部品の特性のばらつきを利用したリユース促進

Promotion of reuse using the variation in the characteristic of parts

西田健吾・中央大学

Kengo Nishida, Chuo-University

平岡弘之・中央大学

H.Hiraoka, Chuo-University

田中淳・キヤノン株式会社

A.Tanaka, Canon Inc.

Although the promotion of use of reused parts is desired, high quality requested for parts reduces the opportunity of their practical use. We are proposing network agents that acquire both the quality information of products existing in the market and the consumer's demands on product performances. The agents can promote an effective reuse of parts by matching the parts having distributed quality with various consumer demands and by advising consumers to replace their part with the matched part in the market. In this paper, a life cycle simulation of parts with agents show the variety of consumer preferences for use of parts helps the reuse of parts with distributed quality.

Key Words: *reuse, networkagent, lifecyclesimulation*

1. 序論

近年、エネルギー資源の有効利用、地球環境の保護などのために、柔軟かつ効率的な循環型社会の構築が急務となっている。わが国でも循環型社会基本法において、リサイクル、リユース、リデュースの3Rの普及が進められている。本研究では、中古部品を素材に戻さずそのまま使用することによって、リサイクルに比べ、部品製造にかかる資源、エネルギー使用量を抑えることができるリユースに着目している。

現在、市場にはそれまでの使用環境や故障の有無など様々な状態の製品が存在するが、リユースの基準の高さからリユースされないケースが多い。しかし、消費者の要求を細かく把握することでリユース品として再利用できる可能性があると考え、本研究では製品の状態を把握し、また、消費者の多様な選好に対応するために、ネットワークエージェントの技術を利用して、製品のライフサイクル全般にわたり、部品個々の情報を管理する部品エージェントシステムを開発している。

部品エージェントは、ネットワークでつながれたライフサイクルの各ステージを個々の部品とともに移動し、部品情報を生産者や消費者に提示する。さらに、製品・部品の周辺情報を集め、それに基づいて、組立品、部品の状態を評価し、自律的に部品交換などの保全方法を提案する。また、保全行動における消費者の思考を部品エージェントの判断に反映させることにより、消費者が望む保全行動を行う。

本論文では、製品のライフサイクルのシミュレーションシステムを開発し、部品エージェントが市場における部品のばらつきや消費者の選好を把握することでリユースが促進されること示す。リユース部品は新品と違い、その特性は一律でない。効果的なリユースを実現するためには、そのばらつきを有効に利用する仕組みが必要となる。消費者の選好は人によって異なるため、そのようなしくみとして利用できる可能性がある。消費者の多様な選好が特性のばらつきリユース部品の再利用に効果があること、特に、本質的に重要と考えられる劣化による性能のばらつきに

対する影響について、部品のライフサイクルシミュレーションにより示し、あわせて部品エージェントが部品リユースに有効であることを述べる。

まず2章で、本研究で開発する部品エージェントシステムについて述べる。次に3章では、部品エージェントによるライフサイクル支援のためのシミュレーションシステムについて述べる。4章では消費者の選好を考慮したシミュレーションについて、結果と考察を述べ、つづく5章では、選好が及ぼすライフサイクルへの影響を細かく調べる。最後に6章で結論と今後の展望を述べる。

2. 製品個々のライフサイクル支援

2-1 部品エージェントシステム

部品個々の情報管理を実現し、循環型のライフサイクル管理を実現するために、本研究では、ネットワークエージェントの技術を利用して、製品のライフサイクル全般にわたり、部品個々の情報を管理する部品エージェントシステムを開発している。この部品エージェントシステムには、製品・部品ごとに異なる使用環境、部品状態、メンテナンスなどの部品個別の情報を管理するとともに、製品・部品の市場価格などの周辺状況を認識することによって、部品の状況に応じて適切な処理を行わせることを想定している。これにより、部品個々の単位で、製造から部品リユースまで、ライフサイクル全体を通しての部品の情報管理を行うことができる。

本研究で開発している部品エージェントシステムは、個々の部品の製造情報、現在の状態などを保持しながらネットワーク上を部品と同期して移動し、必要に応じて部品情報の更新、提供を行うネットワークエージェントと、その要求に応じて必要な処理を行うアプリケーションから構成されている。

Fig. 2.1 に部品エージェントの概念を示す。部品エージェントには、(1)他の部品エージェントとの情報交換、(2)市場情報の取得、(3)故障予測、(4)RFID やセンサを介した部品個々の情報管理などの機能をもたせることを想定している。

Fig. 2.1 Concept of Part Agent

2-2 部品エージェントによる消費者支援

製品のライフサイクルを効率的に循環させる上で、問題となるのが、消費者の行動である。多くの製品の場合、生産者は、その出荷後に消費者の製品の使用形態などの把握が十分にできず、このことが製品の部品リユースを難しくしている。一方、消費者にとっては、部品レベルのリユースまで考えると、管理すべき情報と選択肢が膨大になり、保全に関する適切な判断をすることは非常に困難である。

そこで、消費者の製品の管理と保全計画を支援するために、部品エージェントに、部品個別の情報と製品・部品の周辺情報に基づいて製品の状態を評価し、適切な保全行動を提案させることを考えている。

3. ライフサイクルシミュレーション

3-1 シミュレーションの必要性と目的

消費者の選好を考慮した部品エージェントを開発するためには、部品エージェントが消費者に応じた適切な情報を提供できること、および、それにより製品ライフサイクル全体を通して効果的な部品リユースが行われることを確認する必要がある。このため、消費者の選好を考慮した部品のライフサイクルのシミュレーションシステムを開発し、部品エージェントに支援される部品のライフサイクルにわたる挙動を調べる。

3-2 シミュレーションの概要

本シミュレーションでは、消費者が製品を使用し、故障や性能の低下に対して保全行動を行い、これを繰り返していくことでシミュレーションが進んでいく。シミュレーション上の時刻の単位をステップとし、消費者全員が製品を使用、保全を行うと1ステップが終了、次のステップが始まる。

シミュレーション中において部品エージェントは、それぞれが管理する部品の劣化状態や、その部品を所持している消費者の選好、リユース市場の情報などを総合的に判断して、消費者に対して適切な保全方法の提案を行う。

3-3 消費者の選好の定義

消費者は、製品の購入、使用、保全などの行動を起こそうとする際に、時間やコスト、環境負荷などの性能や機能、得られる効果などを総合的に判断して決定する。消費者の意思決定は、そのときの状況により様々であり、消費者は一人ひとりの選好を持っていると考えられる。

本シミュレーションではこの消費者のもつ選好をいくつかのパターンに分類した。例えばコストに関するものや、製品の性能に対する要求などがある。消費者は設定した選好のうちどれか1つを自分の選好として持っている。部品

エージェントは消費者の持つ選好に従い保全行動の提案を行う。

3-4 部品の特性のばらつき

市場に存在する製品・部品は劣化度合いや故障の有無、余っている数など様々な状態にあり、これらを部品の市場におけるばらつきとする。このばらつきの分布は部品の特性によって変わってくる。例えば、寿命の長短や、使用に従って変化する故障確率がばらつきの要因である。本研究では、シミュレーション上で様々なばらつきの部品の特性の分布と消費者の要求性能を対応させることで、効率の良いリユースが行えると考えられる。

4. 選好の多様性の比較

4-1 シミュレーションの目的

消費者の部品利用に対する選好^[1]が、リユースにどのように影響するかを調べるために、シミュレーションを行った。

4-2 シミュレーションの設定

(1)対象とした製品

対象製品として、ノートパソコンを選んだ。また、製品内のCPU、HDD、メモリ、光学ドライブの4つの部品に着目した。そして、発表されている環境情報^[2]等を用いてライフサイクル中の各工程で発生するコストや環境負荷(CO₂排出量)を設定した。

(2)選好の設定

このシミュレーションでは、消費者が保全行動を決定する際の判断基準であるコストおよび環境負荷に基づき、3つの選好を設定した。各選好の特徴について以下に記す。

- ・コスト重視：部品エージェントが提案する部品交換の際にはコストが少ない部品を選択する。製品が故障した場合は故障した部品は廃棄し、壊れた部品と同じ種類の部品を中古市場から探してコストが最も安い部品と交換する。部品が見つからなければ新品の部品を生産する
- ・環境負荷重視：交換の際には環境負荷が小さい部品を選択する。あとはコスト重視と同様である
- ・リユースなし：部品エージェントが部品交換を提案せず、現在使用している部品を故障するまで使い続ける。製品が故障した場合は故障した部品を廃棄し、その他の部品は中古市場へ送る。その後新品の製品を生産する。

(3)シミュレーションの評価内容

消費者を40人とし、選好について以下の4種類のシミュレーションを行った。

- ① 全員がコスト重視の選好
- ② 全員が環境負荷重視の選好
- ③ 全員がリユースなしの選好
- ④ 3選好（コスト重視の選好が15人、環境負荷重視の選好が15人、リユースなしの選好が10人）

シミュレーションが出力する結果は次の9つとした。

- ・TPI^[3]：各部品の行った仕事量をコストと環境負荷の積の平方で除した値で、部品がどれだけ有効に利用されたかを評価する指標
- ・消費者の満足度：今使っている部品の運用コストや運用負荷を、部品がその一生の間に発生する運用コストや運用負荷の総和を寿命のステップ数で除した値と

比べて何%少ないかで表される値。この値が大きいほど消費者は現在使っている部品に満足しているとした。

- ・仕事量の総和：シミュレーション内にある全ての部品（廃棄された部品も含む）が行った仕事の量の合計
- ・部品1個当たりの仕事量：仕事量の総和を全ての部品の数で割ったもの
- ・部品のリユース回数（部品エージェントの提案）：シミュレーション内で、部品エージェントの提案によって中古部品への交換が行われた回数
- ・部品のリユース回数（故障による交換）：シミュレーション内で、使用部品の故障によって中古部品への交換が行われた回数
- ・新品部品の生産個数：シミュレーション内で生産された部品の個数
- ・コストの総和：発生したコストの総和
- ・環境負荷の総和：発生した環境負荷の総和

シミュレーションは、製品が何もない状態から始まり、シミュレーション上の時刻で200ステップ行う。シミュレーションが始まる段階で、交換に用いるための部品として、各部品を消費者の数の四分の一だけ市場に置いておく。

4-3 消費者の選好による部品の挙動の変化

シミュレーションの結果をTable 2, Table 3に示す。Table 2の行は評価指標、列は選好の設定を示している。

Table 2から、満足度は3選好のときが最も高くなっている。3選好はリユースなしの選好を持っているため、定期的に中古市場に部品が供給されている。よって3選好の中のコスト重視の消費者と環境負荷重視の消費者は、中古市場の中から自分の好む部品を選ぶことができるので、満足度が高くなっていると考えられる。コスト重視のみの選好や環境負荷重視のみの選好では、中古市場に部品が追加されることがないので、故障するまで使い続けるしかなく、満足度が低くなってしまうと考えられる。

このように、全員がコスト重視や環境負荷重視の選好を持つ消費者と、3選好の中のコスト重視や環境負荷重視を持つ消費者では、リユースなしの選好の消費者の存在によって結果が異なってくることがわかる。そこで全員がコスト重視や環境負荷重視の場合と、3選好の中のコスト重視や環境負荷重視の消費者1人当たりの値を比較した。結果をTable 3に示す。

Table 3から、ほとんどの場合において3選好の中にいる消費者のほうがリユース回数、仕事量の値が多く、新品部品の生産量は少ないことがわかる。3選好の中にリユースなしの選好の消費者がいるので、市場に部品が出回るようになり、リユース回数が増加し、交換によって現在使っている部品よりも劣化が少ない部品を使用することができるようになるため、式(1)に示す仕事量も増加したと考えられる。また、故障した場合に市場にある部品をリユースして使うことができるので、新品部品を生産する回数が減っていると考えられる。

この結果から、単一選好で行うよりも3選好で行ったほうが効果的なリユースが行えることがわかった。その理由として、

- ・リユースなしの選好が存在する
 - ・選好によって市場から取る部品が異なる
- の2点が考えられる。

Table 2 Comparison of preference

	Cost conscious	Environment conscious	No care・Use until break down	Multiple types mixed
TPI	1.92×10^2	1.88×10^2	1.70×10^2	1.88×10^2
Consumer's satisfaction rating	6.61	4.97	9.96	25.35
Workload	1.92×10^4	1.90×10^4	1.93×10^4	1.91×10^4
Workload per part	60.24	62.91	41.88	58.20
Total number of reuses	162	40	0	172.67
Part replacements suggested by agents	155	0	0	121.67
Part replacements due to troubles	7	40	0	51
Production of new parts	158.33	141.33	301.33	169
Cost	1.20×10^6	1.26×10^6	9.60×10^7	1.16×10^6
Environmental burden	1.02×10^4	9.52×10^3	1.61×10^4	1.08×10^4

Table 3 1 preference and 3 preferences

		Workload	Total number of reuses	Production of new parts
1 preference	Cost conscious	479.18	4.05	2.96
	Environment conscious	473.84	1	2.53
	No care・Use until break down	483.05	0	6.53
3 preferences	Cost conscious	492.52	7.29	2.09
	Environment conscious	457.36	4.22	2.07
	No care・Use until break down	490.04	0	6.67

5. 市場における部品のばらつきを考慮したシミュレーション

5-1 シミュレーションの目的

4章では単一選好よりも複数選好のほうがリユースが効率よく促進されるという結果が得られた。これは、消費者がそれぞれ多様な選好を持つことで、製品に対する要求に差が生まれ、市場にある様々な製品を効率よく使用できたためである。設定した選好は環境負荷やコストなど、選好ごとに別々の判断基準で保全の行動に差を生んでいたが、製品を選ぶ際はその製品の性能の劣化具合が基準となるので、選好は本質的に製品への要求性能の差のみで設定できるはずである。

ここでは消費者の選好を製品に要求する性能を区別したものとし、性能というひとつの要素に関する選好の差が市場における部品のばらつきにどういった影響を与え、それがリユースにどう影響するのかをシミュレーションにより調べる。

5-2 選好が与える部品の市場のばらつきへの影響

市場にある部品は新品や異なる環境で使用されていたもの、修理の有無などその状態は様々である。これが市場における部品のばらつきである。

今回は製品への要求性能が異なる3つの選好を用意し、製品の性能だけに着目してシミュレーションを行う。3つの選好がどういったバランスで存在すると市場における部品の性能のばらつきを効率よく使用することができるのか、選好の設定を変えてシミュレーションを行い、選好の設定が市場における部品の状態のばらつきに与える影響を調べる。

5-3 シミュレーションの設定

(1)対象とした製品

対象製品として、電子レンジを選んだ。また、今回のシミュレーションでは選好が部品の市場のばらつきに与える影響を調べるのが目的なので、簡単のため、製品を構成している部品はマグネトロンというマイクロ波発生装置のみとした。理由として、製品寿命が長く、故障しづらい、使用とともにだんだん性能が劣化していくため、リユースの対象として適していると判断した。

(2)健全度の設定

本シミュレーションでは、製品が消費者のもとに渡ると使用され、劣化する。製品は劣化に応じてその性能が低下していく。そこで部品の性能の低下の様子を表現するために、健全度という値を設定した。今回健全度の初期値は1000とした。この値から製品の仕事量に応じて健全度を減らしていく。健全度が大きいほど性能が高く、低くなるとそのぶん性能の低下を示す。健全度が0になると故障確率とは別に製品は故障し、完全に使えなくなる。

(3)消費者の選好の設定

このシミュレーションでは、消費者が保全行動を決定する際の判断基準である製品への要求性能に基づき、3つの選好を設定した。各選好の特徴について以下に記す。

- ・選好 A: より新しいもの、高性能なものを好んで使用する。部品エージェントが交換を提案する際、製品の健全度が1000に近い製品を選択する。
- ・選好 B: 新しいものと古いものの中間を好んで使用する。部品エージェントが交換を提案する際、製品の健全度が500に近いものを選択する。
- ・選好 C: 古いものを、低性能なものを好んで使用する。部品エージェントが交換を提案する際、製品の健全度が0に近いものを選択する。

(4)使用量の設定

本シミュレーションでは、消費者のもとで製品を運用し、その際に発生する使用量を健全度から減ずることで部品の性能を低下させている。1ステップの使用量 W は式(1)を用いて計算する。 U_{per} はその人特有の使用量で6, 8, 10のどれかである。 U_{uneven} はそのステップごとに異なる使用量のばらつきで、-2, 0, 2のどれかを乱数で与えた。

$$W = U_{per} + U_{uneven} \quad (1)$$

(5)充実度

本シミュレーションでは、消費者が、今自分が使っている製品にどれだけ満足しているか、という指標を充実度として設定した。1ステップ間の1消費者の充実度 S は式(2)で計算される。 H_{pre} はその人の選好にとって理想とする製品の健全度で、選好 A は1000、選好 B は500、選好 C は0である。 H_{now} は現在の健全度である。1消費者のシミュレーション全体の充実度は各ステップの充実度の平均で算出される。

$$S = 1 - |(H_{pre} - H_{now})| \div 1000 \quad (2)$$

5-4 部品エージェントによる保全判断

部品エージェントは市場情報と消費者の製品の使用量から交換のタイミングを判断し、消費者に対し、交換の提案を行っていく

(1)リユース市場情報

部品エージェントは常に市場の情報を把握する。選好を考慮し、市場にある消費者の理想に一番近い製品と、現在消費者が使用している製品の状態を比べ、その差が大きければ大きいほど製品を交換する要因となる。この差 C は以下の式によって算出される。 H_{pre} は各選好が最も望む製品の健全度で、 H_{now} は現在消費者が所持している製品の健全度。 H_{market} は市場にある H_{pre} にもっとも近い健全度とした。

$$C = |H_{pre} - H_{now}| - |H_{pre} - H_{market}| \quad (3)$$

(2)消費者の製品使用量

製品の使用量は消費者が今時分が持っている製品をどのくらい使用したかである。交換してからその時刻までの1ステップごとの使用量の合計を算出し、この値が少ないほど製品を使い続ける要因となる。

(3)保全の判断

部品エージェントはリユース市場情報から得られる交換の要因 C と、使用量の合計を比べ、交換の提案を行うか決定する。以下の式が成り立ったとき、交換の提案を行う。 X は保全係数で、この値を変えることで使用と交換のバランスを変更できる。 X はシミュレーション開始前に設定する。

$$C > X / W \quad (4)$$

5-5 シミュレーションの前提と評価内容

消費者を90人とし、選好について以下の4種類のシミュレーションを行った。

- ① 全員が選好 A
- ② 全員が選好 B
- ③ 全員が選好 C
- ④ 3選好（選好 A が30人、選好 B が30人、選好 C が30人）

シミュレーションは市場や消費者の行動パターンがおおよそ定常状態になる600ステップまで行い、選好の人数以外の条件はすべて同じとする。シミュレーションの結果をそれぞれの満足度と環境負荷により評価する。

ここで環境負荷とは市場に余っている製品の健全度の合計の1ステップの平均で表し、これを過剰生産度とする。これが大きいほど市場にまだ使えるのに使われていない製品が多く存在するので、過剰生産による環境への負荷とした。

シミュレーション上の市場の初期条件として、健全度1000の部品を10個用意した。また、市場にある健全度製品が200個以下になったとき、新品を10個製造するようにした。

5-6 シミュレーション結果

(1)選好Aのみ

90人全員が選好Aのときの500～600ステップまでのシミュレーション結果をFig.5.6.1に示す。これは横軸が健全度で、その健全度の製品を何人の消費者が所持しているかをステップごとに示したもので、縦軸が消費者の数、奥行きが20ステップごとの結果である。

Fig.5.6.1 Result of preference A

500～600 ステップ全体で見ると、新品から完全に故障するまでまんべんなく使用されているのが分かる。選好Aは新品を好むが、市場に新品がない場合、近いものを優先的にとっていくので満足度は下がるが健全度が0に近い製品も使用している。その結果、600 ステップ後の充実度の平均は 0.523 で、1 ステップごとの市場に余っている製品の健全度の合計の平均の過剰生産度は 71204 であった。

(2)選好Bのみ

90 人全員が選好Bのときの選好Aと同様のシミュレーション結果をFig.5.6.2 に示す。グラフの仕様はFig.5.6.1 と同じである。

Fig.5.6.2 Result of preference B

選好Bは健全度が 500 に近いものと交換することを望み、新品や古い製品を使用すると充実度が下がる。この結果を見ると、少し分かりづらいが、どのステップ時においてもグラフには大きな山があり、520 ステップから見ていくとその山がだんだん右のほうへずれていくのが分かる。これは、520 ステップより少し前から新品を使用し始め、それを使い続けていることを表している。故障が起こらない限り所持している製品を使い続ける傾向があり、市場に新品が多く余るのはこのためである。

600 ステップ後の充実度の平均は 0.752 で、過剰生産度は 198151 であった。

(3)選好Cのみ

90 人全員が選好Cのときの選好Aと同様のシミュレーション結果をFig.5.6.3 に示す。グラフの仕様はFig.5.6.1 と同じである。

Fig.5.6.3 Result of preference C

選好Cは古い製品を使用することを望み、使用する製品が新しいほど充実度は低下する。これも少し分かりづらいが、選好Cも選好B同様グラフの山が徐々に右方向に移動している。使用すれば使用するほど自分の選好を満たす製品となるため、所持している製品を使い続ける傾向がある。その結果、600 ステップ後の充実度の平均は 0.502 で、過剰生産度は 198342 であった。

(4) 3 選好

選好Aが 30 人、選好Bが 30 人、選好Cが 30 人のときの 500～600 ステップまでのシミュレーション結果を以下に示す。グラフの仕様はFig.5.6.1 と同じである。Fig.5.6.4 は消費者全員についての結果。Fig.5.6.5 は 600 ステップ時の選好A、B、Cの所持製品の健全度の分布である。

Fig.5.6.4 Result of mixed preference

Fig.5.6.5 Result of a 600step

Fig.5.6.4 から各ステップにおいて様々な健全度の製品を消費者が所持していることが分かる。Fig.5.6.5 がそのうちの 600 ステップ時の各選好の結果である。おおよそ、選好Aは健全度 1000～650、選好Bは健全度 600～200、選好Cが健全度 300～0 までを使用し、各選好の満足度を満たすように消費者がばらついている。この分布はこのあと大きく変動することはなかった。

結果、600 ステップ後の各選好の充実度の平均は、選好Aが 0.866、選好Bが 0.865、選好Cが 0.727、で、過剰生産度は 177840 であった。

5-7 シミュレーションの比較

単一選好と 3 選好を充実度、過剰生産度の 2 つについて比較し、Table.5-7-1 に示す。

Table.5-7-1 Comparison of preference

	preference A	preference B	preference C	mixed preference
Consumer's satisfaction rating	0.523	0.752	0.502	A:0.866 B:0.865 C:0.727
Sum of remaining life of parts in market	71204	198151	198342	177840

(1) 充実度

Table.5-7-1 から充実度は選好A, B, Cすべて 3 選好のとき最もよい結果となった。それぞれ見ていくと、まず、選好Aは 3 選好のとき製品を完全に故障するまで使う必要がなく、早い段階で新品を入手できたために値が上昇した。その選好Aが市場に製品を送ることで、選好Bにとって自分の望む健全度付近の製品が市場に多く出回るようになったためこれも充実度は上昇。選好Cについても同様のことが言える。選好Cが選好Aに比べて充実度の上昇値が低いのは、Fig.5.6.5のように、選好Aよりも選好Cのほうが自分の理想からはなれた製品を入手しているためで、これは健全度 1000 の新品製品は選好Aだけが積極的に入手するのにに対し、健全度 300 付近の製品は選好Bがまだ使用し、選好Cが入手したい製品が市場に用意されにくいためと考えられる。選好Bは健全度 600 でも 400 でも同じ満足度を得られるので他の選好に比べると充実度は高くなっている。

(2) 過剰生産度

過剰生産度について、まず選好 A だけのとき消費者は新品が市場に登場するとそれを積極的に使用するが、新品は市場の製品数が一定値以下にならないと生産されないため、選好 A は新品から完全に故障するまで満遍なく製品を使用した。その結果、満足度は一番低い、市場に新しい製品が余りにくく過剰生産度はその他に比べてはるかに低く出ている。それに対し、選好 B, C の場合、市場にある製品と交換する際、健全度 500 付近や 0 を好むので新品と交換する機会が少なく市場には新品が常に余ってしまう。3 選好は各選好にとってほしい製品が異なるので、市場に余っている製品の健全度はばらつき、結果、過剰生産度が選好 B, C に比べて低くなった。

6. 結論

消費者の選好を考慮したライフサイクルシミュレーションのシステムを開発し、選好の多様性が結果に与える影響について調べた。その結果、消費者が満足し、市場で効果的なリユースが行われるのは、複数の選好が存在する場合であった。複数の選好により、市場のばらつきのある製品に対しても、消費者が特定の製品に集中せずに様々な健全度の部品がリユースされた。

今後は部品エージェントが市場の需要と供給のバランスを把握することで効率的なリユースの促進が行えるような仕掛け作りを目指していく。

参考文献

- [1] 田中淳, 平岡弘之, 部品エージェントに支援される部品個体のライフサイクルシミュレーション, 精密工学会春季大会講演論文集 (2009), 167.
- [2] 社団法人産業環境管理協会
<http://www.jemai.or.jp/ecoleaf/index.cfm>
- [3] 近藤伸亮, 館野寿丈, 松本光崇, ユーザ選好の差異に着目した部品リユースのシミュレーション, 精密工学会秋季大会講演論文集 (2007), G43.