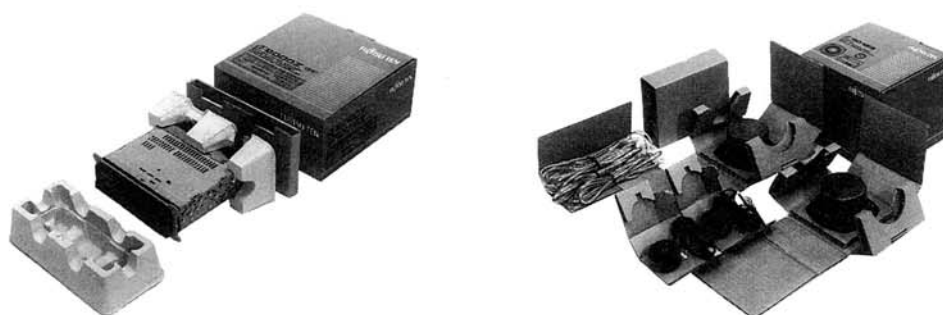


リサイクル包装

Recyclable Packing

豊島茂 *Shigeru Toyoshima*
 稲村重昭 *Shigeaki Inamura*
 西野豪 *Takeshi Nishino*
 西向一起 *Hitoki Nishimuko*



要 旨

昨今の環境保護気運の高まりを受けてドイツ政府は1991年6月21日『包装廃棄物回避に関する政令』を公布しゴミ発生防止、再利用することを産業界に義務づけている。これに伴い当社の扱う販売包装材は1993年1月1日以降、製品の生産者と販売業者が引き取り、基本的に再利用または再生するいずれかを選択する必要があるが生じている。

また、ドイツ以外でもこうした環境・廃棄物問題を背景にリサイクル包装が求められるようになってきた。(リサイクル包装とは現在使用中の包装材料を現状技術レベルのもとで再生・再利用可能な材料に置き換えることを意味する。)

当社では、ドイツ向け製品だけでなく国内・海外向けも含め地球環境保護の観点から、現在個装用として使用している発泡スチロールの削減を目指している。本稿では欧州向け一体機の発泡スチロール廃止を実現したリサイクル包装への取組み方法を紹介する。

Abstract

In light of the growing concern for environmental preservation in recent years, the German government passed the Packing Material Regulation on June 21, 1991, which obliges the industrial circles to prevent waste generation and to recycle them. Due to the regulation, the packing materials used by us for marketing products must be collected by the product manufacturer and dealers, who are then required to either reuse or regenerate them, since January 1, 1993.

With such an aggravating waste problem not just in Germany but also in the rest of the world, the call is in fact for increased recyclable packing. (The recyclable packing referred to here is packing made of reclaimable or reusable materials which, through technology, replaces the materials now in use.)

Fujitsu Ten is aimed at reducing styrofoam used for individual packing cases, from the standpoint of global environmental preservation of those products of ours to be marketed in Germany, Japan and elsewhere around the world. This paper discusses our approach to recyclable packing, which realized the elimination of styrofoam in packing cassette receivers to be marketed in Europe.

1. はじめに

我々の生活上の問題として廃棄物が年々増え続け、日本全体で年間約5000万トンもの量が排出されている。これらの中で包装廃棄物は総重量では1割にも満たないが、発泡スチロールなどのかさ張るものが多く廃棄物の容積の大半を占めている。廃棄物のほとんどは焼却もしくは、回収後埋め立てられるが東京や大阪などの大都市およびその周辺地域では埋め立て用地が不足してきている。

また、ヨーロッパでは廃棄物のほとんどがそのまま埋め立てられており廃棄物処理の問題は日本より深刻で地球環境保全と共に高い関心を寄せている。こうした状況の下でドイツにおける廃棄物規制は厳しく、1993年以降すべての使用済み包装材の回収を販売・製造会社に義務づけた。

このような法規制の傾向はヨーロッパ諸国や米国にも広がりがつつある。

当社では、「人にやさしい商品づくり」と「豊かなカーライフの創造」をめざし、1992年6月に設置された地球環境委員会が中心となって地球環境保全への取り組みを全社的に活動している。プロジェクト活動の一環として個装用発泡スチロールを取り上げ、1992年度に使用された年間34tもの量を1996年3月までに10t（92年度比・30%）まで削減することを目標に進めている。

本稿では、現状包装形態のリサイクル化について述べる。

2. 法規制と現状包装形態

製品は工場から出荷されてユーザに届けられるまで流通の中で様々な取り扱いを受ける。これらの衝撃から製品を守るために必要最低限の包装を行う必要がある。

しかし、製品がユーザの手元に届いた時点で、包装は廃棄物となってしまう。ユーザに届いた以降のアフターユースを考えた包装は本来の目的から逸脱していると言えるが廃棄物となって環境に有害な物となってしまうのは否めない。

環境にやさしい包装とはどういう包装であるかについては色々の定義があるが、代表的なものを挙げると次の5つに大別される。

- 1) 用済み後の包装廃棄物の総量が少ない包装
- 2) 用済み後の包装廃棄物の処理（焼却・再生・再利用）が容易な包装。



図-1 環境から見た包装開発のステップ

Fig.1 Packing development steps for enviromental protection

- 3) 環境汚染を引き起こす可能性がない（少ない）包装材のみで構成された包装。
- 4) 包装材の生産、再生時に消費するエネルギーが少ない包装材で構成された包装。
- 5) 環境に有害な物質を含まない、または発生させない包装材で構成された包装。

さらに包装技術面で分類すると図-1のように表せられる。

包装技術全般的には図-1の矢印の方向に向かいリターナブル包装の開発が求められるが、現在ではこれらのステップが混在した省資源包装とリサイクル包装の組み合わせたものになっている。当社における実質的な意味での環境にやさしい包装とは後述する法規制も考慮し、廃棄物の総量が少なく、有害物質を使用しない、廃棄・焼却・再生処理が容易な材料を使用した包装であると考られる。

2. 1 法規制

ドイツ政府は1991年6月21日「包装廃棄物回避に関する政令」を公布した。政令の目的をまとめると

- 1) 製品を保護する上で包装資材の容積と重量を最低限に抑える。
- 2) 使用済の容器を可能な限り再利用する。
- 3) 再利用が不可能な場合、再生利用する。

以上の3項目を推進していくことで包装廃棄物の焼却および、投棄処理を制限する骨子となっている。規制の対象となる包装資材については表-1の様にまとめられ、各規制内容および政令の実施日が異なっている。

2. 2 現在の包装形態

2. 2. 1 カセット一体機の包装形態

当社製品の個装形態を図-2で示す。

ストレートタック式と呼ばれる個装ケースの中に発泡ス

表-1 包装廃棄物回避に関する政令

区 分	政令実施時期	規 制 内 容	対 象 物
①輸送包装資材 輸送中の製品を保護し、製品の落下・転倒による人的損害や物的損害の発生を防止する目的で、生産者から販売業者までの間で使用される包装資材	1991年 12月1日以降	生産者・流用業者が回収、再利用、再生する必要あり	樽、小型タンク、木箱（パレット含む）袋、ダンボール箱、発砲性外枠材、収縮ホイル、その他類似の充填材など
②二重包装資材 (a)セルフサービス方式を可能にする (b)盗難防止 (c)宣伝 上記機能を持ち、製品の20%が2重に包まれている包装資材	1992年 4月1日以降	(a)小売り店が用意した容器により回収 (b)流通業者は、2重包装資材を再利用か再生する必要あり	ブリスタ、ホイル、ダンボール箱、シュリンクフィルムなど（バーゲン用製品で2個を1個包装にして販売するためのもの）
③販売包装資材 最終消費者が、一般に自家用車や手で持ち帰る場合に製品に使用される包装資材	1993年 1月1日以降	(a)その包装を使用する製品の生産者と販売業者が引き取る義務あり (b)再利用するか再生するかの2者択一	開封が密閉された容器、及び製品の包装や持ち運びが簡単なケース（カップ、ブリスタ、缶、パケツ、樽、ビンなど）

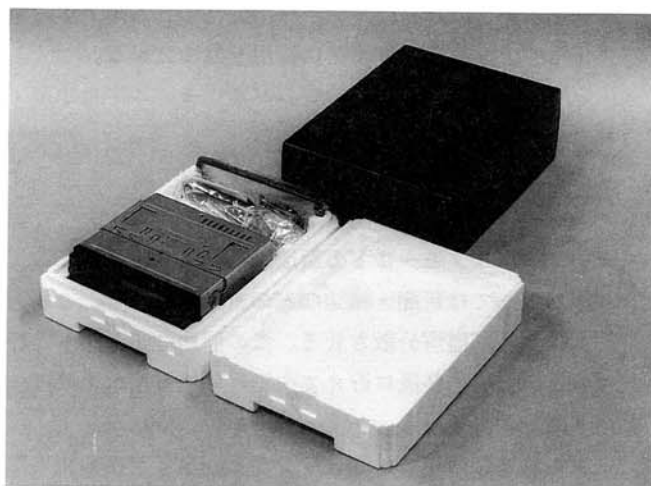


図-2 現在の個装形態（カセット一体機）
Fig.2 Current package (for cassette unit)

チロールで上下に覆われたカセット一体機および付属品が収容されているのが代表的な個装形態であり緩衝能力が高く、製品全体を保持出来る特徴がある。しかし盗難防止機能を有したリムーバブルタイプの一体機や、市販製品であるノーズタイプの一体機については製品形状が異なるため、それぞれ個々にスチロールの金型を起工しているのが現状である。

2. 2. 2 スピーカの包装形態

当社スピーカ製品の個装形態を図-3で示す。個装ケースについてはカセット一体機と同じ仕様のものでありスピーカ・ユニットがサイドより発泡スチロールで覆われ個装ケースに収容されるのが代表的な形態である。これらもスピーカの口径・マグネットサイズにより発泡スチロールを新規設定しており個々の金型を必要とする。

以上が当社の現状の包装形態であるが法規制に対して

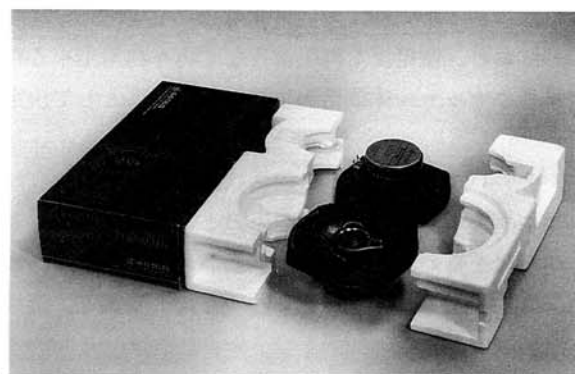


図-3 現在の個装形態（スピーカ）
Fig.3 Current package (for loudspeaker unit)

当社製品は販売包装資材に含まれ、1993年1月1日以降、包装資材を引き取る義務があり再利用または再生するかいずれかを選択しなければならなかった。

当社は1992年にデュアルシステムドイチュランド有限会社と契約し使用済となった包装資材の回収を委託している。しかしながら発泡スチロールについては分別回収されているが、再生用途が限定されておりまだ再生率は低い。この意味において本当のリサイクル材にはなっていないと言える。（将来的には発泡スチロールの量が制限されるはずであるが使用禁止には至っていない。）

3. リサイクル材

3. 1 代替材料の検討

発泡スチロールに替わる材料として調査を始めそれぞれの特徴をまとめたものが表-2になる。これらの材料は発泡スチロールよりリサイクル性は良いがそれぞれ長短

所を持っている。材料の緩衝能力はポリウレタンが最も良く、パルプモールド、PET樹脂の順に低くなっている。廃棄物の質量については発泡スチロールと各材料はほぼ同じであるが容積を考えると、積み重ねが出来るパルプモールドおよびPET樹脂が有効である。再利用についてはポリウレタンが良く他材料は発泡スチロールと同様、へこみや割れが生じると再利用できずワンウェイのみの使用にならざるを得ない。再生についてはパルプモールドが再生材として使用出来、ポリウレタンは一部しか使用できない。また、PET樹脂はあまり可能性はない。

また、ドイツで制限される焼却については発泡スチロールより各材料とも焼却性は良く焼却炉内に影響を及ぼさない。

環境への“やさしさ”を考えるとパルプモールドは上記の点に加え新聞紙・段ボールなどの古紙を100%原料としており、使用後も再生材として再々利用出来る特徴がありカセット一体機用包装材の代替材料として決定した。

3. 2 パルプモールドの使用状況

パルプモールドの特徴は以下のとおりである。

- ①古紙を有効利用し、再々利用が可能である。
- ②燃焼発生熱が発泡スチロールと比べて低く、焼却が容易である。
- ③型による成形品であり、梱包作業性が良く製品の安定（固定）性を保つ。

パルプモールド成形品は1940年代に鶏卵の輸送用トレーとして米国から導入され、以来桃、メロン、リンゴなどの果実包装用トレーとして大いに普及し現在でも大量に使用されている。

工業製品分野での採用は環境問題が沸騰する最近になって始まった訳ではなく、既に20年程前から需要はあったが農畜産品主体であり、しかも発泡スチロールなどの登場により工業分野においては脇役でしか存在価値がなかった。

まず、カメラ分野で1991年頃から包装資材に用いた製品・コニカ ビッグミニが登場し同社に続いて富士写真フィルムも採用を始めた。

家電製品分野では従来のパルプモールドよりも美粧性に優れた“ファインパルプモールド”を包装材料加工・機械加工メーカと共同でソニーが開発し1990～1年以降ウォークマンやヘッドホンに採用を始めている。

以上の様に、工業製品分野のパルプモールドは小型・軽量物に対し採用され始めている。

次にパルプモールドの製造工程（図-4参照）を説明する。

3. 3 パルプモールドの製造工程

原料としては新聞・雑誌などの古紙を使用し、これらを水に加えて離解分散させる。この原料をチェストと呼ばれる原料供給装置に貯えて次工程に送り原料の濃度調達・異物除去を行う。

原質調整においては回転リングと固定リングの歯の間

表-2 代替材料の検討

材 料 (材質)		成形 ／加工方法	生産能力	金 型 製作期間	特 徴								総合 評価	課 題
					緩衝 能力	寸法 精度	試 作 型	梱 包 設備	容積 (重量増 スペース)	廃棄物の処理性 再利用	再 生			
パ ル プ モ ー ル ド	大 ロ ッ ト	古紙 (新聞紙・段 ボール・雑誌 等)	・成型 (木型・金型 プレス型)	約3万個／1日 1,250/1H～1,500/1H (24H稼働)	約2ヵ月	※1 △	※1 ○	※2 ×	※2 ○	※3 ○	※1 ×	※1 ○	※1 ○	共通化設計 ・ノーズタイプ ・フラットフェイスタイプ ・背面形状
	小 ロ ッ ト	古紙 (新聞)	・成型 (木型・金型)	約1.5万個／1日 1,250/1H～1,300/1H (12H稼働)		△	○	×	○	○	×	○	○	↑
ポ リ ウ レ タ ン (発泡ポリウレタン)		・成型 (木型・木箱)	約120個／1H	約2週間 ～3週間	○	△	×	○	○	△	△	△	△	回収システム 契約必要
		・直か打ち		なし	○	×	○	×	×	△	△	△	△	↑
P E T 樹 脂 ・ 発 砲 体 (ポリエチレン テレフタレート樹脂)		・成型 真空成型 (金型・抜型)	約3,000個／月 3,000個／月が最低ロット の為数の大きい分 には問題無し。	約2ヵ月 ～3ヵ月	×	○	×	○	○	○	×	×	×	緩衝能力が低い

※1○印…良い、△印…普通、×印…悪い ※2○印…不要、×印…必要 ※3○印…時間がかからない、×印…時間がかかる

で古紙の繊維を傷めず剪断力と衝撃で鉄片や異物の除去を行うと共にパルパーでの未離解分をさらに離解させる。

電動バルブにより濃度調整した原料を供給装置により成形機の原料バットに送り込む。反転機構を有する金型が原料を吸引により成形し離型装置で取り出す。

この成形機は大別して①SDM（反転式1次乾燥機付）②AMM（反転式）③SRM（回転式）の3種類があり、大量生産時にはSRM機が利用される。

次に乾燥ラインに入れて約15分程度で余分な水分を取り除く。

本来の製造工程は以上であるが、寸法精度が必要な場合、この後プレス（加熱成形）工程を経て仕上げることもある。

当社として採用するにあたり課題として挙げられるのは金型費が高く1日に1～2万個生産する大量生産品であるパルプモールドを如何に使用するかである。そのためには複数製品への共通採用を図る設計が必要であり、いかに使用ロットを増やすかが問題となる。

4. 新包装形態

4. 1 共通化・設計対応

パルプモールドを複数製品へ共通採用する為には次の3つの設計・制約条件についての対応が必要である。（図-5参照）

- A 向先により前面板の形状が異なり、ノーズタイプとリムーバブルタイプの2つに大別される。
- B 製品の奥行き寸法（L1～L4）は取付け車種の状況やアンプ内蔵などの仕様により異なる。
- C 製品後面よりコードが出る機種もあり、コードを収容するスペースの確保が必要である。

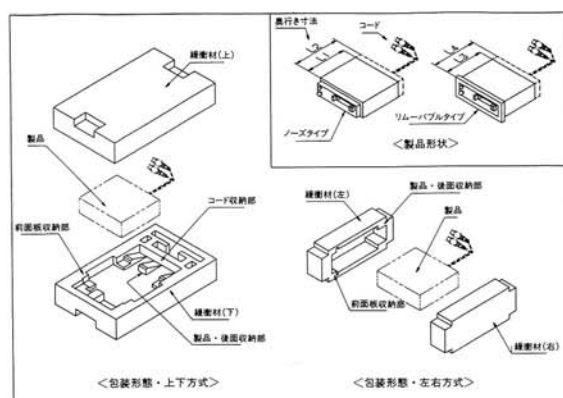


図-5 現状の製品形状と包装形態

Fig.5 Current products and packages

この中で設計制約条件のウェイトが高いのはBであり、包装形態の上下・左右方式においては緩衝材の共通化が困難である。そのため、新包装形態は制約条件Cの考慮が必要であるが前後方式を取り上げた。

制約条件Aについてはノーズタイプ用前面板にスペーサを追加しリムーバブルタイプと同形状のパルプモールドで対応出来る様にした。また制約条件Bについては個装ケースの大きさを区別することで対応出来るが、付属品ワクを設けることで個装ケースの大きさを数種に統一することにした。これは制約条件Cにも関係するが、後面から出るコードをパルプモールドの上部を切欠くことで追加したワク内へ処理出来る様にした。ここにはさらに付属品である接続コードや取付けブラケット、ネジなどを収容し製品より分離出来る様にした。（図-6参照）

4. 2 個装ケースの変更

現行個装ケースは白コートボール紙に水性ビニル引きの表面処理を施しており、複合材扱いとなる為、削減していく必要がある。また、白コートボール紙は厚みが薄

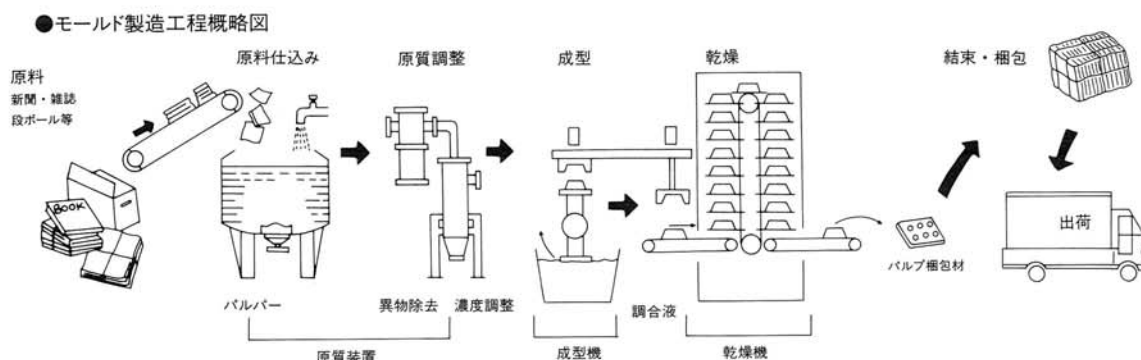


図-4 パルプモールドの製造工程

Fig.4 Production process of pulpmold

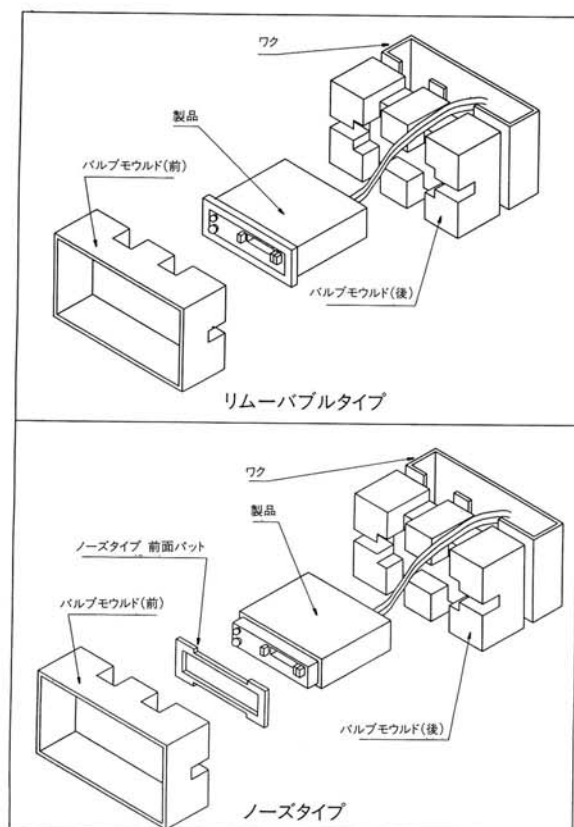


図-6 新包装形態（前後方式）
Fig.6 New package (front-rear type)

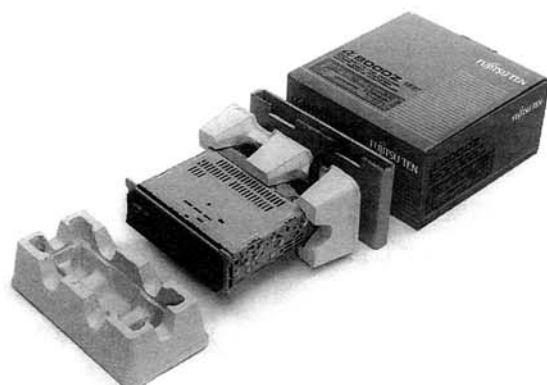


図-7 新包装形態（カセット一体機）
Fig.7 New package (for cassette unit)

い為、上下方式については問題ないが左右、前後方式は緩衝材間の空間部を押さえると凹んでしまい、見栄えが悪くなる。また製品の固定や積み上げ荷重にも対応するため個装ケースの形式については組立式の段ボールを採用した。(図-7参照)

この形態において包装落下試験を実施した結果を図-8に示す。これは製品が受ける衝撃値についてデータを取得し、発泡スチロールとの緩衝能力の比較を行ったものである。

包装落下試験におけるG値比較 ()内は1角3稜のため参考値

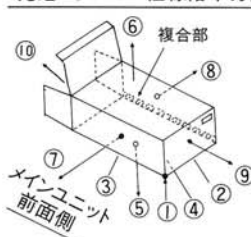
落下方向	50cm		70cm		90cm	
	発泡スチロール	バルブモールド	発泡スチロール	バルブモールド	発泡スチロール	バルブモールド
①	(54.4)	(50.3)	(43.5)	(32.2)	(15.4)	(119.2)
②	(37.8)	(69.5)	(69.2)	(48.8)	(66.1)	(87.3)
③	(94.4)	(42.2)	(50.2)	(14.2)	(48.2)	(29.8)
④	(21.1)	(12.9)	(28.2)	(34.4)	(21.3)	(21.2)
⑤	172.0	72.1	145.4	160.4	193.0	190.3
⑥	114.9	108.7	146.8	129.9	175.2	186.3
⑦	59.2	58.0	48.4	86.3	121.0	100.9
⑧	56.7	50.5	96.4	43.7	73.9	62.6
⑨	35.2	52.5	67.6	49.0	54.4	137.3
⑩	34.8	80.8	43.3	54.0	53.3	133.2
G値平均	78.8	70.4	91.3	87.2	111.8	135.1
動作チェック	OK	OK	OK	OK	OK	OK
内部点検	OK	OK	OK	OK	OK	OK

落下順序

順序	落下方向
①	角 3-4-5面 製品のフロント左側の下面に接する角
②	稜 3-5面 ①より放射する下面と前面と接する稜
③	稜 3-4面 ①より放射する下面と側面と接する稜
④	稜 4-5面 ①より放射する側面と前面と接する稜
⑤	下面 3面 ①に接する最大面積を有する面
⑥	上面 1面 ⑤の反対面
⑦	左側面 4面 ①に接する中間面積を有する面
⑧	右側面 2面 ⑦の反対面
⑨	前面 5面 ①に接する最小面積を有する面
⑩	後面 6面 ⑨の反対面

(個包装下部の記号表示方法)
面：収納製品の方向を基準に数字(1~6)で表示する。
稜：稜を形成している2面の数字で表示する。
角：角を形成している3面の数字で表示する。

発泡スチロール仕様落下方向



バルブモールド仕様落下方向

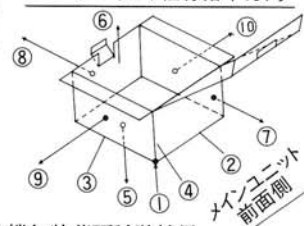


図-8 カセット一体機包装落下試験結果
Fig.8 Drop test results of package for cassette unit

この結果、新包装形態の緩衝能力は現行・包装形態よりも良い結果が得られた。

スピーカについては製品の耐衝撃値が高い為、発泡スチロールを使用せず、段ボールのみにて対応している。(図-9参照)

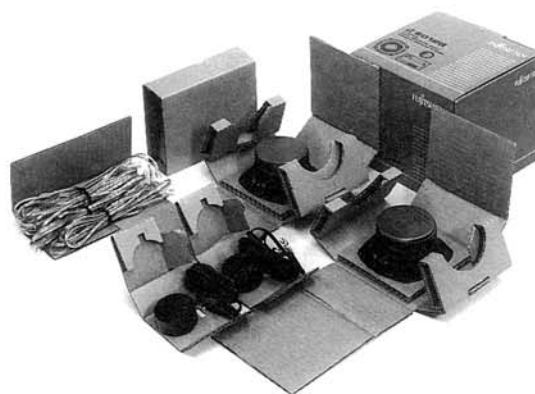


図-9 新包装形態（スピーカ）
Fig.9 New package (for loudspeaker unit)

5. ま と め

規制の状況から今後廃棄物を発生させない包装については、包装資材の回収・再利用の推進が拡大される方向にあり、各国の規制も厳しくなっていくものと予想される。

我々は、リサイクル可能な包装への転換を積極的に推進すると共に、回収・処理のルートや方法に対して、物流も含めた改善に協力していく必要がある。

最近、回収古紙の中に、一部パルプモールドが出始めている事は、地球環境保全への取組みに寄与している表

われであり、今後もさらに包装面での社会貢献活動にならしていきたい。

最後に、御協力を頂いた関連各位殿に対し、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 浜田：「包装技術」、FUJITSU Vol44、No3、PP209-215 (1993.05)
- 2) 近畿包装研究会：工業包装の環境対策、平成4年度包装技術講演会
- 3) 包装タイムス：ターゲット'93 (1993.01)

筆者紹介



豊島 茂 (トヨシマ シゲル)

1984年入社、以来カーオーディオおよび新分野の機構設計に従事。

現在AVC本部機構技術部第二技術課長。



稲村 重昭 (イナムラ シゲアキ)

1982年入社、以来カーオーディオ機構設計およびアンテナの開発に従事。

現在AVC本部機構技術部第四技術課長。



西野 豪 (ニシノ タケシ)

1985年入社、以来カーオーディオ以外の機構設計に従事。現在AVC本部機構技術部第4技術課在籍。



西向 一起 (ニシムコ ヒトキ)

1981年入社、1983年より包装設計に従事。

現在AVC本部機構技術部第4技術課在籍。