかさを確保しつつ冷却用の空気を逃がさない構造を実現し、必要とされた冷却性能向上を達成した。

R741では、筐体立壁でダクトを形成することにより高気密化を実施し、冷却効率を大幅に改善することにより、標準電圧版CPUと外付けGPUモデルの冷却を実現した(図7(b))。また、ダクト構造の改善とともに、冷却シミュレーションにより空気の流れを解析し、更なる冷却効率の向上を図った(図8)。

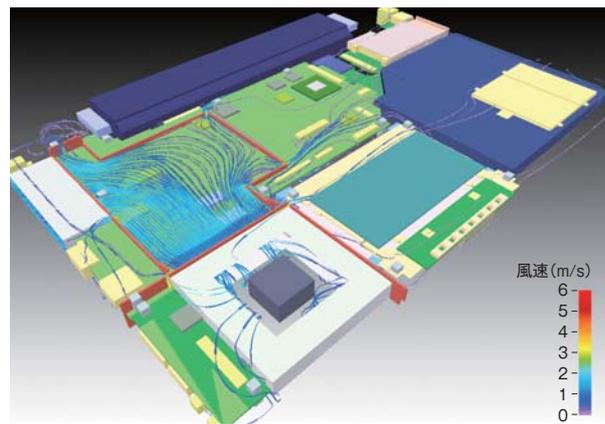
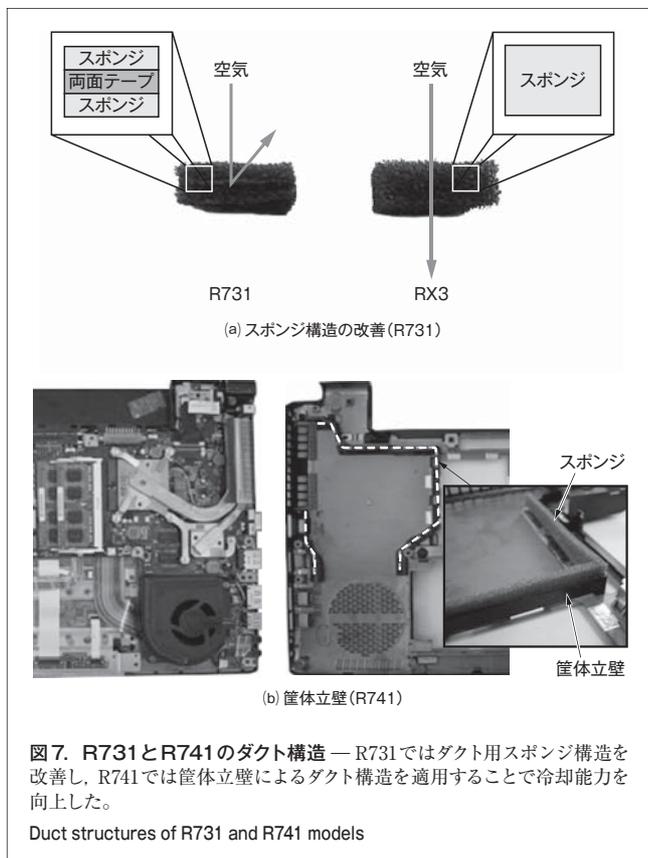


図8. 空気の流れの解析例 — 冷却シミュレーションにより、空気の流れや筐体表面温度の解析を実施した。

Example of airflow simulation

R751では、製品のサイズが大きいことから十分な冷却エリアが確保でき、従来の技術で冷却を行っている。

5 あとがき

企業向けノートPC dynabook Rシリーズは、薄さ、軽さ、高性能を実現するため、筐体技術としてMg合金筐体と高剛性樹脂筐体を、プリント基板技術として高密度実装基板を、冷却技術としてNew Airflow Cooling Technologyを採用し、すり合せ技術により各機種の仕様を実現した。

今後も、薄さ、軽さ、高性能を求めるユーザーの期待に応えるため、技術課題を克服し魅力ある製品開発を行っていく。

文献

- (1) 辻 浩之 他. パワースリム モバイルノートPC dynabook™ RX3を支える薄型・軽量化技術. 東芝レビュー. 65, 10, 2010, p.6-9.



村山 友巳 MURAYAMA Tomomi

デジタルプロダクツ&サービス社 設計開発センター デジタルプロダクツ&サービス設計第1部参事。PC筐体の設計・開発に従事。

Design & Development Center



鈴木 義明 SUZUKI Yoshiaki

デジタルプロダクツ&サービス社 設計開発センター デジタルプロダクツ&サービス設計第1部主務。PC基板の設計・開発に従事。

Design & Development Center



藤原 伸人 FUJIWARA Nobuto

デジタルプロダクツ&サービス社 設計開発センター デジタルプロダクツ&サービス設計第1部主務。PCの冷却設計・開発に従事。

Design & Development Center