

家電製品における環境対応設計

Development of Environment-Conscious Products

水流忠人* *Tadato Tsuru*
砂川正郎** *Masao Sunagawa*
平野 学*** *Manabu Hirano*



C32-HE50



CV-W72

項 目	環境行動計画の 目標値	掃除機 CV-W72	カラーテレビ C32-HE50
分解時間	半減*	51%低減	66%低減
リサイクル可能率	30%向上*	43%向上	43%向上
梱(こん)包用発泡スチロール	50%削減*	100%削減	60%削減

注：*従来機種比を示す。

環境調和型製品の開発

日立グループは、家電製品、OA機器などの廃棄時での環境負荷を抑え、製品リサイクル性を向上させた「環境調和型製品」の開発を進めている。普及率の高い掃除機とカラーテレビでは、製品構造の改善、部品材料の見直しなどを図り、製品の再資源化を強力に推進している。特に、掃除機“CV-W72”とカラーテレビ“C32-HE50”では、日立製作所が設定した環境行動計画の目標値をクリアしている。

廃家電品、廃OA機器などの廃棄物問題の解決には、使用済み後、廃棄されたときの環境負荷が少ない「環境調和型製品」の開発を進めることが重要である。これを促進するためわが国では、財団法人日本環境協会が中心になり「グリーン購入ネットワーク」を設立し、市場を通じて製造者側に環境負荷の少ない商品の開発・供給を促す活動を1995年11月29日から開始した。

日立グループは、「再生資源の利用の促進に関する

法律」(通称「リサイクル法」、1991年10月施行)を受けて、製品アセスメントを強力に展開するとともに家電製品を主体に「環境調和型製品」の開発を推進し、製品構造の改善、部品点数の削減、部品材料の見直しなどを図った家電製品を発表した。

特に、製品アセスメントの推進、すなわち「環境調和型製品」開発では掃除機とカラーテレビが代表的な家電製品であり、これらに採用した新機構、新素材では大きな成果をあげている。

* 日立製作所 家電・情報メディア事業本部 ** 日立製作所 電化機器事業部 *** 日立製作所 映像情報メディア事業部

1 はじめに

最近、産業廃棄物、一般廃棄物を問わず廃棄物が社会的に大きな問題となってきた。こうした状況の中で日立製作所は、企業をあげて地球環境問題に取り組むために、「日立製作所環境保護行動指針(地球環境憲章)」を会社規則として制定した。その中の一つとして製品再資源化を強力に推進するために全社を対象に製品再資源化委員会を設置した。そして、製品のユーザーニーズにマッチし、しかも環境負荷の少ない製品、すなわち「環境調和型製品」を社会に出すため環境行動計画の目標値を具体的に設定して、製品アセスメントを強力に推進することにした(表1参照)。

ここでは、普及率の高い掃除機とカラーテレビの二つの事例を取り上げ、新機構の開発、新素材の開発を主体に「環境調和型製品」への取組みについて述べる。

2 日立製作所における環境調和型製品の開発

1980年代までの家電製品ではユーザーニーズに合った製品をメーカーが開発するだけでよかったが、現在は環境保全のため、製品生涯を考慮にいたれた家電製品を開発することが強く要求される時代になってきた。

そのため日立製作所は、製品設計時から機能および安全性などだけでなく、生産段階、ユーザーが使用する期間、および廃棄後の処理・処分段階の環境負荷の低減策も考慮に入れた環境調和型製品を開発している。

具体的には、製品開発検討にLCA(Life Cycle Assessment)的アプローチを取り入れ、材料の選定、使用材質の統一、部品点数の削減などの各課題を解決している。さらに、開発製品の生産事業所長を総責任者とした営業部門、研究部門、事業部門、製造部門を統合した体制の下に、開発から生産まで一貫したシステムで、環境調和型製品の開発および生産を強力に推進している。

表1 環境行動計画の目標値

日立製作所は、「環境行動計画」で製品再資源化を実現するため、行動目標を定めて各製品ごとに推進している。

項 目	目標値	備 考
分解時間	半減	1992年上期ベース
リサイクル可能率	30%向上	1992年上期ベース
梱包用発泡スチロール	50%削減	1990年上期ベース

注1：家電品、OA機器、コンピュータおよびその周辺機器について、1995年度までに目標を達成する。

注2：目標値は従来機種比を示す。

以下、事例として掃除機とカラーテレビを取り上げ、新素材、新機構の開発について述べる。

3 掃除機での取組み

従来の家電品では、変化するニーズをユーザー調査などによって具体的に把握し、これを仕様に反映させて商品化してきた。環境問題が社会的な問題となってから、廃棄された家電品の再資源・リサイクル化が求められるようになり、製品開発段階での環境対応設計が必要となった(図1参照)。

普及率がほぼ100%、年間約500万台の成熟商品である掃除機へのニーズは「強い吸込力でも操作が軽い掃除機」である。これとリサイクル対応設計すなわち部品点数の低減、使用材料の単一素材化、エコマテリアル化などを両立させることが課題となり、それぞれの機能ユニットを原点から見直し、発想の転換を図った「かるワザ掃除機」の開発に取り組んだ(図2参照)。

3.1 開発方針

従来の掃除機は、吸じん力を高めるために吸口内部に回転ブラシを駆動させるモータを搭載したタイプが主流である。ホースは吸口モータへの給電と保形を兼ねる硬線や、手もと操作部と本体との間に信号線を内蔵し、絶縁と強度保持のためにPVC(ポリ塩化ビニル)の二重被膜構造となっており、吸口とともに比較的重いものであった。ユーザーニーズおよびリサイクル化の双方に対応した製品とするために、モータを内蔵して部品点数が多い吸口、複合材となっているホースを重点的に見直して開発方針を設定した(図3参照)。

3.2 新機構の開発

軽量化を実現するためにはホースのワイヤレス化が不可欠であり(図4参照)、手もと操作部から本体への送信方法として各種方式を検討し、コスト、汎用性などから

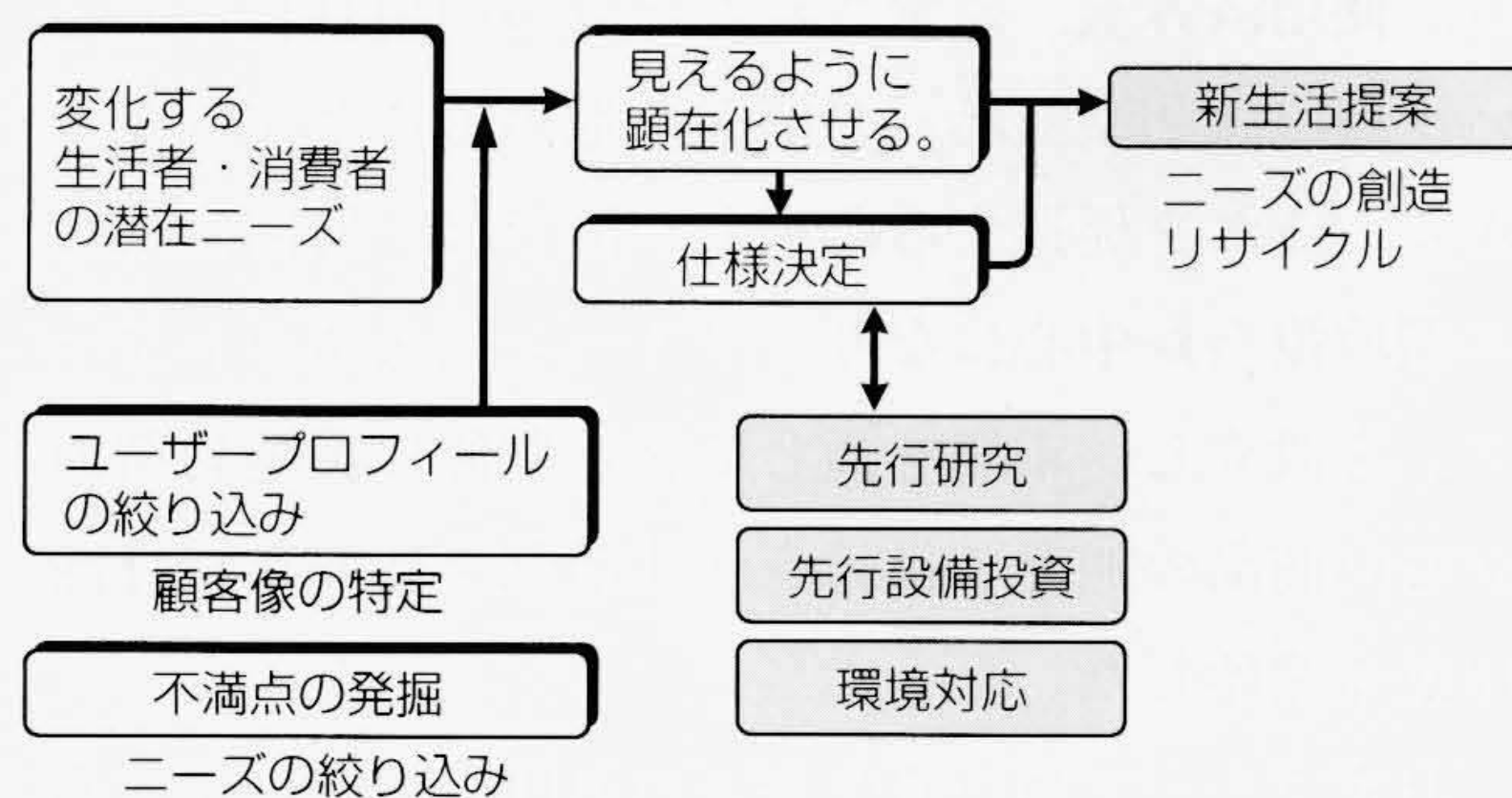


図1 開発のプロセス

「環境調和型製品」を開発するプロセスを示す。仕様決定にニーズ、機能などだけでなく環境対応仕様を反映させる。

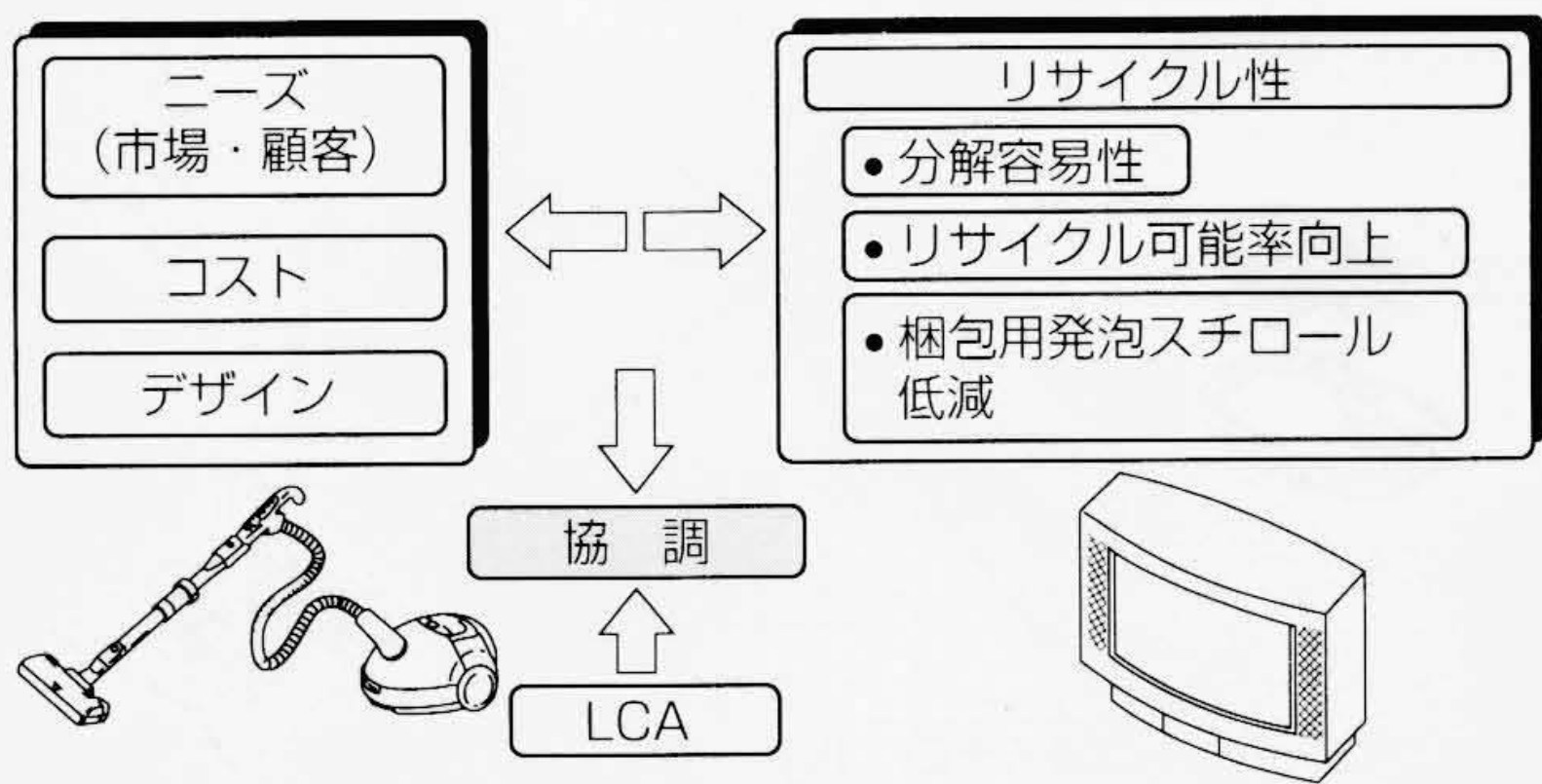


図2 環境対応設計の考え方
環境対応仕様である製品のリサイクル性(分解容易性, リサイクル可能率, 梱包用発泡スチロール削減)を製品設計段階で検討する。

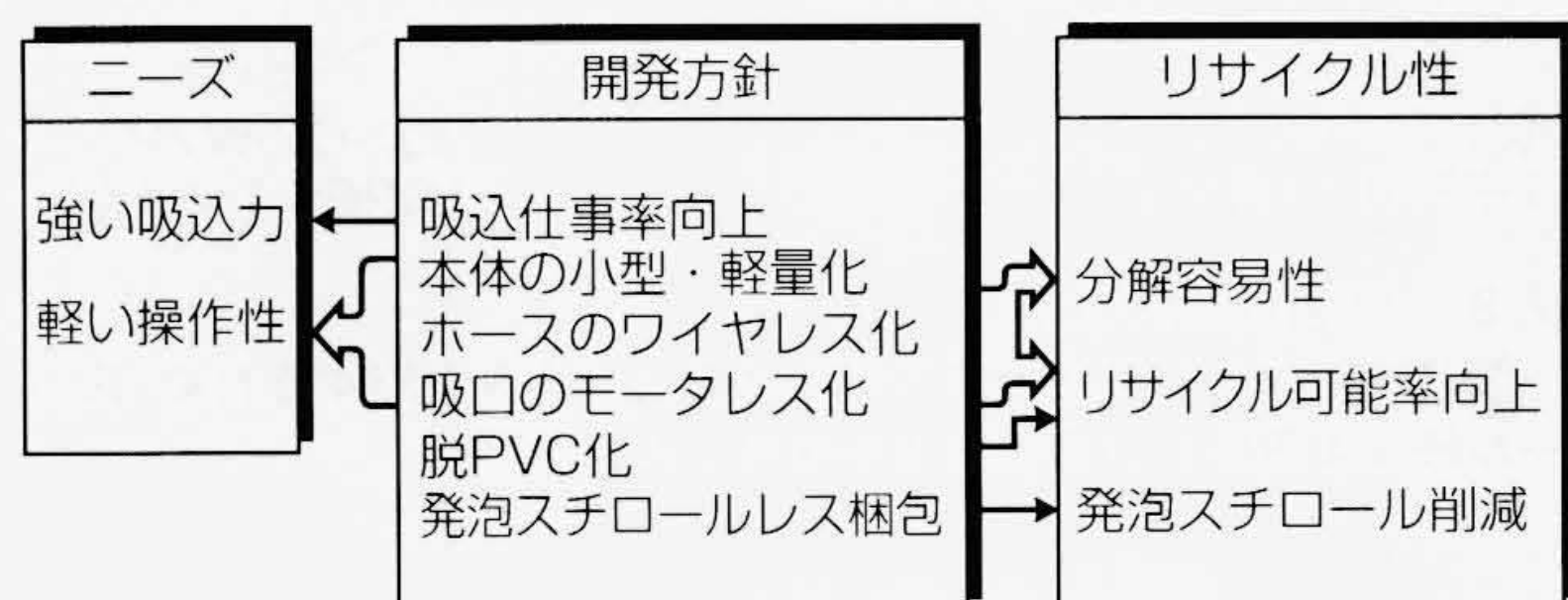


図3 開発方針
製品ニーズだけでなく製品リサイクル性も考慮して「環境調和型掃除機」の開発方針を決定した。

赤外線による光リモートコントロール方式を採用することにした(表2参照)。吸口は、ブラシ駆動源に吸込空気流を利用したペルトンタービン方式を採用してモータレス・軽量化を図ることにした。

新方式の採用には種々の技術課題があったが、新型の高効率ペルトンタービン、および天井反射を積極的に利用したツイン発光方式光リモートコントロールの新技术を開発して解決し(表3参照)、1992年11月に「光リモコンかるワザ掃除機」として製品化した。これにより、部品点数を3割削減し、ホースの接着廃止と図5に示す着脱可能構造などによって分解時間を大幅に低減し、ホースの単一素材化を図った(図6参照)。

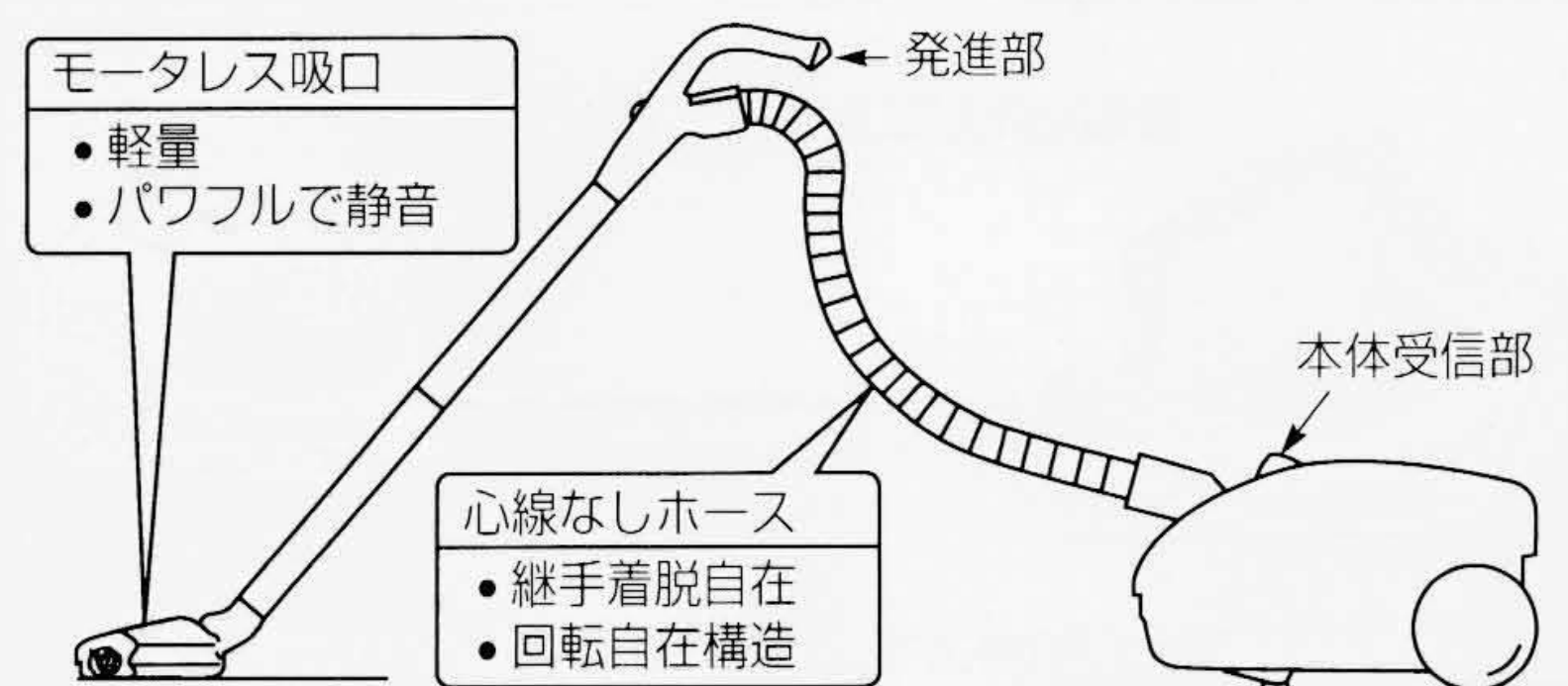


図4 ワイヤレス掃除機
環境対応設計を反映し開発したワイヤレス掃除機の新機構を示す。

表2 ワイヤレス リモート コントロール方式

掃除機ホースのワイヤレス化実現のため、光(赤外線)リモコン方式を新機構として採用した。

項目	媒体の種類	障害物による影響	法規制など	対ノイズ性	コスト
高周波	電波 20~320 MHz	○	電波法	△	△
超音波	音波 20~60 kHz	◎	なし	△	○
赤外線	光 波長940 nm帯	△→○	財団法人家電製品協会 フォーマット	○	◎

注：記号説明 ◎(良い), ○(普通), △(悪い)

表3 技術課題と対応策

環境調和型掃除機に採用した新機構の技術課題をさらに新しい技術開発で解決した。

問題点	対応策
吸口持ち上げ時に空気負荷となる。 →ブラシ高速回転	- 持ち上げ時に開放するシャッターでバイパス気流を流してブラシ高速回転防止 - 高効率ペルトンタービンの開発* - 一定の風量制御の採用でブラシ回転数を安定化
掃除機本体にごみがたまるに従って吸込力が低下 →ブラシ回転数低下	- 天井反射と本体直射を持つツイン発光方式の開発 - 天井反射 - 本体反射（青天井のときなど）
手もと操作部と本体の間に使用者が立つ。 →赤外線信号を遮断	- 天井反射と本体直射を持つツイン発光方式の開発 - 天井反射 - 本体反射（青天井のときなど）

注：* 日立製作所機械研究所による。

1995年11月から順次発売した「たつまきパワーかるワザ掃除機」では、吸口内部に「たつまき旋回流」を発生させる新技术を開発し、ペルトンタービンとブラシを一体化させていっそうの部品点数の削減を図っている(図7参照)。

また、梱包の新しい形態を研究し、発泡スチロールを全廃して梱包用緩衝材の全段ボール化を実現した(図8参照)。

3.3 新素材の開発

掃除機ではこれまでプラスチックを多く使用してきており、現在では総質量の55~65%を占めている。したが

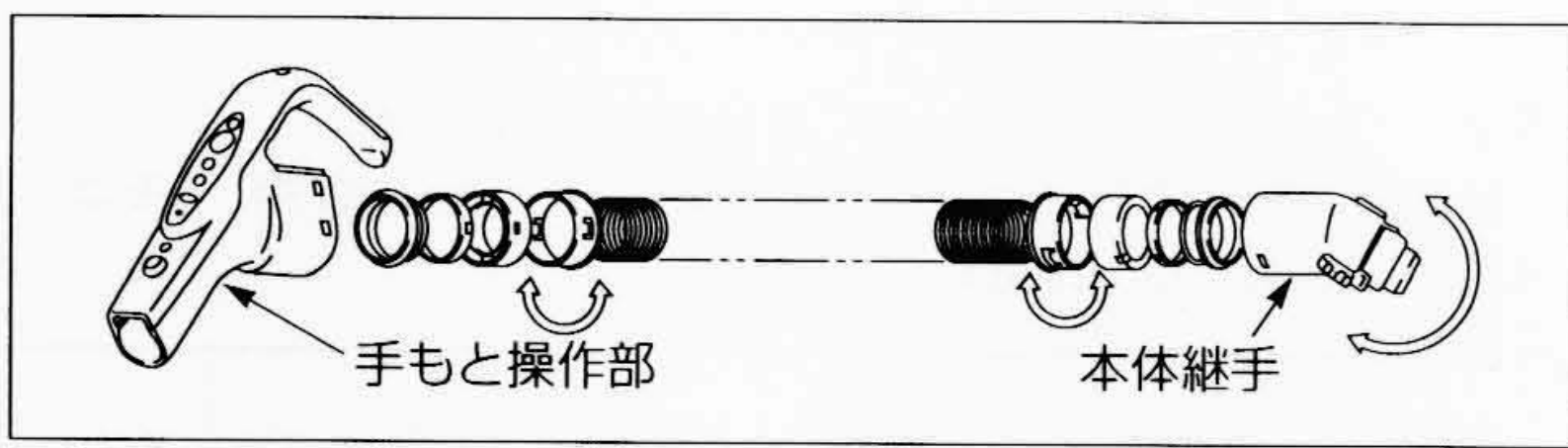
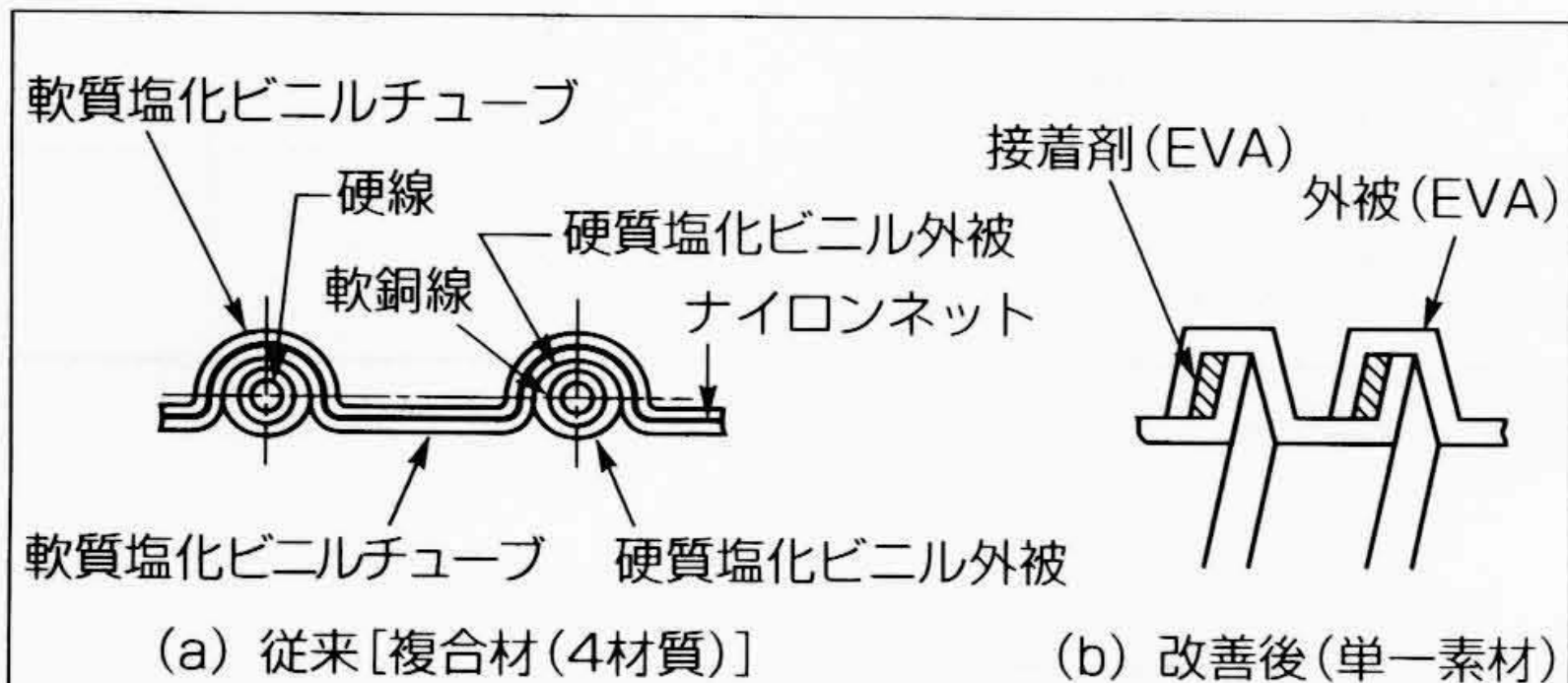


図5 ホース構成

製品リサイクル性の一要素である分解容易性を実現した新機構を示す。



注：略語説明 EVA(エチレン酢酸ビニル共重合体)

図6 ホース断面の形状比較

掃除機ホース材料を複合材から単一素材に変更したことにより、リサイクル可能率を大幅に向上させた。

って、環境調和型製品の開発を進めるには、リサイクル不可能材料の使用質量低減、使用材料の種類統合とともに、使用プラスチックを再生困難なものから再生可能な材料、すなわちエコマテリアルに変更することが必要である。

部品材質の見直しの中で最も困難であったのが、構成部品の中のホース、バンパなどに用いられている軟質PVCであった(図9参照)。PVCは、燃焼時に発生する塩素系排ガス処理施設が必要なため、焼却技術が確立するまで代替材への切り替えが望まれていた。

ホースでは、ワイヤレス化によって単一素材化が実現し、EVA(エチレン酢酸ビニル共重合体)を採用すること

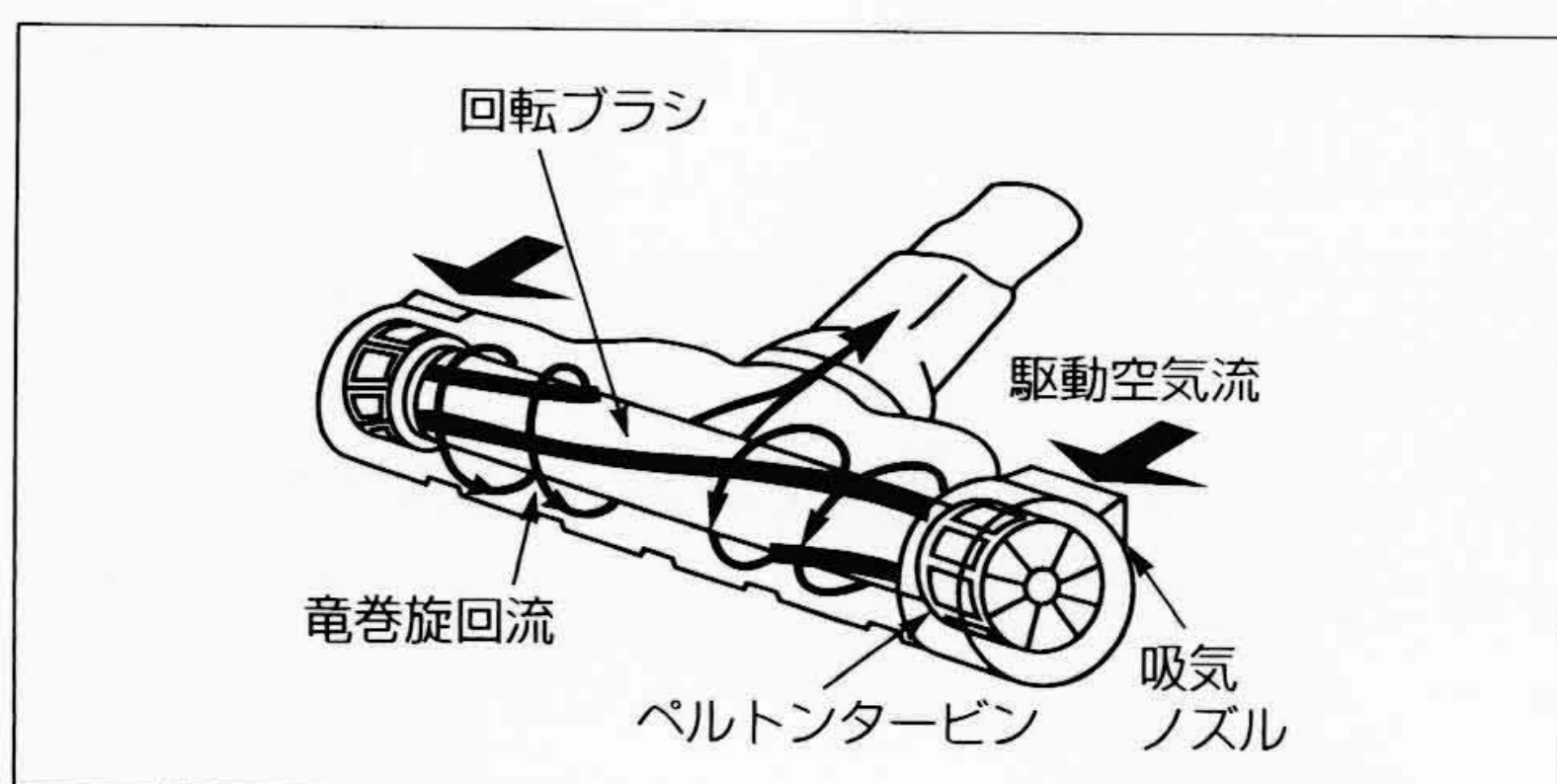


図7 「たつまきパワー」の吸口

製品の分解容易性を追求するため、さらに部品点数を削減して機能を向上させた新型の掃除機吸口を示す。

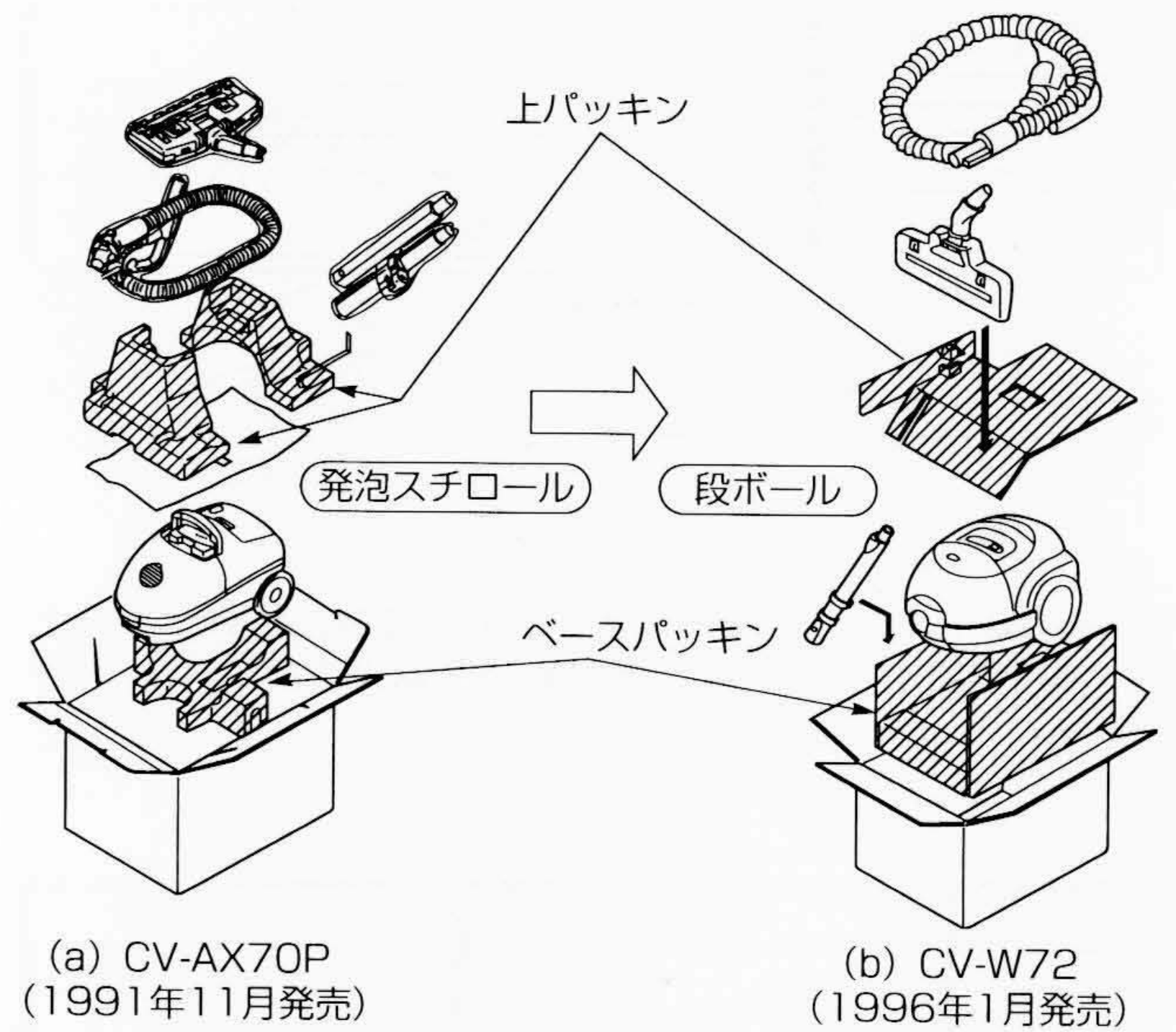


図8 梱包仕様の比較

製品梱包材として使用する発泡スチロールを全廃するため、段ボール紙による新しい梱包方法を採用した。

ができた。

一方、バンパは外観意匠性と家具類への傷つきを防止する本来の機能と、パッキンとして集じん室の気密を確保する二つの性能が要求されるが、従来はPVC以上の代替材がなかった。そこで、PVC代替材として熱可塑性エラストマーに着目し、1993年から開発に取り組んだ。既存のエラストマーは、非極性オイル成分がにじみ出て、成型品表面に汚れや傷が付きやすい欠点があった。これらを解決するために、HSBR/PP(水素添加スチレンブタジエンゴム・ポリプロピレン)を新たに開発した。

新開発材料は密度が低いため、軽量化にも効果がある。PVCとの比較を表4に示す。開発したHSBR/PPを掃除機本体と吸口のバンパに取り付け、1994年2月から「くるりんターンかるワザ掃除機」を製品化している。

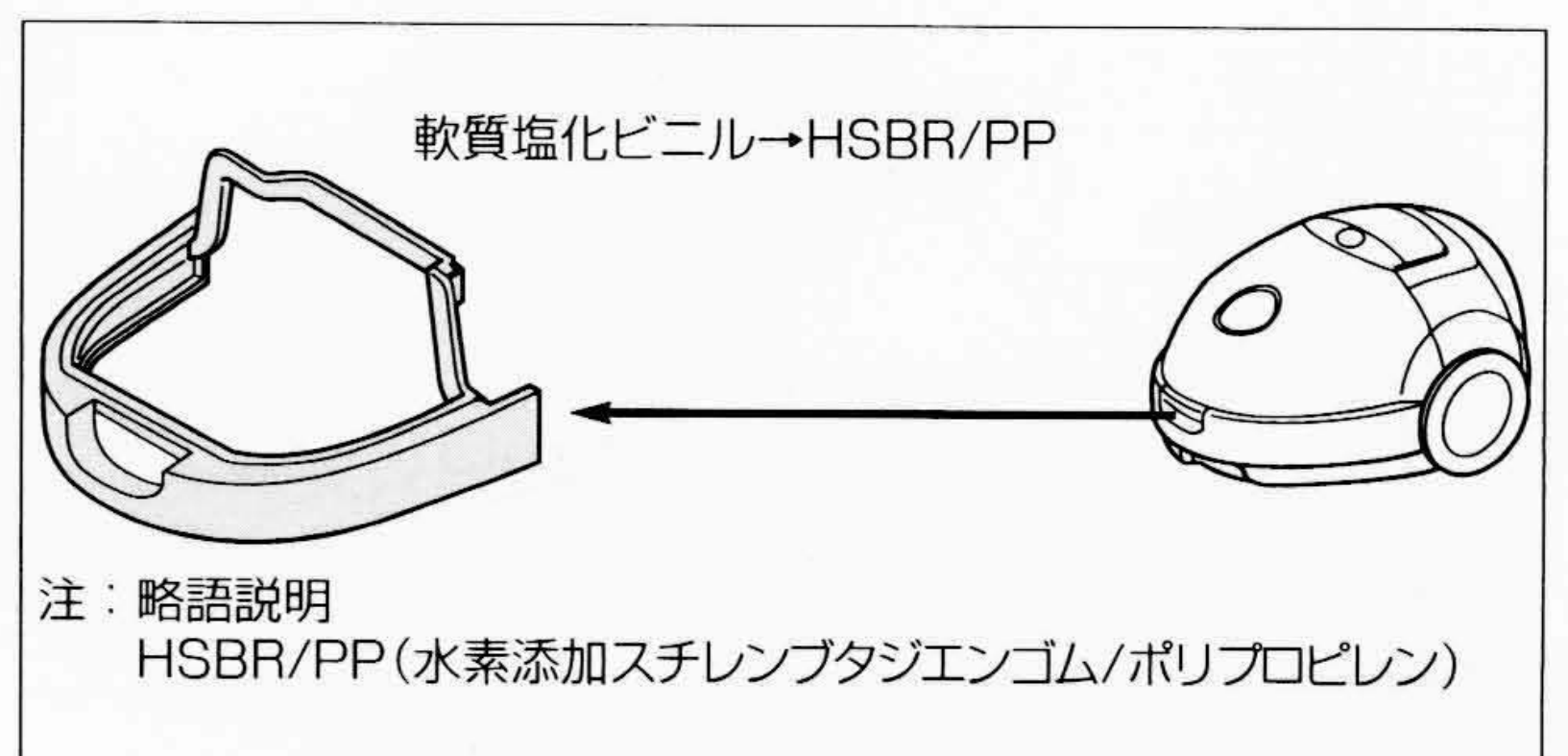


図9 バンパ

バンパ材料としてリサイクル可能なHSBR/PPを新たに開発した。

表 4 バンパ材料の仕様比較
使用材料のリサイクル可能率を向上させるために、新素材を開発した。

仕様	評価方法	PVC (従来材)	HSBR/PP (開発材)
耐候性	紫外線照射, 引張強度	◎	◎
移行性	対PS熱圧着, 質量変化	×	◎
耐傷性	引っかき試験, 傷形状	◎	○
汚れ性	顔料付着度, 色差(ΔE)	◎	○
	染料付着度, 色差(ΔE)	×	○
擦動性	動摩擦抵抗, 荷重引張試験	×	○
経済性	コスト比較	○	○
エコマテリアル度	燃焼ガス分析	×	○

注：記号説明 ◎(良好), ○(良), ×(不可)

4 カラーテレビでの環境対応設計の取組み

掃除機と同様に、カラーテレビでも単一材料化、部品点数削減、エコマテリアル化、および軽量化を進め、リサイクル時の低エネルギー・リサイクル容易性とクリーン性の確保を目標にした。

4.1 新機構の開発

4.1.1 中空成形の採用

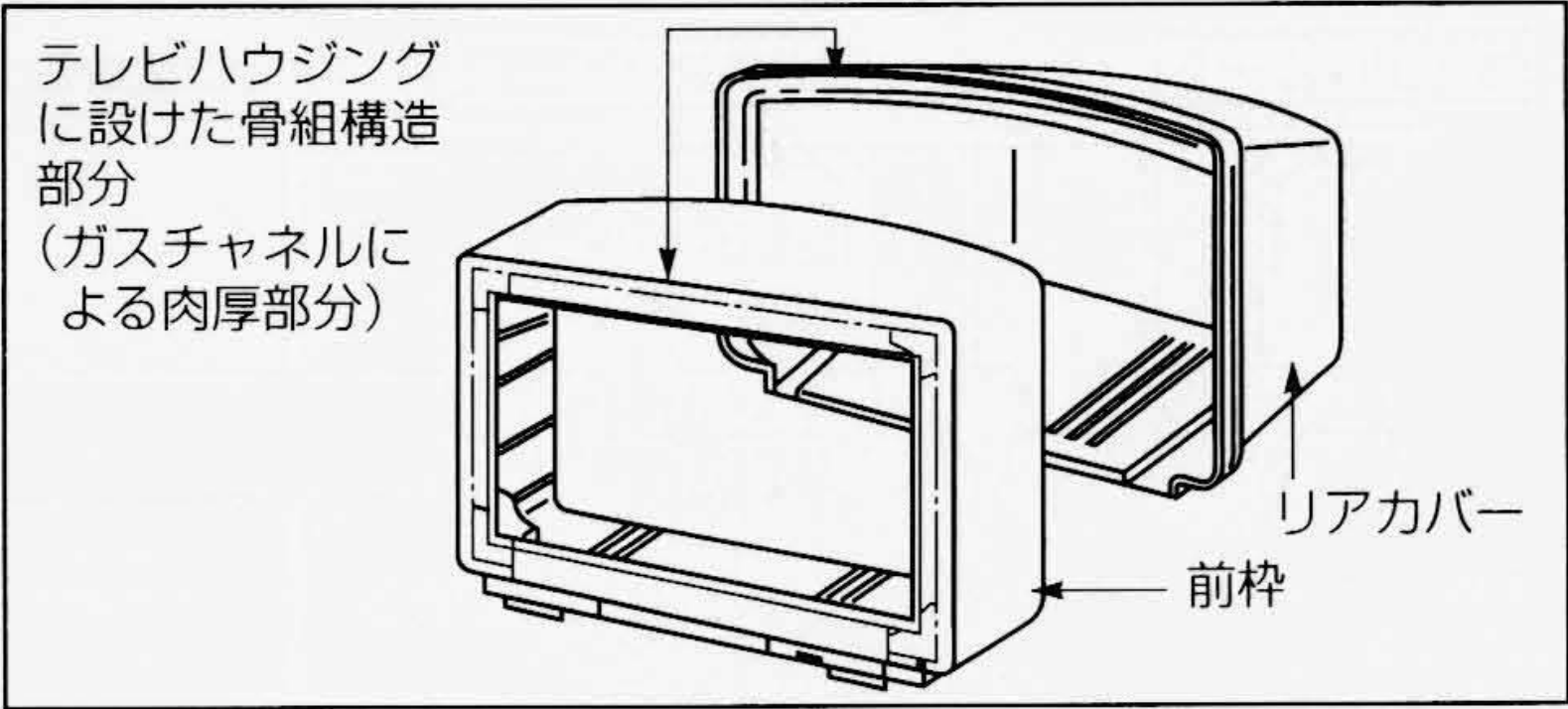
近年、カラーテレビは大型化が進んでいるため、製品全体を薄肉化して製品の質量を軽減しながら剛性を維持する中空成形法を採用している。この方法は部分的な偏肉に対し、金型内に充てんした溶融樹脂が固化する際に生じる体積収縮に応じて、その容積に見合った圧力ガスを樹脂中に注入することにより、外観上の欠点となるひけ現象の発生を防止するものである。

テレビ用ハウジングとしての前枠およびリアカバーが、内部部品の保護材であると同時に構造体そのものである。テレビの骨組構造の概念を図10に示す。

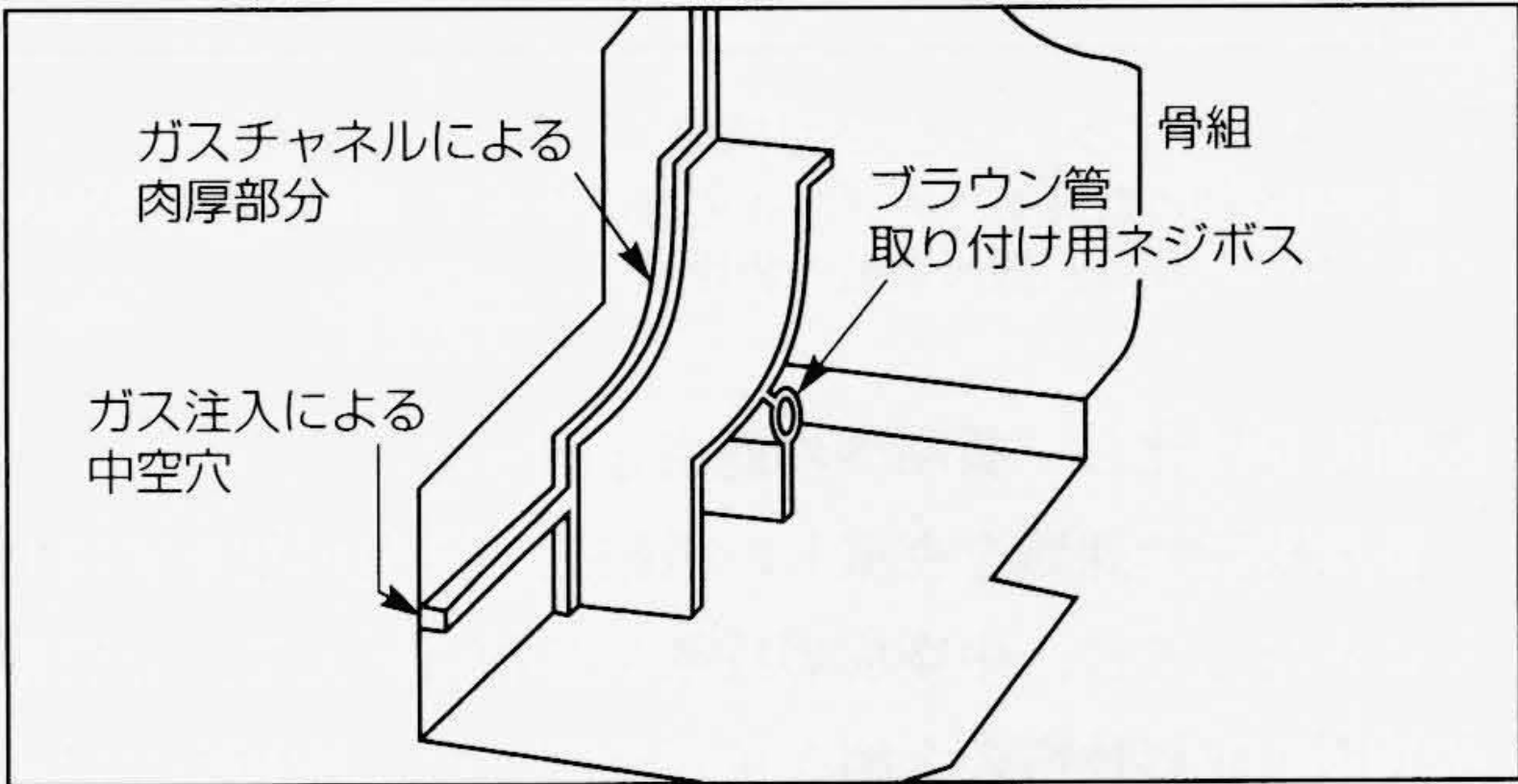
テレビのハウジングに要求される剛性部分は、ブラウン管の保持構造部分、前枠、およびリアカバーの継目部分に大別される。そこで、前者では前枠全面に骨組構造を配置して解決し、後者ではリアカバーと前枠との継目部分に骨組構造を用いることによってハウジング全体の薄肉化による強度不足を解決し、軽量化を図った(表5参照)。

4.1.2 シャシの1ブロック化

高画質化・高機能化が進み、部品点数は増加傾向である。機能を満足したうえで部品点数の増加を抑えることが、環境調和型製品開発の課題である。今回開発した機種HE50シリーズはマルチウィンドウ機能を搭載してい



(a) 前枠とリアカバーの継目



(b) ブラウン管保持構造部

図10 環境調和型テレビの骨組構造
環境調和型テレビのハウジング構造を示す。中空成形法の採用によって薄肉軽量化を実現させ、さらに構造変更によって十分な強度を確保した。

表 5 環境対応設計の適用例(32型テレビ)
環境対応設計によってテレビの軽量化を実現した。

項目	従来機種	開発機種	低減率
製品質量	62 kg	55 kg	14%
前 枠	5,600 g	3,900 g	30%
シャシ	7,024 g	2,825 g	60%

るが、ICとICとを共通バスラインで制御する「I²Cバス方式」を採用して約18%の部品点数を削減した。同時に、衛星放送を見るために必要なBSチューナとPCMユニットを一体化し、容積比で40%の小型化を実現した。また、面付け(チップ)部品を採用し、1ブロック構成としてシャシの軽量化を図り、分解時間を格段に短縮した(表5参照)。

4.2 新素材の開発

テレビに内蔵したスピーカグリル面の凹凸は、テレビ視聴時の視覚ノイズとして視聴環境の快適性を損ねる要因となる。このことから、これまでは視覚ノイズの軽減を目的に微細孔を付与した鉄またはプラスチックシート製スピーカグリルをはり付ける手法が主流となっていた。

そこで、視覚ノイズの低減、リサイクル時の分解性改善を目的として、微細孔を前枠に一体付与した前枠成形

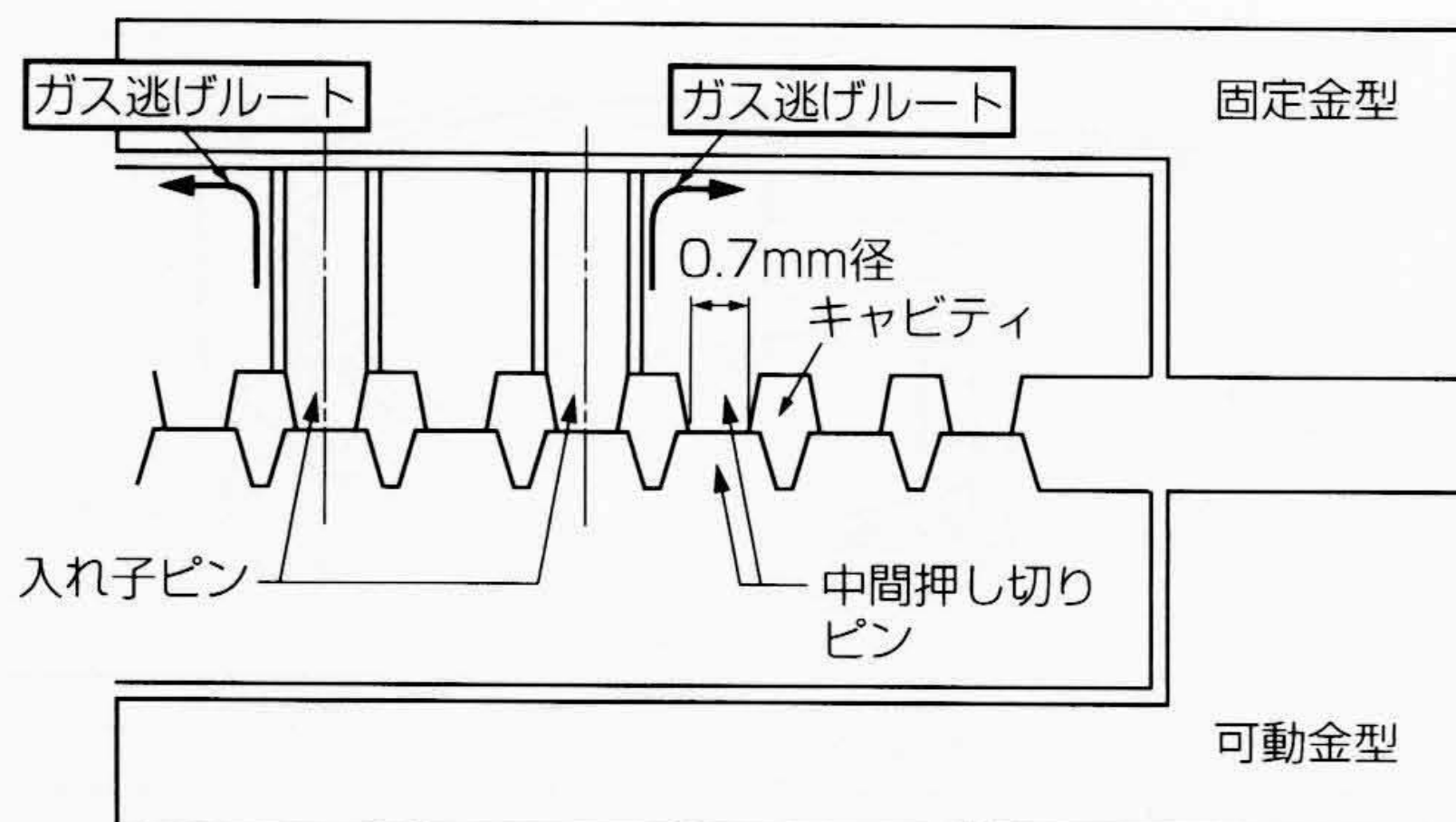


図11 スピーカグリル部金型構造

新素材を使ったスピーカグリルの構造を示す。微細孔一体成形が可能となり、部品点数の削減を実現した。

技術を実用化し、製品への適用を図った。

従来技術の課題を克服し、微細孔一体成形化を実現するにあたっては、中空成形技術を基軸に据えて、金型製造技術・成形技術の大幅な革新を図った。具体的な対応策は、以下のとおりである。

- (1) 微細孔の押し切り構造の中間押し切り方式採用によってピン強度を確保した。
- (2) AGI成形を採用し、高流動性樹脂(MFR=15以上)との組合せによる低圧充てん化を図ると同時に、流動解析によるゲートバランスの最適化を図った。
- (3) 流動解析結果に基づいて、微細孔の要部を「入れ子ピン埋込み方式」とし、金型内のガス逃げを容易とした。
- (4) 微細孔形状に対応する金型ピンを放電加工によって形成し、ピン磨きの作業をなくすために粉末混入式放電加工※)を採用した。

金型構造の例を図11に示す。

4.3 一体化の効果

スピーカグリル部にプラスチックシート〔微細孔をパンチング加工したPET(Polyethylene Terephthalate)製シート〕を採用した従来構造による前枠と、微細孔一体

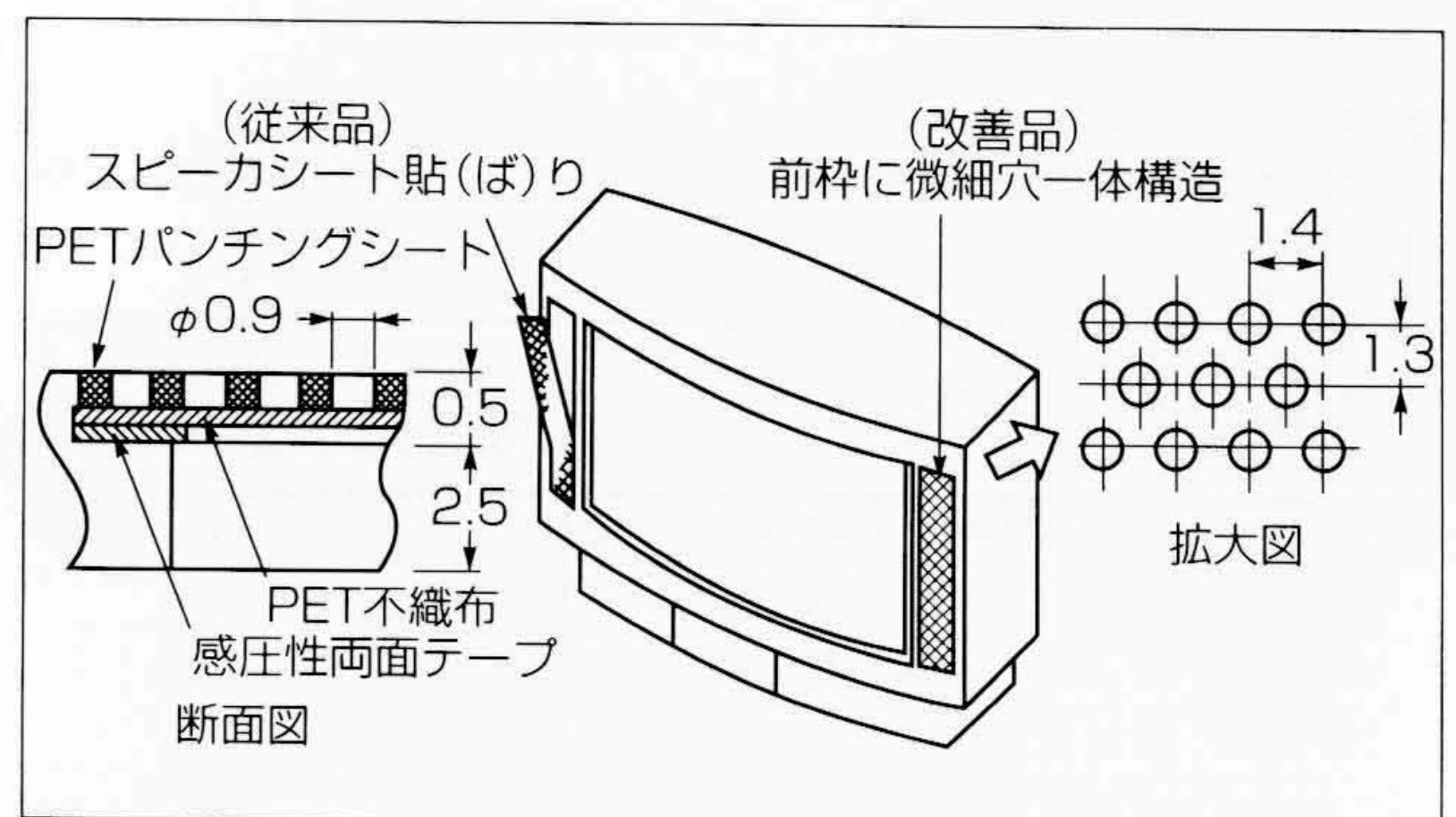


図12 スピーカグリル部の微細構造比較

新しい構造を採用してスピーカグリル部の分解容易性を向上させた。

構造を採用した前枠構成の相違を図12に示す。

リサイクル性を見たとき、従来のプラスチックシート製スピーカグリルをはり付けた前枠と比較して、一体化した前枠では再生時のスピーカグリル部の引きはがし作業が不要となり、単一材料まで分解する時間を大幅に短縮している。

5 おわりに

ここでは、新機構の開発および新素材の開発の観点から、掃除機とカラーテレビの二つの事例での「環境調和型製品」の開発への取組みについて述べた。

環境対応仕様の製品開発を実施した結果、掃除機、カラーテレビともに、環境行動計画の目標値を達成することができ、ユーザーニーズにこたえた機能向上とリサイクル性向上の双方を協調させた「環境調和型製品」としている。

ますます増大すると考えられる再資源・省資源化の課題に対応し、今後も「環境調和型製品」の開発に努めていく考えである。

※) 粉末混入式放電加工とは、油加工液にシリコンなどの微粉末を混入して放電加工する方法であり、グラファイト電極による鏡面加工が可能である。

参考文献

- 1) 砂川, 外: 光リモコン「かるワザ」掃除機の開発, 電気学会東京支部茨城支所研究発表会(1994-12)
- 2) 川口: 環境に配慮した新エラストマー, 日経ニューマテリアル, 日経BP社(1994-5)
- 3) 平野, 外: 日立, テレビハウジングに新成形法—樹脂部品・コストダウンの新技术, 日経メカニカル, 日経BP社(1994-12)