

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-143868  
(P2000-143868A)

(43) 公開日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
C 0 8 J 11/00	C F D	C 0 8 J 11/00	C F D 4 B 0 6 5
B 0 9 B 3/00	Z A B	C 1 2 N 1/00	Z A B P 4 D 0 0 4
C 1 2 N 1/00	Z A B	1/16	G 4 F 3 0 1
1/16		1/20	A 4 L 0 3 1
1/20			F

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-319251

(22) 出願日 平成10年11月10日 (1998. 11. 10)

(71) 出願人 391012545

京都工芸繊維大学長

京都府京都市左京区松ヶ崎橋上町 (番地なし)

(72) 発明者 小田 耕平

大阪府和泉市光明台 2 - 9 - 10

(72) 発明者 木村 良晴

滋賀県近江八幡市鷹飼野1126-1

(74) 代理人 100059258

弁理士 杉村 暁秀 (外8名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 含芳香族ポリエステル分解方法、含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方法、含芳香族ポリエステル繊維および含芳香族ポリエステルの分解菌

(57) 【要約】

【課題】含芳香族ポリエステル資材や繊維を、環境に悪影響を与えないような方法で抜本的に処理すること

【解決手段】含芳香族ポリエステル分解活性を有する微生物を含芳香族ポリエステルに接触させることによって、含芳香族ポリエステルを分解させ、あるいは減量加工する。好ましくは、トリコスポロン F E R M B P - 6 4 4 5 とアルスロバクター F E R M B P - 6 4 4 4 との少なくとも一方を含芳香族ポリエステルに接触させることによって、含芳香族ポリエステルを分解させ、あるいは減量処理する。

**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 含芳香族ポリエステル分解活性を有する微生物を含芳香族ポリエステルに接触させることによって、含芳香族ポリエステルの分解方法。

【請求項 2】 トリコスポロン FERM BP - 6445 とアルスロバクター FERM BP - 6444 との少なくとも一方を含芳香族ポリエステルに接触させることによって、含芳香族ポリエステルの分解方法。

【請求項 3】 トリコスポロン FERM BP - 6445 とアルスロバクター FERM BP - 6444 との双方を含芳香族ポリエステルに接触させることを特徴とする、請求項 2 記載の含芳香族ポリエステルの分解方法。

【請求項 4】 含芳香族ポリエステル分解活性を有する微生物を含芳香族ポリエステル繊維に接触させることによって、含芳香族ポリエステル繊維を減量加工することを特徴とする、含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方法。

【請求項 5】 トリコスポロン FERM BP - 6445 とアルスロバクター FERM BP - 6444 との少なくとも一方を含芳香族ポリエステル繊維に接触させることによって、含芳香族ポリエステル繊維を減量加工することを特徴とする、請求項 4 記載の含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方法。

【請求項 6】 トリコスポロン FERM BP - 6445 とアルスロバクター FERM BP - 6444 との双方を含芳香族ポリエステル繊維に接触させることを特徴とする、請求項 5 記載の含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方法。

【請求項 7】 請求項 4 - 6 のいずれか一つの請求項に記載の減量加工方法によって得られたことを特徴とする、含芳香族ポリエステル繊維。

【請求項 8】 含芳香族ポリエステルの分解活性を有するトリコスポロン FERM BP - 6445。

【請求項 9】 含芳香族ポリエステルポリエステルの分解活性を有するアルスロバクター FERM BP - 6444。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、含芳香族ポリエステルの分解方法、含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方法、含芳香族ポリエステル繊維および含芳香族ポリエステルの分解菌に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 環境汚染は、大変に深刻な社会問題であり、1997年4月から容器包装リサイクル法が施行されている。プラスチック関係は、3年間の猶予期間が設

けられているが、2000年4月からは同法の施行対象となるので、それ以降は高額のリサイクル費用の負担を強いられる。これには、清涼飲料水や調味料の容器に用いられているポリエチレンテレフタレートも含まれているため、各メーカーにおいて容器の回収とリサイクルとが試みられている。

【0003】 しかし、芳香族化合物を含むポリエステル、即ちポリエチレンテレフタレートやポリブチレンテレフタレートなどの含芳香族ポリエステルは、最終的には焼却、埋め立てに頼らざるを得ない状況である。焼却の際には、これによって発生する有害物質を処理する必要があり、また埋め立てた場合には、プラスチックの浮遊ゴミを発生させ得るため、環境汚染はなくなる。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】 このように、含芳香族ポリエステルからなる容器、包装資材、更にはアパレル業界から排出される含芳香族ポリエステル繊維の服飾製品は、リサイクルコストが高く、かつ最終的には埋め立てや焼却に頼らざるを得ないことから、抜本的な処理方法が望まれていた。

【0005】 本発明の課題は、含芳香族ポリエステル資材や繊維を、環境に悪影響を与えないような方法で抜本的に処理することである。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】 本発明は、含芳香族ポリエステル分解活性を有する微生物を含芳香族ポリエステルに接触させることによって、含芳香族ポリエステルの分解方法に係るものである。

【0007】 本発明者は、世界で初めて、含芳香族ポリエステルの微生物によって分解できることを見だし、本発明に到達した。従来、脂肪族ポリエステルは生分解可能であることが知られているが、含芳香族ポリエステルの微生物によって分解することはまったく知られていない。この結果、本発明によって、環境を汚染することなく、含芳香族ポリエステルの分解処理でき、その低分子量の分解生成物を自然環境の物質循環系に戻すことができる。

【0008】 本発明の分解方法は、含芳香族ポリエステルからなる容器資材、包装資材のみならず、含芳香族ポリエステル繊維からなる布地に対して適用可能である。この際には、ゴミを堆肥化（コンポスト化）するとき、堆肥中に微生物を共存させ、含芳香族ポリエステルの堆肥中で早期に分解させて無害にすることができる。また、含芳香族ポリエステル資材を含むゴミを埋め立てる際に、ゴミの中に微生物を共存させ、含芳香族ポリエステル資材の分解を図ることができる。

【0009】 特に、いわゆるペットボトル（PETボトル）を回収した後の処理について、いまだ有効な処理方

法が開発されていない。本発明によれば、自然環境に負荷を与えずにペットボトルを処理できる。

【0010】なお、埋め立てや焼却などの他の処理方法では、有害物質の生成が生ずることがあるが、本発明では、分解菌そのものが含芳香族ポリエステルのみを唯一の炭素源として長時間生存可能なので、有害物質の生成は起こらないものと考えられる。

【0011】また、本発明者は、本発明の分解方法を、含芳香族ポリエステル繊維の表面減量加工に対して適用できることを見いだした。この方法によれば、加水分解に伴う分解残渣が生成しないために、環境適合的な減量技術となる。また、本発明の減量加工方法は、風合いの良い繊維を得るといった観点からも有用である。例えば、現在、コットン繊維の風合い加工が、微生物由来のセルラーゼによって行われている。これと同様に、本発明の方法によって、風合いの優れた含芳香族ポリエステル繊維や生地が得られる。また、減量加工のプロセスにおいて、繊維の表面に微細な凹部、空洞、筋が発生することから、繊維が染色し易くなる。

【0012】次の微生物が、含芳香族ポリエステルの分解活性を有することを確認している。

(1) トリコスポロン FERM BP - 6445

(2) アルスロバクター FERM BP - 6444

【0013】含芳香族ポリエステルは、芳香族化合物をその単量体として有するポリエステルであるが、特にポリアルキレンテレフタレートが好ましく、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートが特に好ましく、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートが一層好ましい。また、上記ポリエステルの共重合体、更には上記ポリエステルと脂肪族ポリエステルとの共重合体であってもよい。

【0014】

【実施例】(含芳香族ポリエステル分解菌のスクリーニング)本発明者は、ポリエチレンテレフタレートを中心として、含芳香族ポリエステル分解菌をスクリーニングする培養方法を考案した。ポリエチレンテレフタレートは、水に難溶性の物質であり、結晶性を有している。このため、非結晶性のポリエチレンテレフタレートの繊維を、下記の培地の中に含有させた。繊維を使用したのは、分解の有無の判定、即ちスクリーニングを容易にするためである。また、集積培養時に、含芳香族ポリエステルのみが唯一の炭素源となるような培地を使用した。

【0015】使用培地

酵母エキス	0.1%
硫酸アンモニア	0.2%
微量塩類	
硫酸鉄七水和物	0.001%
硫酸銅五水和物	0.0001%
硫酸亜鉛七水和物	0.0001%

硫酸マンガン七水和物 0.0001%

培地のpHは未調整とし、培地をチューブ1本中に7ml含有させ、オートクレーブ中にチューブを入れ、120で15分間加熱滅菌し、次いで非結晶性のポリエチレンテレフタレート繊維を0.2%となるように加えた。繊維の直径は120μmであり、長さは5cmであり、繊維の本数は12本である。

【0016】日本各地から採取した土壌試料400点を使用した。各培地中に、スパーテル小さじ一杯の各土壌試料を添加し、25 - 30で1週間振とう培養し、菌の生育が確認されるものを選択した(第一次スクリーニング)。次に、各試料を2週間ごとに培地を交換して継代培養し、2カ月間、集積培養を行った。2カ月目に、培養液からポリエチレンテレフタレート繊維を抜き取り、各繊維の引張強度を測定した。この際には、「Tensilon / JTM-4L, Toyo Measuring Instruments Co. Ltd. 50mm/min」を使用した。未処理のブランクの繊維の引張強度と比較して、相対強度が著しく低下しているものについて、走査型電子顕微鏡(日立「S-800」)によって繊維の表面を観察し、これらの結果を総合して分解陽性と判定した(第二次スクリーニング)。

【0017】(微生物の分取と含芳香族ポリエステルの分解活性)繊維の相対強度の減少が確認された試料のうち2種類から、含芳香族ポリエステル分解能を有する微生物を、単一コロニーとして分取した。一方の試料からは酵母様微生物が分取され、他方の試料からは細菌が分取された。酵母様微生物が分取された試料においては、繊維の引張強度のブランクに対する相対比率が、30日処理後に60%に低下していた。細菌が分取された試料においては、繊維の引張強度のブランクに対する相対比率が、30日処理後に92%に低下し、55日処理後に51%まで低下していた。

【0018】図1、図2には、酵母様微生物によって30日処理した後の繊維の表面状態の顕微鏡写真を示す(倍率3000倍)。図1、図2から分かるように、繊維の表面に丸い凹部が多数生成している。

【0019】図3、図4には、それぞれ、細菌によって55日処理後の繊維の表面状態の顕微鏡写真を示す(倍率3000倍)。図3、図4から分かるように、繊維の長軸方向に向かって、浸食部分が細長く筋状に伸びる傾向がある。このように、酵母様微生物と細菌との浸食形態が異なることから、両者を同時に含芳香族ポリエステルに接触させることによって、その分解加工、減量加工の効率を向上させることができる。

【0020】(各微生物の同定)

酵母様微生物

トリコスポロン属に属する。国際寄託番号は、トリコスポロン FERM BP - 6445である。トリコスポロン属は、担子菌系の不完全酵母であり、真菌系および分裂子を形成する酵母である。主な分離源としては、食

品、ヒトを含む動物の腸管、水、排水、樹木、樹液等が知られている(参考文献: Kreger-van Rij, N. J. W. 「The Yeasts」1984年、Elsevier Science Publishers

w. D. 「Yeasts: Characteristics and identification」第2版、1990年ケップリッジ ユニバーシティ プレス)。

B. V. : Barnett, J. A., Payne, R. W. および Yarrow

栄養細胞の形態	球形 - 楕円形 - 伸長形
増殖形式	多極出芽、分裂子を形成
液体培養	沈殿及び被膜の形成を認める(25、3日間)
偽菌糸	形成する(25、3日間)
真菌糸	形成する(コーンミール寒天平板培地、25、3日間)
分裂糸	形成する(コーンミール寒天平板培地、25、3日間)
子嚢胞子	アダムス、ゴロドコバ、麦芽、YM、V-8 およびポテト

デキストロースの各培地で形成を認めず

グルコースの発酵性	-
イノシトールの資化性	+
硝酸塩の資化性	-
尿素の分解	-(非典型形状)
DBBの呈色	+
細胞壁中のキシロース	+

【0021】図5には、本酵母様微生物の光学顕微鏡写真を示す(倍率1500倍)。また、図6に、コーンミール寒天平板培地で25で3日間培養した後の、真菌糸と分裂糸との一例の光学顕微鏡写真を示す(倍率470倍)。

【0022】細菌

アルスロバクター FERM BP-6444

形態観察、生理的性状試験、菌体成分の分析および菌体内DNAのGC含量の測定から、文献を参考にして、ア

形態	多形性桿菌
グラム染色性	+
孢子	-
運動性	+
酸素に対する態度	好気性
オキシダーゼ	-
カタラーゼ	+
OF	-
抗酸性	-
集落の色調	特徴的集落色素を生成せず
ロッド コッカス サイクル(rod-coccus cycle)	+
集落の周辺細胞の伸長	-
細胞壁	
ジアミノ酸	リジン
アシルタイプ	アセチル型
アラビノ・ガラクトサンポリマー(全細胞の酸加水分解物を用いて推定した)	-

主要キノン系 MK-9(H<sub>2</sub>)

菌体内DNAのGC含量(mol%、HPLC法による) 65

【0023】図7には、本細菌の光学顕微鏡写真(倍率1500倍)を示す。また、この細菌を、EYGA培地中で30で8時間培養した後の状態を図8に示し、72時間培養した後の状態を図9に示す。

ルスロバクターに属する細菌と同定された(参考文献: Sneath P. H. A., Mair, N. S., Sharpe M. E. および Holt J. G. 「Bergey's Manual of Systematic Bacteriology」Vol.2 1986年、Williams and Wilkins: Holt J. G., Krieg N. R., Sneath P. H. A., Stanley, J. T. および Williams, S. T. 「Bergey's Manual of Determinative Bacteriology」第9版、1994年、Williams and Wilkins)。アルスロバクターは、多形性を示す無芽胞のグラム陽性桿菌である。

【0024】(含芳香族ポリエステル生地の減量加工)前記酵母様微生物と細菌とを使用し、ポリエチレンテレフタレート繊維からなる生地を減量加工した。前記したスクリーニング用の培地を使用した。

【0025】実験Aでは、寸法18mm×18mm、重量2.0825gの結晶質ポリエチレンテレフタレート繊維製の生地を培地に浸漬し、前記の酵母様細菌を含む培養液を培地に添加し、30℃で、2週間ごとに継代しながら、延べ55日間、振とう培養した。培養液から生地を取り出し、重量を測定した。実験B、Cでも同様である。ただし、実験Bでは、前記の細菌を添加した。実験Cでは、前記の酵母様微生物と細菌とを添加した。

【0026】この結果、実験Aにおける減量処理後の生地の重量は1.7531gであり、減量率は15.8%であった。実験Bにおける処理後の生地の重量は1.7512gであり、減量率は15.9%であった。実験Cにおける処理後の生地の重量は、1.7293gであり、減量率は17.0%であった。また、減量処理後の生地を目視観察すると、風合いが変化しており、また手触りも変化していた。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、含芳香族ポリエステル製の資材や繊維を、自然環境に負荷を与えることなく処理でき、また自然環境に負荷を与えない含芳香族ポリエステル繊維の減量方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】含芳香族ポリエステル分解活性を有する酵母様微生物によって30日処理した後の、ポリエチレンテレフタレート繊維の表面状態の電子顕微鏡写真を示す（倍

率3000倍）。

【図2】含芳香族ポリエステル分解活性を有する酵母様微生物によって30日処理した後の、ポリエチレンテレフタレート繊維の表面状態の電子顕微鏡写真を示す（倍率3000倍）。

【図3】含芳香族ポリエステル分解活性を有する細菌によって55日処理した後の、ポリエチレンテレフタレート繊維の表面状態の電子顕微鏡写真を示す（倍率3000倍）。

【図4】含芳香族ポリエステル分解活性を有する細菌によって55日処理した後の、ポリエチレンテレフタレート繊維の表面状態の電子顕微鏡写真を示す（倍率3000倍）。

【図5】酵母様微生物の光学顕微鏡写真を示す（倍率1500倍）。

【図6】酵母様微生物を、コーンミール寒天平板培地で25℃で3日間培養した後の、真菌糸と分裂糸との一例の光学顕微鏡写真を示す（倍率470倍）。

【図7】含芳香族ポリエステル分解活性を有する細菌の光学顕微鏡写真（倍率1500倍）を示す。

【図8】含芳香族ポリエステル分解活性を有する細菌を8時間培養した後の状態を示す光学顕微鏡写真である。

【図9】含芳香族ポリエステル分解活性を有する細菌を72時間培養した後の状態を示す光学顕微鏡写真である。

【図1】



【図2】



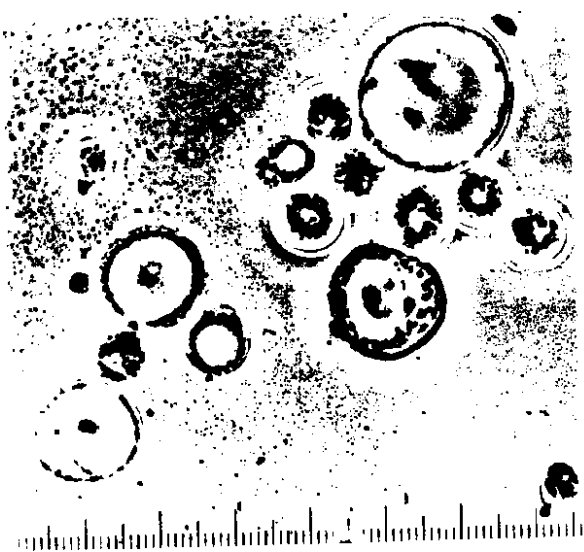
【図3】



【図4】



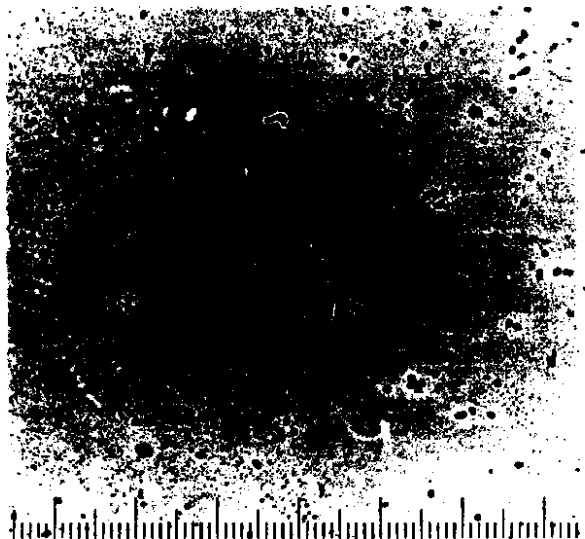
【図5】



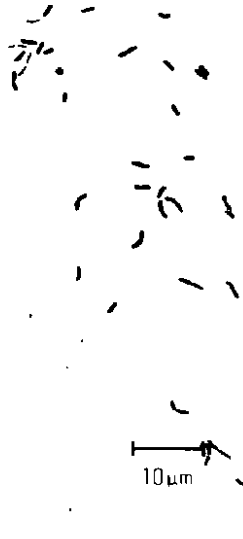
【図6】



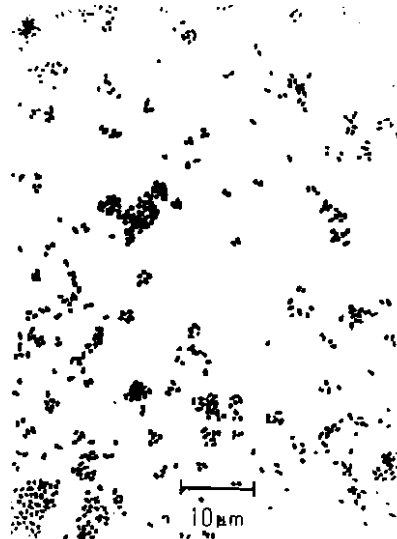
【図7】



【図8】



【図9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年9月29日(1999.9.29)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 芳香族化合物を単量体とする含芳香族ポリエステル(脂肪族化合物との共重合体を除く)分解活性を有する微生物を前記含芳香族ポリエステルに接触させることによって、前記含芳香族ポリエステルを分解させることを特徴とする、含芳香族ポリエステルの分解方法。

【請求項2】 トリコスポロン FERM BP-6445とアルスロバクター FERM BP-6444との少なくとも一方を含芳香族ポリエステルに接触させることによって、含芳香族ポリエステルを分解させることを特徴とする、含芳香族ポリエステルの分解方法。

【請求項3】 トリコスポロン FERM BP-6445とアルスロバクター FERM BP-6444との双方を含芳香族ポリエステルに接触させることを特徴とする、請求項2記載の含芳香族ポリエステルの分解方法。

【請求項4】 含芳香族ポリエステル分解活性を有する微生物を含芳香族ポリエステル繊維に接触させることによって、含芳香族ポリエステル繊維を減量加工することを特徴とする、含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方

法。

【請求項5】 トリコスポロン FERM BP-6445とアルスロバクター FERM BP-6444との少なくとも一方を含芳香族ポリエステル繊維に接触させることによって、含芳香族ポリエステル繊維を減量加工することを特徴とする、請求項4記載の含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方法。

【請求項6】 トリコスポロン FERM BP-6445とアルスロバクター FERM BP-6444との双方を含芳香族ポリエステル繊維に接触させることを特徴とする、請求項5記載の含芳香族ポリエステル繊維の減量加工方法。

【請求項7】 請求項4-6のいずれか一つの請求項に記載の減量加工方法によって得られたことを特徴とする、含芳香族ポリエステル繊維。

【請求項8】 含芳香族ポリエステルの分解活性を有するトリコスポロン FERM BP-6445。

【請求項9】 含芳香族ポリエステルポリエステルの分解活性を有するアルスロバクター FERM BP-6444。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、芳香族化合物を単量体とする含芳香族ポリエステル(脂肪族化合物と

の共重合体を除く)の分解活性を有する微生物を前記含芳香族ポリエステルに接触させることによって、前記含芳香族ポリエステルを分解させることを特徴とする、含芳香族ポリエステルの分解方法に係るものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】前記分解方法が対象とする含芳香族ポリエステルは、芳香族化合物をその単量体として有するポリエステル(脂肪族化合物との単量体は除く)であるが、特にポリアルキレンテレフタレートが好ましく、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートが特に好ましく、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートが一層好ましい。

フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード(参考)
C 1 2 N 1/20		C 1 2 N 1/20	Z A B D
	Z A B	C 1 2 S 11/00	
C 1 2 S 11/00		D 0 6 M 16/00	Z
D 0 6 M 16/00		B 0 9 B 3/00	Z A B A
//(C 1 2 N 1/20			
C 1 2 R 1:645)			
(C 1 2 N 1/20			
C 1 2 R 1:06)			
D 0 6 M 101:32			

Fターム(参考) 4B065 AA13X AA72X AC12 AC20  
 BA23 CA55  
 4D004 AA07 AC04 CA18  
 4F301 AA25 BA03 BA10 BA15 BA21  
 BA25 BF22  
 4L031 AA18 AB01 BA13 BA17 BA39  
 CA00