

サーバに関するヘドニック回帰式（再推計結果）

企業物価指数の対象調査商品のうちサーバ（PCサーバ、UNIXサーバ）の品質調整に適用するヘドニック回帰式について¹、より最新のデータを用い再推計しましたので、その結果をお知らせします。

1. サーバのヘドニック推計に関する基本方針・留意事項

推計頻度	・年1回（5月）
適用範囲	・国内品、輸出品、輸入品に一律に推計式を適用 ² 。
該当品目	・国内企業物価指数：品目「汎用コンピュータ・サーバ」（うちPCサーバ、UNIXサーバ） ・輸出・輸入物価指数：品目「電子計算機本体」（うちPCサーバ、UNIXサーバ）
適用時期	・2007年5月以降に生じるサーバの調査商品の変更時。

2. 推計に当たって考慮したサーバの特性（図表1~2<8~9頁>を参照）

推計に当たっては、データ処理能力や拡張性に関する幾つかの特性を説明変数の候補とした。また、主としてデータ処理能力を示すCPUの種類や、大量の情報処理を取り扱うが故に、同時に求められる機能でもある障害対応に関する特性などについては、出荷時期やメーカーなどとともに、ダミー変数として扱い推計した。これら、ダミー変数の詳細については、別添（6頁）に紹介している。なお、サーバは性能によって、用途やユーザー、価格帯が大きく異なることから、CPUの最大搭載個数4個以上の機種（上位機種）と、CPUの最大搭載個数2個以下の機種（下位機種）にサンプルを分けて推計を行っている。

¹ ヘドニック法による品質調整の概要については、5頁BOXで整理している。またヘドニック法に関する理論的整理と考え方については、例えば、「卸売物価指数におけるヘドニックアプローチ - 現状と課題 - 」日本銀行ワーキングペーパーシリーズ（2001年）<日本銀行調査統計局ワーキングペーパー 01-24>が詳しい。また、「企業物価指数の基準改定に関する最終案」（日本銀行調査統計局<2007年1月>）では、ヘドニック法の適用に関する考え方についての外部の意見や実務部署としての日本銀行の考え方を整理している。

² 国内品、輸出品、輸入品では、価格調査段階や販売される市場等が異なるため、本来であれば、各々について回帰式を推計するのが望ましい。しかしながら、輸入品と国内品に関しては、代替性が強く、価格裁定関係が働いていると考えられること、輸出品に関しては、サンプル数が少ないため、輸出先別の推計等が難しく、その一方で、商品の特性自体は国内品や輸入品と共通する部分が多いことから、これらを区別せず、データ入手が比較的容易な国内品および輸入品の国内販売価格を基に推計した式を、国内品、輸出品、輸入品に対し、一律に適用している。

説明変数の候補として推計に用いた特性は、下表のとおりで、このうち○は有意となった変数（＝特性・機能）、×は有意とならなかった変数³、n.a.はその時点の推計サンプルには、利用されていなかった特性・機能であることを示す。

< 上位機種 >

基本性能を表す変数	前回	今回
<u>データ処理能力に関する特性</u>		
CPU クロック周波数 (MHz)		
キャッシュメモリ容量 (KB)		×
CPU 標準搭載個数 (個)		×
<u>拡張性に関する特性</u>		
最大搭載メモリ容量 (GB)		×

ダミー変数	前回	今回
<u>CPU 種類ダミー</u>		
Xeon MP		×
Xeon 7000 × CPU 標準搭載個数	n.a.	
<u>ハードディスクコントローラーの種類ダミー</u>		
SCSI ハードディスク	×	

< 下位機種 >

基本性能を表す変数	前回	今回
<u>データ処理能力に関する特性</u>		
キャッシュメモリ容量 (KB)		×
<u>拡張性に関する特性</u>		
最大搭載メモリ容量 (MB)	×	
CPU 最大コア数 (個)	×	

ダミー変数	前回	今回
<u>ホットプラグ対応ダミー</u>		
RAID 対応ダミー	×	
<u>サーバ形状ダミー</u>		
ブレード型	×	
<u>CPU 種類ダミー</u>		
Pentium4		×
Xeon		×
Xeon MP		n.a.
Opteron275		×
サーバ向け CPU ⁴ × CPU 標準搭載個数	n.a.	

³ 説明変数の採用に当たっては、ダミー変数を含めた各種特性値の中から、符号条件が合わないものや、統計的に有意でないものを、逐次除外する方法で確定した。

⁴ インテル社、AMD 社のそれぞれの製品のうち、「サーバ向け」として販売されている製品。今回の推計においては、インテル社の Xeon シリーズと AMD 社の Opteron シリーズを「サーバ向け」として推計に用いた。

3. 前回推計との比較（図表 3~6 < 10 ~ 13 頁 > を参照）

今回の推計結果（データサンプルの出荷時期：2005 年～06 年）を前回（同：04 年～05 年）と比較した場合の特徴点を整理すると、次のようになる。

なお、関数形については、上位機種は両側対数形、下位機種は両側 Box-Cox 形が採択された⁵。また、実際の品質調整には、White の方法を使用した再推計の結果を適用している⁶。

< 上位機種 >

(1) 基本性能

基本性能を表す変数では、データ処理能力に関する特性を表す CPU クロック周波数が、引き続き価格差を説明する特性として、有意となっている。

一方、最大搭載メモリ容量、キャッシュメモリ容量、CPU 標準搭載個数については、今回は有意とならなかった。ただ、これは、後述のダミー変数で当該特性を捕捉したためと推測され、こうした特性・機能が価格差を示すものでなくなったことを意味するものではないと考えられる。なお、標準搭載メモリ容量やハードディスク容量などは、前回同様、有意とならなかった。

(2) ダミー変数

ダミー変数では、CPU の種類として、上位機種である Xeon7000 シリーズ搭載ダミーと CPU 標準搭載個数の交差項が有意となった⁷。また、ハードディスクの接続方式として、高価ながら障害発生率が低いなどの面で比較的優れているとされる SCSI ハードディスク搭載ダミーが新たに有意となっている。これらの推計結果からは、より処理能力が高い CPU が求められる一方で、複雑化するサーバ使用環境下において、障害対応に関する機能についての需要が同時に高まっていることを示唆しているものと解される。

一方、Xeon7000 シリーズへの需要のシフトなどを反映し、前回有意であった Xeon MP 搭載ダミーは有意とならなかった。

⁵ ヘドニック回帰式の推計においては、客観的に関数形を選択することが望ましいため、Box-Cox 変換項を含む、より一般的な関数形を想定する。具体的には、ダミー変数以外のすべての変数それぞれについて異なる変換パラメータを用いて Box-Cox 変換した両側 Box-Cox 形に対して、被説明変数である価格のみ Box-Cox 変換を行った片側 Box-Cox 形、両側対数形、片側対数形、線形、の 4 種類の関数形について Box-Cox 検定を行い、関数形を選択した。なお、Box-Cox 検定については、Box, G. E. and D. R. Cox, "An analysis of transformations," *Journal of the Royal Statistics Society, Series B*, 26, 211-252, 1964、蓑谷千鳳彦『計量経済学の理論と応用』（日本評論社、1996 年）第 9 章、等に詳しい説明がある。

⁶ Breusch-Pagan テストで検定したところ、全ての推計式に関して、分散が均一であるという帰無仮説が棄却されたため、White の不均一分散一致標準偏差を使用し、推計している。

⁷ 製品によって一台のサーバに複数の CPU が搭載されている場合があるため、CPU の種類と同時に、その搭載個数の違いによる価格差を考慮し、CPU の種類と標準搭載個数の交差項、すなわち（Xeon7000 シリーズ搭載ダミー）×（CPU 標準搭載個数）を変数として設定して推計に用いた。

このほか、出荷時期ダミーが引き続き有用で、06年第4四半期の出荷時期ダミーがマイナスで有意となった。

< 下位機種 >

(1) 基本性能

基本性能を表す変数では、拡張性を説明する変数である最大搭載メモリ容量およびCPU最大コア数が、新たに価格差を説明する特性として有意となっている。

一方で、処理能力を表す変数であるキャッシュメモリ容量は、今回有意とならなかった。ただ、これは、後述のダミー変数で当該特性を捕捉したためと推測され、こうした特性・機能が価格差を示すものではなくなったことを意味するものではないと考えられる。

(2) ダミー変数

ダミー変数では、前回同様、ホットプラグ対応ダミーが有意に働いている。また、今回新たにRAIDコントローラ搭載ダミーが有意となった。これらはいずれも、障害対応に関係が深い機能であり、こうした結果は、上位機種と同様、バックアップ機能をはじめとする関連需要が高まっていることを示唆するものと解される。

このほか、CPUの種類として、前回有意であったPentium4、Xeon、Xeon MP、Opteron275搭載ダミーに代わり、サーバ向けCPU搭載ダミーとCPU標準搭載個数の交差項が有意となった。これは、今回のサンプルに搭載されているCPUが多岐にわたる中で（図表2）より処理能力が高いサーバ向けCPUの経済価値と、パソコンにも搭載され得るなど相対的に安価なCPUの経済価値との差が、サーバの価格差を説明する一つの要因となっているものと解される。さらに今回は、サーバの形状を表すダミー変数のうちブレード型ダミーが有意となった。

このほか、上位機種同様、出荷時期ダミーが、06年上期および06年下期についてマイナスで有意となった。

以 上

【BOX】 ヘドニック法による品質調整について

ヘドニック法による品質調整とは、商品間の価格差は、当該商品に共通する諸特性（例えば、サーバの場合では、搭載メモリ容量や搭載されているCPUの種類等）によって測られる品質差に起因していると考え、諸特性の変化から「品質変化に見合う価格変化」部分を、計量手法を用い、つつ定量的に推計し、残り部分を「品質変化以外の実質的な価格変化」として処理する方法を言う。具体的には、ヘドニック回帰式を用いて新旧両商品の理論価格を算出し、その変化率と実際の調査価格の変化率の差を指数に反映することになる。

ヘドニック法の場合、データの収集が可能であれば、品質変化が激しく製品サイクルが短いなどの理由で、コスト評価法やオーバーラップ法といった他の品質調整手段の適用が困難な商品の品質調整に用いることが出来る。また、品質を評価する際、主観的な判断や恣意性を排除し、機能や性能を表すデータと統計的手法に判断基準を求めることが出来る点も特徴の一つである。日本銀行（調査統計局）では、個々の財の特性を見極めつつ、現在、以下の5品目にヘドニック法を適用し、それぞれ定期的な再推計を行っている。

<ヘドニック法の適用状況>

	データソース	サンプル数（2007年3月時点）	適用開始時	推計式の更新	備 考
（国内）パーソナルコンピュータ （輸出）電子計算機本体 （うちパーソナルコンピュータ） （輸入）電子計算機本体 （うちパーソナルコンピュータ）	日経BP社 「日経パソコン」編集部から提供 を受けた家電量販店小売価格	2006年上半期～2006年下半期 デスクトップ型：271機種 ノート型：372機種	1990年1月	年2回 （2,8月）	デスクトップ型、ノート型ごとに推計
（国内）デジタルカメラ （輸出）ビデオカメラ・デジタルカメラ （うちデジタルカメラ） （輸入）ビデオカメラ・デジタルカメラ （うちデジタルカメラ）	GfK Marketing Service Japan POSデータ（全国家電量販店約 3200店舗の小売価格）	2005年上半期～2006年下半期 195機種	2001年1月	年2回 （2,8月）	
（国内）ビデオカメラ （輸出）ビデオカメラ・デジタルカメラ （うちビデオカメラ） （輸入）ビデオカメラ・デジタルカメラ （うちビデオカメラ）	GfK Marketing Service Japan POSデータ（全国家電量販店約 3200店舗の小売価格）	2005年上半期～2006年下半期 77機種	2001年1月	年2回 （2,8月）	
（国内）汎用コンピュータ・サーバ （輸出）電子計算機本体 （うちPCサーバ、UNIXサーバ） （輸入）電子計算機本体 （うちPCサーバ、UNIXサーバ）	IDC Japan 「Japan Server Quarterly Model Analysis」に掲載されたPCサーバ の生産者出荷価格	2005年上半期～2006年下半期 上位機種：50機種 下位機種：268機種	2003年5月	年1回 （5月）	2005年5月分より上位機種、下位機種ごとに推計
（国内）印刷装置 （輸出）印刷装置 （輸入）印刷装置	IDC Japan「Japan Printer Quarterly Model Analysis」に掲載 された生産者出荷価格	インクジェット： 2004年上半期～2006年上半期 66機種 レーザー： 2005年上半期～2006年上半期 116機種	2004年1月	年1回 （11月）	レーザー、インクジェットごとに推計

(別添)

今回の推計に使用した変数の詳細

(1) データソース

- ・ 推計に用いる価格データは、IDC Japan 作成の「Japan Server Quarterly Model Analysis」に掲載された PC サーバの生産者出荷価格。なお、UNIX サーバのヘッドニック回帰式は、PC サーバのヘッドニック回帰式の推計結果を代用している。

PC サーバには、同一の製品シリーズ(型番)の中に、様々な仕様の機種が含まれているが、IDC Japan のデータでは、PC サーバを同一の製品シリーズであっても、CPU のクロック周波数が違えば異なる機種として捉え、各機種のスペックや工場出荷金額等が調査されている。

なお、この IDC Japan のデータでは、オプションの搭載の有無による価格のばらつきを防ぐため、実際の出荷価格を「標準オプションを搭載した場合の出荷価格」に換算した価格が調査されている。

IDC Japan が調査している価格データは、四半期ごとの「全取引先向け加重平均価格」であるため、取引条件(取引先や出荷数量)の違いによる価格の振れが生じている可能性がある点には留意が必要である。

- ・ 使用した価格データは、いずれも 2005 年～2006 年に出荷されたもの。同一機種については、推計期間内で最初に出荷されたサンプルを推計対象のデータとしている。

この点については、調査対象商品の変更が、通常、新機種の登場直後となることから、推計データも、できる限り発売時点に近いデータを用いた方が、商品発売後の陳腐化の影響等を小さくできるとの考え方によるもの*。

- ・ なお、今回のサンプル数は、上位機種が 50、下位機種が 268 であった。サンプルの価格および各種特性値の平均値、搭載比率などは図表 1~2 を参照。

* 新商品の価格は、発売直後は比較的安定しているが、その後に発売された新商品との競合等から、次第に低下していく傾向が強い。

(2) 変数の詳細

- 今回の推計において、サーバの付加的な機能について設定したダミー変数の詳細は、下表のとおりである。

ダミー変数	内 容
ホットプラグ対応ダミー	ホットプラグに対応しているものを 1 とするダミー変数。 ホットプラグ対応の場合、コンピュータの電源を入れたままパーツやケーブルを外すことが可能。そのため、障害発生時などにおいても、サーバを停止することなく各種パーツ等を入れ替えることができる。
RAID コントローラ搭載ダミー	RAID コントローラを搭載しているものを 1 とするダミー変数。 RAID とは、複数のハードディスクをまとめて管理する技術。こうした下で、データを複数のハードディスクに分散・重複させて保存することにより、データ管理の信頼性を向上させることができる。
ハードディスクの接続方式の種類ダミー	SCSI ハードディスクを搭載している機種を 1、それ以外を 0 とするダミー変数。なお、SCSI の上位機種にあたる SAS ハードディスクを搭載している機種も、SCSI ハードディスク搭載機種と同様に扱っている。
サーバ形状の種類ダミー	「ラックタイプ型」、「ノンラックタイプ型」、「ブレード型」のうち、対応するものを 1 とするダミー変数。
CPU の種類ダミー	搭載されている CPU の種類について、対応するものを 1 とするダミー変数。
メーカーダミー	上述の特性で捉え切れない、メーカー固有の特性（価格設定行動、ブランドイメージ等）を捉えるダミー変数。
販売時期ダミー	上述の特性で捉え切れない、需給要因、技術革新等の影響を表すダミー変数。

以 上

推計サンプルの特性：上位機種（CPU最大搭載個数4個以上）

サンプル期間：2005年～2006年		全期間	2005年	2006年
価格	平均（円）	2,282,794.67	2,147,347.78	2,485,965.00
CPUクロック周波数	平均（MHz）	2,714.00	2,603.67	2,879.50
最大キャッシュメモリ容量	平均（MB）	2.88	2.70	3.15
標準搭載メモリ容量	平均（GB）	1.60	1.20	2.20
最大搭載メモリ容量	平均（GB）	38.44	29.93	51.20
標準搭載ハードディスク容量	平均（GB）	25.53	25.25	25.95
最大搭載ハードディスク容量	平均（GB）	1,572.21	1,443.58	1,765.17
CPU標準搭載個数	平均（個）	1.28	1.30	1.25
CPU最大搭載個数	平均（個）	4.00	4.00	4.00
CPU最大コア個数	平均（個）	5.28	3.73	7.60
CPUの種類				
Xeon MP	搭載比率（％）	54.0%	83.3%	10.0%
Xeon7000シリーズ	搭載比率（％）	28.0%	0.0%	70.0%
Opteron 200シリーズ	搭載比率（％）	6.0%	10.0%	0.0%
Opteron 800シリーズ	搭載比率（％）	6.0%	6.7%	5.0%
Opteron 8000シリーズ	搭載比率（％）	6.0%	0.0%	15.0%
ホットプラグ	搭載比率（％）	94.0%	90.0%	100.0%
SCSIハードディスク	搭載比率（％）	88.0%	100.0%	70.0%
RAIDコントローラ	搭載比率（％）	46.0%	36.7%	60.0%
サーバ形状				
ラック型	比率（％）	50.0%	50.0%	50.0%
非ラック型	比率（％）	32.0%	30.0%	35.0%
ブレード型	比率（％）	18.0%	20.0%	15.0%
メーカー				
NEC	比率（％）	16.0%	13.3%	20.0%
日立	比率（％）	4.0%	3.3%	5.0%
富士通	比率（％）	10.0%	13.3%	5.0%
東芝	比率（％）	8.0%	6.7%	10.0%
三菱	比率（％）	6.0%	3.3%	10.0%
日本ヒューレット・パカード	比率（％）	26.0%	26.7%	25.0%
サン・マイクロシステムズ	比率（％）	2.0%	3.3%	0.0%
IBM	比率（％）	18.0%	16.7%	20.0%
DELL	比率（％）	10.0%	13.3%	5.0%
サンプル数		50	30	20

(注)

推計に使用したサンプルや説明変数の詳細は、別添を参照。

推計サンプルの特性：下位機種（CPU最大搭載個数2個以下）

サンプル期間：2005年～2006年		全期間	2005年	2006年
価格	平均（円）	452,146.05	442,996.40	467,517.47
CPUクロック周波数	平均（MHz）	2,708.74	2,824.13	2,514.90
最大キャッシュメモリ容量	平均（MB）	2.08	1.15	3.63
標準搭載メモリ容量	平均(GB)	0.35	0.00	0.94
最大搭載メモリ容量	平均(GB)	12.90	8.45	20.39
標準搭載ハードディスク容量	平均（GB）	52.71	58.97	42.19
最大搭載ハードディスク容量	平均（GB）	798.97	697.75	969.03
CPU標準搭載個数	平均（個）	1.16	1.15	1.17
CPU最大搭載個数	平均（個）	1.62	1.58	1.68
CPU最大コア個数	平均（個）	2.34	1.59	3.61
CPUの種類（Intel社）				
Celeron	搭載比率（％）	2.2%	3.6%	0.0%
CeleronD	搭載比率（％）	0.7%	0.6%	1.0%
Pentium III/Pentium III-S/Pentium III-M	搭載比率（％）	1.5%	2.4%	0.0%
Pentium 4/Pentium4000	搭載比率（％）	22.4%	30.4%	9.0%
Pentium M/PentiumD8/PentiumD9	搭載比率（％）	7.5%	4.8%	12.0%
CoreDuoT2500	搭載比率（％）	0.7%	0.0%	2.0%
Xeonシリーズ<脚注2を参照>	搭載比率（％）	54.5%	48.2%	65.0%
CPUの種類（AMD社）				
AthlonXP_M1800/Athlon64_3500	搭載比率（％）	0.7%	0.6%	1.0%
Opteronシリーズ<脚注3を参照>	搭載比率（％）	9.7%	9.5%	10.0%
ホットプラグ	搭載比率（％）	45.1%	41.1%	52.0%
SCSIハードディスク	搭載比率（％）	59.3%	51.2%	73.0%
RAIDコントローラ	搭載比率（％）	57.1%	49.4%	70.0%
サーバ形状				
ラック型	比率（％）	45.1%	44.6%	46.0%
非ラック型	比率（％）	40.7%	42.3%	38.0%
ブレード型	比率（％）	14.2%	13.1%	16.0%
メーカー				
NEC	比率（％）	21.6%	24.4%	17.0%
日立	比率（％）	4.9%	4.8%	5.0%
富士通	比率（％）	10.8%	12.5%	8.0%
東芝	比率（％）	5.6%	7.1%	3.0%
三菱	比率（％）	9.7%	11.3%	7.0%
日本ヒューレット・パカード	比率（％）	17.5%	15.5%	21.0%
サン・マイクロシステムズ	比率（％）	4.1%	6.0%	1.0%
IBM	比率（％）	11.2%	7.1%	18.0%
DELL	比率（％）	14.6%	11.3%	20.0%
サンプル数		268	168	100

(注)

1. 推計に使用したサンプルや説明変数の詳細は、別添を参照。
2. インテル社製のサーバ向け製品であるXeonシリーズのうち、Xeon/Xeon 3000/Xeon5000/XeonE5000の各シリーズを全てひとまとめにしている。
3. AMD社製のサーバ向け製品であるOpteronシリーズのうち、Opteron100/Opteron200/Opteron1000/Opteron2000の各シリーズを全てひとまとめにしている。

上位機種 (CPU最大搭載個数4個以上) 関数形の選択 (サンプル数 50)

Box-Coxパラメータ: λ_0	0.296	0.360			
関数形	両側Box-Cox	片側Box-Cox	両側対数	片側対数	線形
定数項	-1.291E+08 ***	233.237 ***	4.735 **	12.974 ***	-1,095,445.1 *
CPUクロック周波数(MHz)	2.432E+08 ***	0.084 ***	1.197 ***	4.441E-04 ***	974.6 ***
Box-Coxパラメータ: λ_1	-1.885				
SCSIハードディスク搭載ダミー	18.110 **	48.962 **	0.288 **	0.295 **	439,604.9 *
CPUの種類ダミー					
Xeon7000シリーズ×CPU標準搭載個数	9.292	27.596 *	0.136	0.145 *	318,638.6 *
メーカーダミー					
A社	37.900 ***	91.084 ***	0.461 ***	0.448 ***	1,183,698.5 ***
B社	18.210 **	43.742 **	0.224 **	0.218 **	555,784.5 **
C社	28.130 ***	69.263 ***	0.345 ***	0.338 ***	913,185.1 ***
出荷時期ダミー					
2006年第4四半期	-16.940	-39.559	-0.226	-0.220	-402,674.3
決定係数	0.656	0.641	0.637	0.629	0.645
自由度修正済決定係数	0.599	0.581	0.576	0.567	0.586
回帰の標準誤差	17.610	46.030	0.244	0.247	543,100.0
被説明変数の平均値	250.116	530.375	14.574	14.574	2,282,795.0
対数尤度	-723.148	-724.329	-724.745	-725.283	-726.843
両側Box-Coxに対する尤度比検定		2.362	3.193	4.270	7.390 **
帰無仮説となる制約条件		$\lambda_1=1$	$\lambda_0=\lambda_1=0$	$\lambda_0=0, \lambda_1=1$	$\lambda_0=\lambda_1=1$
片側Box-Coxに対する尤度比検定				1.908	5.028 **
帰無仮説となる制約条件				$\lambda_0=0$	$\lambda_0=1$

(注)

- ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
- 尤度比検定の統計量は、 $2(\log Lu - \log Lr)$ である。 $\log Lu$ 、 $\log Lr$ はそれぞれ制約を課さない場合、制約を課した場合の対数尤度である。この統計量は、制約の数を自由度とする χ^2 分布に従う。例えば、図表の「両側Box-Coxに対する尤度比検定」では、帰無仮説となる制約条件が棄却されたとすると、両側Box-Cox形の関数が、片側Box-Cox形、両側対数形、片側対数形、線形等の、より単純な関数よりも有意に優れていることを意味する。
- 被説明変数である価格は円単位で推計。
- CPUの種類ダミーについては、Xeon7000シリーズを搭載しているものを1、そうでないものを0とするダミー変数を設定し、推計した。また、製品によっては、1台のサーバに複数のCPUが搭載されている場合があるため、その搭載個数も用いて推計。今回はさらに、CPUの種類と標準搭載個数の交差項をも設定して、推計に用いた。

下位機種（CPU最大搭載個数2個以下）関数形の選択（サンプル数 268）

Box-Coxパラメータ: λ_0	0.411	0.410			
関数形	両側Box-Cox	片側Box-Cox	両側対数	片側対数	線形
定数項	261.348 ***	342.400 ***	10.793 ***	12.100 ***	153,200.0 ***
最大搭載メモリ容量(MB)	3.223 ***	0.002 ***	0.163 ***	9.200E-06 ***	3.862 ***
Box-Coxパラメータ: λ_1	0.257				
CPU最大コア個数	18.474 ***	18.550 ***	0.108 ***	0.103 ***	34,090.0 ***
ホットプラグ対応	52.383 ***	58.060 ***	0.244 ***	0.274 ***	131,500.0 ***
RAIDコントローラー搭載	28.901 ***	31.350 ***	0.178 ***	0.195 ***	49,000.0 **
サーバ形状ダミー					
プレート型	40.052 ***	39.040 ***	0.228 ***	0.218 ***	67,840.0 ***
CPUの種類ダミー <脚注4.参照>					
サーバ向けCPU×CPU標準搭載個数	44.938 ***	52.260 ***	0.240 ***	0.284 ***	98,660.0 ***
メーカーダミー					
D社	78.125 ***	75.630 ***	0.382 ***	0.377 ***	161,800.0 ***
E社	22.857 **	22.770 **	0.112 **	0.112 **	51,840.0 **
F社	32.918 **	33.160 **	0.163 **	0.172 **	68,440.0 **
H社	104.613 ***	108.000 ***	0.502 ***	0.528 ***	240,800.0 ***
出荷時期ダミー					
2006年上期	-38.296 ***	-31.440 **	-0.216 ***	-0.181 **	-55,500.0 *
2006年下期	-89.539 ***	-84.000 ***	-0.497 ***	-0.474 ***	-153,300.0 ***
決定係数	0.660	0.649	0.657	0.649	0.622
自由度修正済決定係数	0.644	0.632	0.641	0.632	0.604
回帰の標準誤差	61.900	62.240	0.321	0.325	132,700.0
被説明変数の平均値	497.515	493.488	12.894	12.894	452,146.1
対数尤度	-3,513.697	-3,517.816	-3,525.007	-3,528.017	-3,535.0
両側Box-Coxに対する尤度比検定		8.239 ***	22.620 ***	28.640 ***	42.607 ***
帰無仮説となる制約条件		$\lambda_1=1$	$\lambda_0=\lambda_1=0$	$\lambda_0=0, \lambda_1=1$	$\lambda_0=\lambda_1=1$
片側Box-Coxに対する尤度比検定				20.400 ***	34.367 ***
帰無仮説となる制約条件				$\lambda_0=0$	$\lambda_0=1$

(注)

- ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
- 尤度比検定の統計量は、 $2(\log Lu - \log Lr)$ である。 $\log Lu$ 、 $\log Lr$ はそれぞれ制約を課さない場合、制約を課した場合の対数尤度である。この統計量は、制約の数を自由度とする χ^2 分布に従う。例えば、図表の「両側Box-Coxに対する尤度比検定」では、帰無仮説となる制約条件が棄却されたとすると、両側Box-Cox形の関数が、片側Box-Cox形、両側対数形、片側対数形、線形等のより単純な関数よりも有意に優れていることを意味する。
- 被説明変数である価格は円単位で推計。
- CPUの種類ダミーについては、インテル社、AMD社のそれぞれの製品のうち、「サーバ向け」として販売されているものを1、そうでないものを0とするダミー変数を設定し、推計した。また、製品によっては、1台のサーバに複数のCPUが搭載されている場合があるため、その搭載個数も用いて推計。今回は、さらにCPUの種類と標準搭載個数の交差項をも設定して、推計に用いた。

推計結果：PCサーバ（上位機種）

Box-Coxパラメータ 関数形	2005年～2006年	(参考)2004年～2005年
	- - 両側対数	-0.469 両側Box-Cox
定数項	4.735 *	-197.915 **
CPUクロック周波数(MHz)	1.197 ***	2.187E-06 ***
Box-Coxパラメータ	- -	0.754
最大搭載メモリ容量 (GB)	- -	0.004 ***
Box-Coxパラメータ	- -	-0.772
キャッシュメモリ容量(KB)	- -	406.449 **
Box-Coxパラメータ	- -	-2.032
CPU標準搭載個数	- -	0.001 ***
Box-Coxパラメータ	- -	-1.991
SCSIハードディスク搭載ダミー	0.288 **	- -
CPUの種類ダミー		
Xeon7000シリーズ×CPU標準搭載個数	0.136 *	
出荷時期ダミー <脚注5.参照>		
2006年第4四半期	-0.226 **	
メーカーダミー		
A社	0.461 ***	- -
B社	0.224 *	- -
C社	0.345 ***	0.001 ***
(参考) CPUの種類ダミー (前回)		
Xeon MP		2.957E-04 *
(参考) 出荷時期ダミー (前回)		
2005年下期		-5.107E-04 ***
自由度修正済決定係数	0.576	0.680
回帰の標準誤差	0.244	2.805E-04
被説明変数の平均値	14.574	2.132
サンプル数	50	50

(注)

- ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
- 出荷時期ダミーは、完全多重共線性を回避するため、2004年～2005年中のサンプルでは2004年第1四半期を、2005年～2006年中のサンプルでは、2005年第1四半期を基準としているため、その期間にはダミー変数を設定していない。その上で、それ以外の各期間に初めて出荷されたものを1、そうでないものを0とするダミー変数を設定して推計し、パラメータが有意とならなかったものは推計式から除外している。
- 誤差項の分散が不均一分散を示しているため、Whiteの方法による不均一分散一致標準偏差を利用して推計。
- キャッシュメモリ容量については、2004年～2005年中のサンプルでは、3次キャッシュメモリが搭載されている機種については3次キャッシュメモリを、そうでない機種については、2次キャッシュメモリを用いて推計した。2005年～2006年中のサンプルでは、4次キャッシュメモリが搭載されている機種については4次キャッシュメモリを、そうでない機種については、3次キャッシュメモリ、または2次キャッシュメモリを用いて推計したが、有意とならなかった。
- CPUの種類ダミーについては、Xeon7000シリーズを搭載しているものを1、そうでないものを0とするダミー変数を設定し、推計した。また、製品によっては、1台のサーバに複数のCPUが搭載されている場合があるため、その搭載個数も用いて推計。今回はさらに、CPUの種類と標準搭載個数の交差項をも設定して、推計に用いた。
- 当推計結果は、UNIXサーバの品質調整にも代用する。

推計結果：PCサーバ（下位機種）

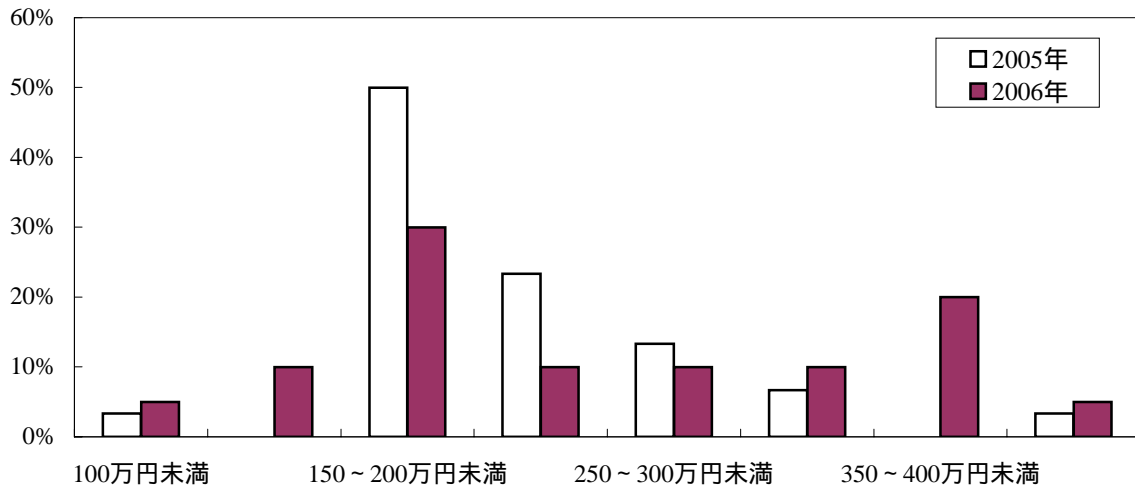
Box-Coxパラメータ 関数形	2005年～2006年	(参考) 2004年～2005年
	0.411 両側Box-Cox	-0.257 両側Box-Cox
定数項	261.347 ***	-4,804.390 ***
最大搭載メモリ容量 (MB)	3.223 ***	- -
Box-Coxパラメータ	0.257	- -
キャッシュメモリ容量(KB)	- -	11,815.600 ***
Box-Coxパラメータ	- -	-2.457
CPU最大コア数 (個)	18.474 ***	- -
ホットプラグ対応ダミー	52.383 ***	0.005 **
RAID対応ダミー	28.901 ***	- -
サーバ形状ダミー プレート型	40.052 ***	- -
CPUの種類ダミー (今回) <脚注5.参照> サーバ向けCPU×CPU標準搭載個数	44.938 ***	
出荷時期ダミー		
2006年上期	-38.296 ***	- -
2006年下期	-89.539 ***	- -
メーカーダミー		
D社	78.125 ***	0.008 ***
E社	22.857 **	- -
F社	32.918 ***	- -
H社	104.613 ***	0.017 ***
I社	- -	-0.007 ***
(参考) CPUの種類ダミー (前回)		
Pentium 4		-0.015 ***
Xeon		0.014 ***
Xeon MP		0.049 ***
Opteron 275		0.020 ***
自由度修正済決定係数	0.644	0.602
回帰の標準誤差	61.897	0.013
被説明変数の平均値	497.515	3.751
サンプル数	268	306

(注)

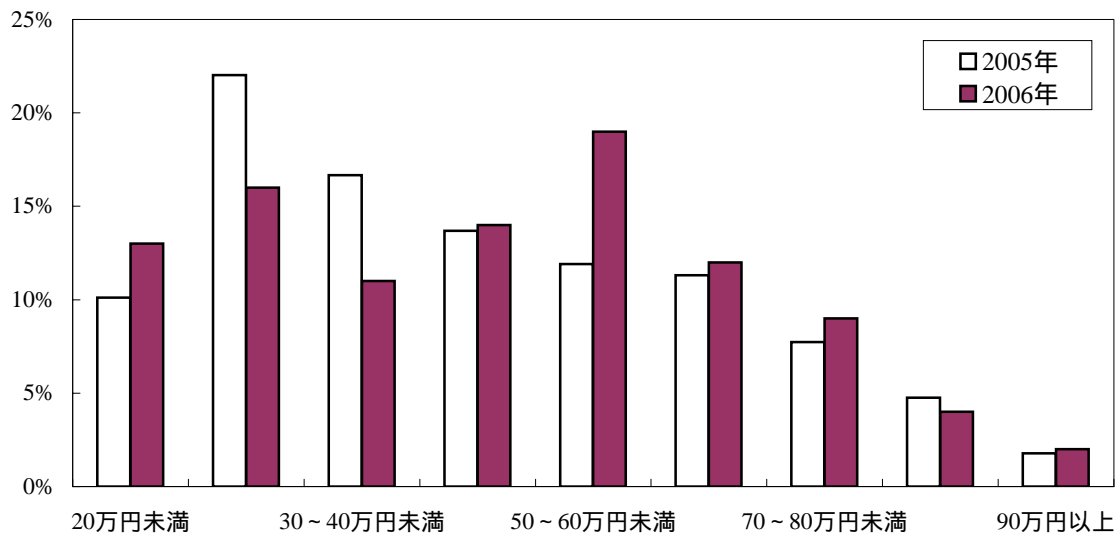
- ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
- 販売時期ダミーは、完全多重共線性を回避するため、2004年～2005年中のサンプルでは2004年第上半期を、2005年～2006年中のサンプルでは、2005年上半期を基準としているため、その期間にはダミー変数を設定していない。その上で、それ以外の各期間に初めて出荷されたものを1、そうでないものを0とするダミー変数を設定して推計し、パラメータが有意とならなかったものは推計式から除外している。
- 誤差項の分散が不均一分散を示しているため、Whiteの方法による不均一分散一致標準偏差を利用して推計。
- キャッシュメモリ容量については、2004年～2005年、2005年～2006年のサンプルともに、3次キャッシュメモリが搭載されている機種については3次キャッシュメモリを、そうでない機種については、2次キャッシュメモリを用いて推計した。もっとも、今回の再推計の結果、キャッシュメモリは有意とならなかった。
- CPUの種類ダミーについては、インテル社、AMD社のそれぞれの製品のうち、「サーバ向け」として販売されているものを1、そうでないものを0とするダミー変数を設定し、推計した。また、製品によっては、1台のサーバに複数のCPUが搭載されている場合があるため、その搭載個数も用いて推計。今回は、さらにCPUの種類と標準搭載個数の交差項をも設定して、推計に用いた。

価格の分布と品目指数の推移 (サーバ)

(1) 推計に用いた価格データの分布 (上位機種)



(2) 推計に用いた価格データの分布 (下位機種)



(3) 品目指数の推移 (汎用コンピュータ・サーバ、国内)

