

PDF issue: 2025-04-29

# 段ボール構造体の落下衝撃シミュレーション

中川, 幸臣 丹羽, 一邦 斎藤, 勝彦

<mark>(Citation)</mark> 日本包装学会誌,15(6):333-343

(Issue Date) 2006

(Resource Type) journal article

(Version) Version of Record

(URL) https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001148



### -般論文

# 段ボール構造体の落下衝撃シミュレーション

# 中川幸臣\*·丹羽一邦\*\*·斎藤勝彦\*\*\*

# Simulation of Corrugated Fiberboard Structure for Dropping Impact

Yukiomi NAKAGAWA\*, Kazukuni NIWA\*\* and Katsuhiko SAITO\*\*\*

最近、段ボールは製品を保護する緩衝材や固定材など包装用内装材として使われる事例が多くなってきている。しかし現状の段ボール包装設計においては現品サンプルの試行錯誤による試作や過 去の経験のみに頼った手法に依存する傾向にある。そこで段ボール包装設計の効率化を図るため、 汎用構造解析ソフトを利用した段ボールのシミュレーションについての検討を試みた。

今回は実用性を考慮し、段ボールシートを単一素材としてとらえた簡易モデル化について焦点を絞 り、段ボール構造体の緩衝材モデルを用いて実験・解析を行った。そこから解析精度を向上させるた めの要因について考察し、段ボール包装設計における FEM 解析利用の有効性について検討した。

Recently, corrugated fiberboard is often made into inner packaging materials such as cushioning or fixing. But in the present circumstances, as their structure which fit for products are complicated, trial-and-error or empirical approach tends to be used for the design of these inner materials. To realize more effective design process of them, new method is attempted to incorporate multipurpose FEM simulation software.

This paper focused on a simple material model of corrugated fiberboard, and cushioning of corrugated fiberboard structures made of a simple model were simulated and compared with experimental results of drop tests.

Then main causes to improve accuracy of calculation and the validity of using FEM simulation software for packaging design were investigated.

キーワード:段ボール,緩衝包装設計,衝撃解析,有限要素法

Keywords : corrugated fiberboard, cushioning design, impact analysis, FEM.

<sup>\*</sup>愛知県産業技術研究所(〒448-0003 愛知県刈谷市一ツ木町西新割) Aichi Industrial Technology Institute, Nishishinwari, Hitotsugi-Cho, Kariya, Aichi 448-0003, Japan \*\*株式会社テラバイト(〒113-0034 東京都文京区湯島3-31-6) Terrabyte Co..Ltd, 31-6.3chome,Yushima,Bunkyo-ku,Tokyo 113-0034, Japan

<sup>\*\*\*</sup>神戸大学(〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1) Kobe University, 5-1-1, Fukaeminami, Higashinada, Kobe, 658-0022, Japan

### 1. 緒言

段ボールの内装容器、つまり緩衝材や固定 材としての用途が増えている状況において適 切な包装設計が行われるためにはその設計技 法に関するノウハウも確立されなければなら ない。しかし、現状の段ボール包装設計は製 品形状に合わせたサンプルを試作した後、実 際に落下試験を行い緩衝性などの機能評価を 実施するという、いわゆるトライ・アンド・エ ラーに基づく方法がほとんどである。この方 法では製品が異なれば段ボールの構造も異な ってくるため緩衝設計の一般化のために必要 な基礎データの蓄積が非常に困難であるとい う問題がある。

そこで、家電品や機械部品などの設計では 常識となっている汎用構造解析ソフトを段ボ ール包装設計にも適用させ、設計の迅速化・ 効率化を図ることを考える。前報<sup>11</sup>では段ボ ールという異方性の紙素材で構成された材料 が FEM 解析に適用できるかについて様々な モデル化を行い検討してみた。その結果、強 度を推定するレベルにおいては実験値と解析 値の近似が認められた。しかし、段ボールシ ート全体を単一の素材と見なした簡易モデル による解析においては特に、座屈後の荷重の 挙動が実際と大きく異なってしまうなどの課 題があった。

ところで、本研究の目的は製品を含んだト ータル包装品レベルでのシミュレーションを 行うことにある。その点からも実用性を考慮 した場合、段ボールを詳細にモデル化しソリ ッド要素で解析していたのでは作業に大変な 労力がかかってしまい、現実的な手法とは言 い難い。従ってここでは段ボールシート全体 を単一素材と見なしてシェル要素によりモデ ル化を行う簡易モデル解析について考えてい く。今回、簡易モデルにおける段ボールの材 料データの見直しを行い基本的な試験での解 析結果を検証し、さらに、ダミー木箱を用い て緩衝包装設計を施した包装品モデルの落下 試験のシミュレーションを実施し、実験との 比較を試みた。

#### 2.段ボールの簡易モデル化について

#### 2.1 解析ソフトについて

本研究で用いた汎用構造解析ソフトは前報 に引き続き米国 LSTC 社製の「LS-DYNA」 である。このソフトは陽解法により非線形解 析を行うもので<sup>2)3)</sup>、塑性加工解析や衝撃解 析の分野で実績がある。

#### 2.2 前回の簡易モデルについて

簡易モデル化の考え方として、本来ライナ と中芯で構成される段ボールシートを一様の 単一素材と捉え、シート全体をシェル要素で モデル化し解析を行った。そして、解析に用 いる物性データについては段ボールシートの 状態で測定した数値を利用した。シェル要素 で解析を行うために実施した試験としては、 エンドクラッシュ試験と曲げ試験である。ま た解析には LS-DYNA の塑性モデル解析の計 算則を用いた。

ここで、エンドクラッシュ試験について解 析を行った結果を示す。なお、実験に用いた 段ボールシートの原紙構成については表ライ ナ及び裏ライナともに坪量 210g/m<sup>2</sup>のKライ ナ、中芯は坪量 120g/m<sup>2</sup>の普通芯で構成され たAフルートのものを使用した。また緩衝材 モデルの実験等を行うが、それらの実験に用 いた段ボールの材質についてもすべて上記と 共通である。ここで、本文中の各実験データ はすべて温湿度条件 23℃/50% の標準状態 で前処置を施した試料を用いている。

Fig.1は 50×100mm のシートを CD 方向 (シートの段流れに直交する方向) に圧縮速 度 10mm/min で試験を行った場合の実験と シミュレーション解析の比較である。図から 圧縮荷重が最大値になるまでの弾性域の荷重 と変位の挙動に関してはある程度の精度が良 い解析ができているが、最大荷重を過ぎて座 屈域になると実験と解析との結果に大きな差 が生じているのがわかる。実際の試験の様子 を見てみると、圧縮を加えていくと試料は Fig.2のように端部から局部座屈が発生する。 しかし、シミュレーション解析では試料の中 心付近から座屈していくような挙動になって いた。また、他の試験の解析でもこのように 荷重のピーク値は合っていても座屈域での解 析精度に課題がある傾向が見られた。

段ボール緩衝材の現実的な効果について考 えた場合、ここで課題となっている座屈後の 荷重の挙動こそが衝撃エネルギーを吸収する



Fig. 1 Comparison between the calculated and found values of end crush test by plastic model

状態を示すことになるため、座屈後の解析精 度を上げなければ段ボール緩衝材のシミュレ ーションについては十分な効果が得られない と言える。したがって、段ボールの座屈後の 荷重挙動を考慮した材料のモデル化について 再検討を行う。

#### 2.3 新しいモデル化の検討について

段ボールが座屈した後の荷重挙動について も考慮するため、ここで LS-DYNA の破壊モ デル解析の計算則を用いることを試みた。解 析に利用した数値として圧縮強度に加え、せ ん断破壊強度と残留強度を設定した。圧縮強 度は材料の最大荷重に寄与し、またせん断強 度・残留強度はピーク荷重後の座屈挙動に影 響すると考えられる。ここで今回解析に用い た材料物性値について Table.1 に示す。表中 の弾性率の値は初期の微小変形域において適 用される。また、ポアソン比については前報<sup>11</sup> と同じ数値を用いており、文献<sup>41</sup>を参考にし た値を導入している。

これらの数値を用いた破壊モデルでの解析 について同じエンドクラッシュ試験の条件で



Fig. 2 Local buckling of corrugated fiberboard by end crush test

parameter	values	
elastic modulus (CD direction) 656MPa		
elastic modulus (MD direction)	374MPa	
Poisson's ratio	0.1	
compressive strength (CD direction)	1.05MPa	
compressive strength (MD direction)	0.44MPa	
shearing strength	0.30MPa	

Table. 1 parameters for destructive model of corrugated fiberboard



Fig. 3 Comparison between the calculated and found values of end crush test by destructive model

行った。また、解析時の初期不整の有無の影響について調べるため、モデル上端部の試験 機が接触する部分の板厚方向に対し、一様に ランダムな初期不整を設定したモデルの解析 を行った。なお、設定幅は試料幅に対して最 大 1% の範囲内とした。

実験と解析の比較について Fig. 3 及び Fig. 4に結果を示す。まず、Fig. 3 は初期不整の 設定が無い場合の解析と実験の比較である が、図より最大荷重を過ぎた座屈域の荷重の 挙動について見ると、解析結果も実験同様に 変位 1mm の付近から座屈後大きく荷重が下 がっているのがわかる。ただ、実験では変位 2mm を過ぎたところからおよそ 120~170N の荷重範囲で上下に推移しながらほぼ横ばい



Fig. 4 Comparison between the calculated and found values of end crush test by destructive model with initial irregularity

に圧縮変形が進行しているのに対し、解析で はおよそ 80~210N の荷重範囲で実験よりも かなり多くの上下の挙動を繰り返している様 子がわかる。一方、Fig.4 は初期不整を設定 した場合であるが、図より変形が進んで荷重 が座屈域に入ったところでも解析値が実験値 の挙動とかなり近似しているのがわかる。こ の初期不整により実際の試験における座屈現 象に近い解析が行えるようになったと考えら れ、また今回のモデル解析の結果からも局部 座屈に近い変形の様子が見られ、前回より改 善された内容となった。

したがって次にこれらの材料則を用いて段 ボール構造体の落下衝撃試験、いわゆる動的 圧縮試験の解析を行い、緩衝材としての評価 について考える。

3. 段ボール構造体について

#### 3.1 基礎データ用モデルの考案

段ボール構造体を緩衝材として評価する場 合、実際の包装では製品に合わせた形状の調 整や組み合わせにより作られているためブロ ック状緩衝材のような一般的な評価モデルと いうものが決められていない。JIS 規格でも 構造体緩衝材料の評価試験方法 (JIS Z 0240) としては製品ダミーを用いて実際の使用状況 に合わせた条件での試験を定めている<sup>5)</sup>。こ のような構造体の緩衝性の評価方法について 定量化し、緩衝特性の一般化を図るためにはま ず、シンプルな構造体モデルを考案し緩衝特性 データを収集する必要があると考えられる。

そこで今回、薄板構造体の緩衝材について の基本モデルを考え、その基本ファクターと して、製品支持部の有効長さ、製品支持部の 折り曲げ構造の有無、さらに製品支持端部の せん断条件の考慮といった要因を含めて Fig.5 のようなスリーブ状の構造体を考案した。試 料の外側寸法は 150×50×50mm で、折り曲 げ構造を考慮したモデルについては試料上端



Fig. 5 Sleeve structure model of corrugated fiberboard

部を長さ 10mm 余分に延ばしてけい線部を設 けた。

#### 3.2 緩衝特性に関する実験

このモデルの緩衝特性について落下衝撃試 験機を用いて調べたが、落下時に重錘が試料 に接触する際にせん断力が作用するように Fig.6 に示すように重錘の底面に 100×100mm 断面 の角材を取り付けて試験を行った。試験は落 下高さ 60cm、試料前処置 23℃/50% という 条件において実施した。

Fig.7に試験結果を示すが、図の横軸は重 錘の質量を試料と角材が接する長さ(この場



Fig. 6 Drop test method considered the influence of shearing force



Fig. 7 Comparison for acceleration of sleeve structure model

	values		
a part of specimen	compressive strength (CD direction)	shearing strength	
folded part of board	0.3MPa	0.05MPa	
edge of board	0.6MPa	0.05MPa	

Table. 2 parameters for destructive model of corrugated fiberboard

合は 20cm)で除した値で、これはブロック 状緩衝材が一般的に用いる静的応力に相当す るパラメーター<sup>6)</sup>として定義した。図より試 料の折り曲げ構造の有無により発生する加速 度の大きさにも差が出ることがわかる。例え ば横軸の単位長さ当たり荷重が 1N/cm 付近 ではおよそ 100m/s<sup>2</sup> の差があり、実際の緩 衝設計を行う際にも折り曲げ構造について考 慮しなければ適切な包装が実現できないと言 える。

# 3.3 基礎データ用モデルのシミュレーショ ン解析

次に前出の段ボール構造体の落下試験についてシミュレーション解析を行った。解析条件については Fig.6 に示した試験方法で重錘の質量を 2.05kg、落下高さを 60cm とした。 また、解析に用いたモデルはエンドクラッシュ試験の解析と同様に破壊モデルとした。

段ボール構造体について考えた場合、通常 の段ボールシートと折り曲げ部分のシートに は強度に差があるためその影響を考慮したモ デル化を試みた。今回、試料端部に折り曲げ 構造のあるモデルについては段ボールの折り 曲げ部分の物性値を垂直、水平方向とも通常 の段ボールシートの数値より強度を小さく設 定して計算を行っている。また、折り曲げ無 しのモデルについても試料の上下両端部の物



Fig.8 Comparison between the calculated and found values of drop test for the simple sleeve structure model

性値については通常の値と異なった数値を用 いた。これはモデル全体に同一の数値を用い た場合、衝撃の初期段階において極めて加速 度値が大きくなってしまい、実際とかなり隔 たった値になってしまうためで、この操作は 解析精度を上げるための初期不整の意味合い を含んでいると言える。これらの部分の材料 物性値について Table.2に示す。

ここで実験と解析の結果を比較したものを Fig. 8 及び Fig. 9 に示す。Fig. 8 は試料に折り 曲げ構造がないシンプルなスリーブ状モデ ル、一方 Fig. 9 は折り曲げ構造があるモデル について示している。Fig. 8 より単純なスリ ーブ構造体について実験と解析を比べると、 衝撃の初期段階でピーク加速度に達するまで の波形の挙動、またピーク後の波形の上下動 の様子などについては良く似た結果が得られ



Fig. 9 Comparison between the calculated and found values of drop test for the sleeve structure model with folded board

ている。一方、Fig.9の折り曲げ構造がある モデルについては解析結果では 1ms 付近で 最初のピークに達した後、一度加速度が下が ってから再び上昇する挙動を示している。し かし実験では解析に出ている初期段階でのピ ーク加速度は見られず、全体的に正弦半波に 近い波形となっているものの、初期のピーク 加速度の発生を除くと他の波形はかなり実験 に近似しているのがわかる。シェル要素解析 において段ボール折り曲げ部のモデル化は非 常に困難であるが今回のように部分的に物性 値を変更する等の工夫により解析の精度を高 めることは可能であると考えられる。

段ボールシート全体を単一素材と見なす簡 易モデル解析において、シートを重ね合わせ た積層段ボールのようなブロック状構造体の 解析ではソリッド要素でのモデル化も比較的 行い易く、また精度の高い解析も可能になっ てくる。しかし、今回のスリーブ緩衝材のよ うな薄板状構造体の解析では緩衝材の構造が 複雑になるほどソリッド要素でのモデル化の 手間も大きくなり実用性を損なってくる。し たがってシェル要素によるモデル化でも加速 度レベルの推定などの把握ができれば、新し い包装設計手法としての実用性が得られる。

## 4. 段ボール包装品モデルについて

#### 4.1 段ボール緩衝材の考案

本研究では最終的に製品と段ボールを同時 に扱うトータル包装品レベルでのシミュレー ション解析を目的としている。そこで、包装 品のシミュレーション解析の前段階として、 製品ダミーの木箱をサイドパッド方式の段ボ ール緩衝材で支持するシンプルな包装品モデ ルを考案し、実験と解析を試みる。

段ボール構造体を利用した緩衝包装設計の 事例として家電製品が多いことから<sup>71</sup>、今回 作成した木箱は箱形の製品を想定し、長さ 400mm × 幅 300mm × 高さ 100mm、質量 5.3kg の仕様とした。また、この木箱の緩衝 包装設計の条件を落下高さ60cm、許容加速度 50G とした。

木箱を支持するサイドパッド方式の段ボー ル緩衝材については段ボールの折り曲げ構造 が含まれるモデルと含まれないモデルの2パ ターンを試作し、それぞれについて実験を行 った。薄板状の構造で製品を支持して緩衝効 果を得る段ボール構造体については落下時に 発生する加速度を決定する要因として、製品 支持部の有効長さと折り曲げ構造の有無が挙 げられる。今回のサイドパッド緩衝材は Fig. 5の試料を用いて得られた緩衝特性曲線を基 に 60cm 落下時の加速度が 50G に近い値とな るように木箱の支持長さを決定して作成し た。Fig.10 に折り曲げ構造が無いモデル、 Fig.11 に折り曲げ構造があるモデルの外観を 示す。木箱を実際に支持している部分の有効 長さは折り曲げ無しモデルが左右の緩衝材を 合わせて 380mm、折り曲げありモデルが



Fig. 10 Corrugated fiberboard cushioning (Non-folded structure model)



Fig. 11 Corrugated fiberboard cushioning (Folded structure model)

600mm で、支持部の高さは両モデルとも 35mm とした。

#### 4.2 包装品モデルによる実験

前出のサイドパッド緩衝材と外装用段ボー ル箱を用いて木箱を包装し、落下試験により 木箱に発生する衝撃加速度を測定した。包装 の仕様は木箱の両端の上下部にそれぞれ2個 ずつのサイドパッド緩衝材を用いて固定し、 段ボール箱に入れるものとする。この時、外 装の段ボール箱の底面フラップ部の緩衝効果 の影響を避けるため、あらかじめ底部の段ボ ールについては段を潰した状態にして落下試 験を行った。落下条件は落下高さ 60cm の底 面落下とし、木箱天面の剛性が高い端部(長 さ面の中央上部)に加速度センサーを取り付



Fig.12 Acceleration wave of non-folded structure model



Fig.13 Acceleration wave of folded structure model

けて測定した。なお、センサーのローパスフ ィルターを 500Hz に設定した。

試験結果について Fig.12 及び Fig.13 に示 す。Fig.12 は折り曲げ構造が無いモデルの加 速度波形であるが、衝撃の初期段階でピーク 加速度(465m/s<sup>2</sup>)に達した後、加速度が平 衡状態を維持したまま緩衝材の変形が進む様 子がわかる。また、波形の形状については台 形波に近いと言える。一方、Fig.13 は折り曲 げ構造があるモデルの結果であるが、こちら の波形はピーク加速度(478m/s<sup>2</sup>)の地点を ほぼ中心に左右対称の台形波に近い形状とな っている。さらに緩衝材の爽形量であるが、 左右それぞれの緩衝材の両端部の残留高さを 測定して平均値を求めたところ、折り曲げ無 しモデルが 11.8mm、折り曲げありモデルが 5.6mm であった。

# 1.3 包装品モデル実験のシミュレーション 解析

この落下試験について同一の実験条件にお けるシミュレーション解析を行った。解析に 用いた段ボールの材料物性値については前出 の Table.2に示す基礎データ用モデルの時と 同じ数値を用いた。また折り曲げ構造が無い モデルについては 3.3 と同様に、試料が木箱 に接する部分と外装箱に接する部分の上下両 端部の物性値を通常の値よりも低い数値とし た。また、Fig.14 及び Fig.15 に各モデルの 解析時に設定した圧縮強度値を示す。

Fig.16 は折り曲げ構造が無いモデルの解析 結果と実験結果との比較であるが、衝撃初期 段階での加速度の立ち上がりの様子やその後 の波形の変動について近似した傾向が認めら れる。また、ピーク加速度についても実験値 が465m/s<sup>2</sup>、解析値が 487m/s<sup>2</sup> でおよそ 5% の小さな誤差であった。さらに緩衝材の変形



Fig.14 Compressive strength values for simulation of non-folded structure model



Fig.15 Compressive strength values for simulation of folded structure model

量について Fig.17 に示すが、最大値が 13.0mm となった。実験で測定した落下後の変形量は 11.8mm で、実際に段ボールが破れながら変 形し反発による変位の復元がほとんど無いこ とを考えれば妥当な数値であると言える。 Fig.18 はシミュレーション解析による緩衝材 の変形と実験後の実際の緩衝材の様子を比較 した例であるが、座屈変形の様子についてか なり似た結果となっているのがわかる。

次に Fig.19 に折り曲げ構造があるモデル の解析結果を示すが、Fig.13 の実験結果と比 べ解析値の衝撃時の加速度波形の立ち上がり が急になっており実験値との差が認められ る。ピーク加速度については実験値が 478m/s<sup>2</sup>、 解析値が 452m/s<sup>2</sup> と 5% 程度の誤差で、製品



Fig.16 Comparison between the calculated and found values of drop test for non-folded structure model



Fig.17 Calculated value of displacement for nonfolded structure model

#### 段ボール構造体の落下衝撃シミュレーション



Fig.18 Examples of simulation and specimen for non-folded structure model



Fig.19 Comparison between the calculated and found values of drop test for folded structure model

に加わる最大加速度の推定という点では実用 的なレベルの精度が得られた。また、緩衝材 の変形量は Fig.20 に示すように最大で 11.2mm となったが、実験における落下後の変形量は 5.6mm で解析値よりも小さい値となってい る。この変形量の差の原因としては折り曲げ 構造がある段ボールの場合、実験後の試料の 状態から判断すると最大変位まで達した後に 変位の復元があることが考えられる。

Fig.21 にシミュレーション解析と実験によ



Fig.20 Calculated value of displacement for folded structure model



Fig.21 Examples of simulation and specimen for folded structure model

る緩衝材の変形の様子の比較を示すが、とも に段ボールの端部から座屈しているようすが わかる。

#### 4.4 解析の精度についての考察

次に本研究で設定した段ボールの材料物性 値が他の任意の試験条件においても有効であ るかについて調べるため、落下高さを変えた 条件において解析を行った。前出と同じ木 箱・段ボール緩衝材を用いて解析を行うこと とし、落下高さ 45cm 及び 75cm の2パター

	the values of acceleration $(m/s^2)$				
drop height	non folded structure mode		folded structure mode		
	experiment	calculation	experiment	calculation	
45cm	491	495	405	462	
75cm	492	471	488	482	

Table. 3 the calculated and found values of acceleration for 45 and 75cm drop test

ンの底面落下の条件とした。ここでは緩衝材 の性能を示す最も代表的な数値であるピーク 加速度の値で比較するものとする。

Table.3に折り曲げが無いモデルと折り曲 げがあるモデルそれぞれのピーク加速度の実 験値と解析値をまとめて示す。折り曲げがあ るモデルの45cm落下の場合に誤差が10%以 上となったが、緩衝包装設計における最大加 速度の推定値を求めるレベルで考えれば他の 条件では概ね良好な結果が得られていると言 える。

緩衝包装設計を行う際には、想定される落 下高さから製品に衝撃が加わった場合に予測 される加速度を事前に知ることができれば設 計の効率化に大いに役立つ。したがって、今 回の手法が実用性を有していることを裏付け ることができた。

### 5. 結言

本研究では、段ボールの簡易モデル化によ るシミュレーション解析を行った。ここでは 段ボール緩衝材の基本モデルのみでなく、木 箱を用いた包装品モデルについても落下衝撃 の解析を行うことが可能となった。これらの 解析精度を上げるためには段ボールの物性値 の設定が大きな要素となることがわかった が、特に段ボールを単一素材と見なして考え たとしても、けい線折り曲げ部や上下の端面 部等に通常部分の数値とは異なった数値設定 をすることで解析精度が良くなることが明ら かになった。

今回の手法により段ボール包装品の落下試 験についてシミュレーション解析の一般化を 図ることができれば、現品サンプルの繰り返 し試作による設計が常識となっている現状に 対して試作回数を削減するための設計効率化 の実現に寄与できるものと考えられる。

<参考文献>

- 1)中川幸臣、丹羽一邦、日本包装学会誌、
  14(5)、317-327(2005)
- 2) LS-DYNA THEORETICAL MANUAL, Livermore Software Technology Corporation, (1998)
- 3) 久田俊明、野口裕久、"非線形有限要素 法の基礎と応用"、丸善、p.261-272 (1995)
- 4) 松島理、松島成夫、日本包装学会誌、7(4)、175-183 (1998)
- 5) JIS Z 0240 (1997)
- 6)星野茂雄、豊田実、"緩衝包装設計ハン ドブック"、日本生産性本部、p.552-553 (1969)
- 7)日本電機工業会包装委員会、包装技術、43(8)、588-597(2005)

(原稿受付2006年6月1日)

(審査受理2006年9月27日)