

住宅リフォーム産業の市場経済における意義と存立条件*

前 田 拓 生

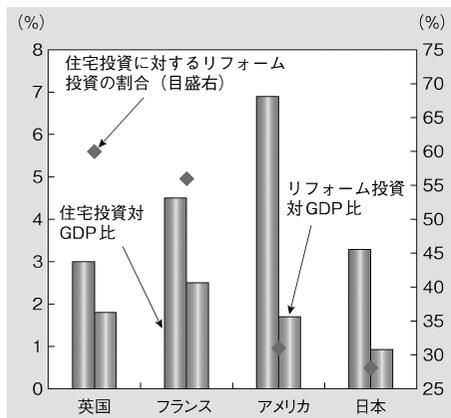
Significance and Existence Condition in a Market Economy of a Home Renovation Industry

Maeda Takuo

1. はじめに

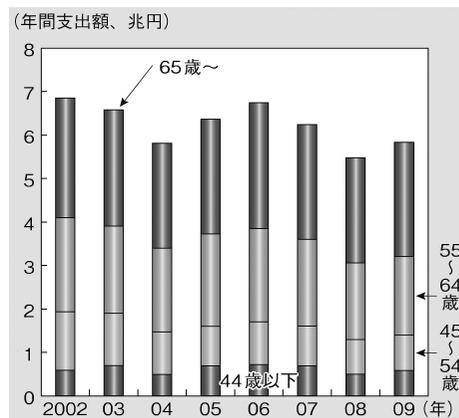
日本の住宅投資に対するリフォーム投資の割合は、世界的な比較でみて非常に低い（図1）。この点に関して内閣府（2010a）では、リフォームの年間投資総額における投資ウェイトが高い高齢者層を対象とした意識調査¹を基に考察した結果（図2）、日本では諸外国に比べ住宅居住者がリ

図1 リフォーム投資の割合



【出所】内閣府（2010a）p.229（第2-3-3図（3））

図2 リフォームの投資ウェイト



【出所】内閣府（2010a）p.236（第2-3-7図（3））

* 本研究は（独）科学技術振興機構 社会技術研究開発事業「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」研究開発領域 研究開発プロジェクト「快適な天然素材住宅の生活と脱温暖化を「森と街」の直接連携で実現する」での議論を基に前田がまとめたものである。本論に示されている内容は、すべて筆者個人に属し、筆者の所属する研究機関、研究会等の見解を示すものではない。あり得べき誤りはすべて筆者個人に属する。

1 内閣府（2010a）では内閣府「高齢者の生活と意識調査 第6回国際比較調査」を基に考察している。

フォームに消極であることが要因と指摘している²。ここから諸外国、特に欧米では概ね、リフォームを実施することで対処可能な問題であれば、リフォームをすることで住居に関する問題を改善するが、日本では住居に関する問題がリフォームを行うことで改善されるとしても、リフォームをせずに「現状のまま自宅に留まる」など、リフォームを通じた改善可能な問題を残したまま、現在住居に住み続けるケースが多いと考えられる。

このように日本でリフォームに消極的である理由としては、既存住宅の取引が少ない（つまり、中古住宅市場が不活発である）ことも挙げることができようが、山崎（2007）のアンケート調査で明らかになったように「高齢化していく居住者は現住宅の耐用性は自分が住むまでとしている場合が多い」³ ことも要因として考えられる。つまり、売却を予定している物件でもない（または、そもそも中古住宅市場の機能が諸外国にくらべて低く、売却が不可能と考えている）ことから、リフォームに費用をかけるよりも、多少不便でも「現状のまま自宅に留まる」ことを選択している可能性が高いことが推察される。ただ一方で、山崎（2007）の同アンケート調査により、「現住宅に愛着が強い居住者は自分の住まなくなった住宅が残りに残ることを希望する率が高い」⁴ こと、及び、内閣府（2010a）の考察からもリフォームを通じた改善可能な問題を残したまま現在住居に住み続けるケースが多いことから、日本においてはリフォームの潜在的な需要は相当程度存在するものと考えられる⁵。このような潜在的な需要を市場経済に取り込むことができれば、経済的に豊かになると同時に住宅居住者の効用も高まる。また、リフォームに使用する素材を国内から多く調達することになれば、波及効果も期待でき、内需拡大にもつながる。さらに住宅建築の派生需要としての木材需要がリフォーム材として使用されれば、国内林産業が活性化するとともに、森林のCO₂吸収能力の向上等の観点から、環境問題への対処策ともなる⁶。

本論文ではこのような認識の下、鷲田（2005）が資源リサイクル部門の分析に使用したフォン・ノイマンモデルを応用・拡張し、住宅リフォーム産業の存立条件、及び、国内林産業がどのような条件の下で機能するのかについて考察する。

以下、本論文は次のような構成になっている。

2. では住宅リフォーム産業を含む経済の構造について概観し、それを基にフォン・ノイマンモデルの定式化を行う。3. では住宅リフォーム産業を含むフォン・ノイマンモデルがフォン・ノイマン均衡に至る条件を物量体系を中心に考察し、4. においては物量体系及び価格体系の外生パラメータに関する比較静学分析を行う。

2 内閣府（2010a）p.239参照。ここで日本の住宅居住者がリフォームに消極的だと推測した理由は「現在の住宅について、身体機能が低下した場合に問題が生じるという意識があるが、実際に改築等に対応することには積極的ではない。一方で、現時点で感じる問題について、リフォームで対処可能な事項が多い」（p.239引用）からである。なおここでは内閣府「高齢者の生活と意識調査 第6回国際比較調査」により推定しているが、内閣府（2010b）でも当該傾向に大きな違いはない。

3 山崎（2007）p.65引用。

4 山崎（2007）p.65引用。

5 上條（2011）によると日本における2020年の中古・リフォームの顕在化市場は39.1兆円と試算している。

6 林産業の活性化と森林のCO₂吸収能力の向上との関係については前田（2011a）を参照。

2. 住宅リフォーム産業を含むフォン・ノイマンモデル

2.1 経済の構造

鷺田（2005）は、資源部門から生産部門に資源が流れ、生産財が生み出される一連の流れを“動脈”と考え、逆に、これら一連の動脈産業によって生みだされた生産財や消費財から発生する廃棄物をリサイクルし、再び資源部門へつなげる流れを“静脈”として、市場経済において静脈産業（資源再生部門）が「どのような条件の下にワークするのか、その後、特に外部からシステムに投入された資源がどのように廃棄物に転化し、資源と廃棄物との関係から与えられる条件がどのようにリサイクリング部門の稼働可能性に影響を与えるのか」をフォン・ノイマンモデル⁷を使って分析を行っている⁸。本論文では鷺田（2005）のモデルをベースにして、市場経済の中で住宅リフォーム産業が自立的に存立するための条件、及び、住宅リフォーム産業の存在意義、また国内の素材生産の効率性や輸入材の実質コストなどの外生的な条件の変化が各産業または市場に与える影響を分析する。とはいえ、鷺田（2005）は静脈産業としてリサイクリング部門を組み込んでいるが、本論文では再生させるものが既存住宅であり、住宅リフォーム産業は当該住宅に修繕・改修等のリフォームを施し、その後、最終購入者へ引き渡すことになる。その意味で住宅リフォーム産業は静脈産業としてだけではなく、オルタナティブな動脈産業としても市場経済に登場することになる。そこでここでは鷺田（2005）のモデルとは違った経済構造を想定し、鷺田（2005）のモデルを応用し

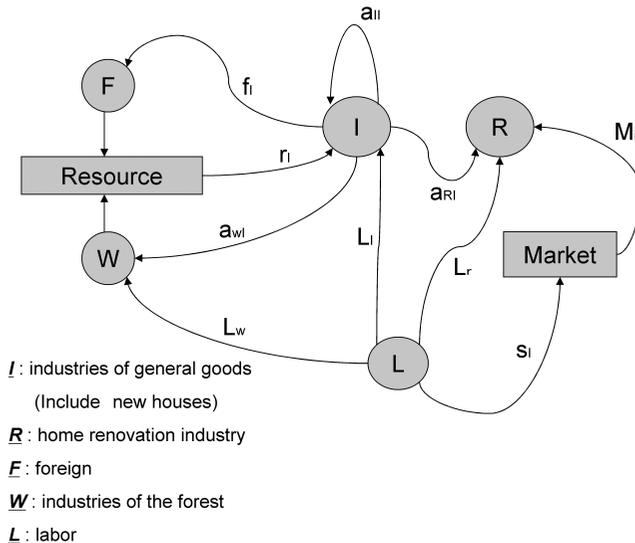


図3 モデルの構造

7 フォン・ノイマンモデルに関しては森嶋（2005）pp.111～166、及び、森嶋・篠原・内田（1960）pp.3～60参照。

8 鷺田（2005）のモデルの構造は同論文pp.3～5参照。

つつも、独自にモデルを拡張し、住宅リフォーム産業の存立条件等についての分析を行う。

ここではまず、主要な動脈産業として一つの生産部門（図3の“*I*”産業）が存在する。この部門では新築住宅が建築されると同時に最終購入者への販売も行う。加えて、リフォームに使われる生産要素としての財、及び、労働者（“*L*”）の消費する財も生産される。ここで、単純化のため、新築住宅建築、リフォームに使用される生産要素としての財、及び消費財を含め *I* 産業で生産される財はすべて“一般財”と考え、一般財の生産に必要なとなる単位当たりの要素費用等は同じとする。したがって *I* 産業は、素材市場から素材を購入し、労働（ L_I ）によりそれに加工等を施すことで一般財を生産することになる（最終購入者への販売も行う）。

他方、オルタナティブな動脈産業（実際にはこの産業が“静脈産業”でもある）として住宅リフォーム産業（“*R*”産業）が存在する。一般に住宅リフォームは、必ずしも既存住宅の売却時のみ施されるものではなく、現住宅の住み心地を快適にするためにも施される。しかし、ここでは単純化のため、既存住宅保有者（家計部門を想定しているため、図3では *L* の内、既存住宅を保有している者）が当該住宅を売却するのであれば、*R* 産業へ売り、当該住宅に *R* 産業は *I* 産業からリフォームに必要な財（一般財）を購入し、労働（ L_R ）によりリフォームを施すことで住宅の最終購入者へ販売されるものとする⁹。したがって、このモデルでは住宅取引の仲介・斡旋のみを行う業者の存在を捨象している¹⁰。

住宅建材やリフォームに使用される生産要素としての財の素材は、*I* 産業が素材市場から購入することになるが、当該素材は1種類（本論文では“木材”を想定しているが、木材と限定する必要は特にない）とし、国内素材産業（“*W*”産業）及び海外（“*F*”）から貿易を通じて供給される。*F* から貿易によって供給される素材と *W* 産業から供給されるものは無差別とする。しかし、*F* から貿易によって供給される素材を購入する場合、ある一定の一般財を対価として支払わなければならない。*W* 産業は一般財と労働（ L_w ）によって素材を生産する。

労働者（ $L : L_I \cdot L_R \cdot L_w$ ）は各産業（*I* 産業・*R* 産業・*W* 産業）において各々の生産に従事し、賃金を受け取り、その所得から必要な財を購入する。また、上述の通り *L* は新築住宅を購入だけでなく、市場を通じて既存住宅も購入する¹¹。この場合、既存住宅は *R* 産業がリフォームを施して市場を通じて供給されるが、リフォーム前の売却住宅は *L* から供給される。本モデルでは単純化のため、*L* から供給されるリフォーム前の売却住宅は *L* の労働量に比例するものとする。

9 したがって、ここでの分析において、単に「住み心地を快適にするためのリフォームを行う」というのは、住宅本体の売り主体と買い主体が同じと考えることになる。

10 現実の社会においては、既存住宅保有者が住宅リフォーム会社に売却するのではなく、リフォームをせずに住宅取引の仲介会社等を通じて直接購入者に売却することが多い。しかし既存住宅の購入者は、未リフォーム物件を購入した場合、当該仲介業者を通じて、水回り程度であってもリフォームをすることが少なからず存在する。また原野・中川・清水・唐渡(2009)の考察によれば、「不動産業者によるリフォームは価格上昇を伴うが、従前居住者によるリフォームは価格上昇させない」(abstractより引用)という分析結果がある。これは、日本においては欧米のようなインスペクションがうまく機能していないことが要因であると考えられるが、実際の不動産市場においては十分に想定される内容である。このような状況を踏まえれば、住宅取引の仲介・斡旋のみを行う業者の存在を捨象し、仲介業者も含めて「住宅リフォーム産業」としても、極めて非現実な想定とはいえないと考える。

11 労働者の1期間の所得で住宅を購入できないし、住宅の一部を分割して売却することもできないが、ここではマクロ変数として考えているので、住宅の一部の購入や売却が可能であるものとする。

なお以下、鷺田（2005）のモデル¹²と同様に、資本家は得られた利潤によって消費せず、その全額を投資するものと仮定し、技術はすべて線形の関係であると想定する。

各係数の定義は表1の通りである。全てが定められているある1期間のフローの変数である。

表1 係数の定義¹³

x_I	I 産業における一般財の生産量
x_R	R 産業におけるリフォームを施した住宅の生産量
x_W	W 産業における素材の生産量
x_F	海外 (F) からの素材輸入量
P_G	一般財の価格
P_W	素材の価格
P_F	輸入材の価格
P_M	(住宅所有者の) 既存住宅の R 産業への売却価格
a_{II}	一般財 1 単位を生産するのに必要な一般財それ自身の量
a_{RI}	R 産業がリフォーム住宅を 1 単位生産するのに必要な一般財の量
a_{WI}	W 産業が素材を 1 単位生産するのに必要な一般財の量
f_I	輸入財 1 単位輸入するときに対価として支払わなければならない一般財の量
L_I	I 産業において 1 単位の生産に必要な労働量
L_R	R 産業において 1 単位の生産に必要な労働量
L_W	W 産業において 1 単位の生産に必要な労働量
d_L	労働 1 単位を再生・持続されるために必要な財の消費量
r_I	I 産業において 1 単位の生産に必要な素材量
s_L	労働 1 単位の結果生じるリフォーム前の売却 (可能な) 住宅
M_R	R 産業において 1 単位の生産に必要なリフォーム前の住宅

2.2 モデルの定式化

このような経済において、まず、物量体系において、成長率ファクター、すなわち $(1 + \text{成長率})$ を β とすると、需要が供給を上回らないという条件より、以下のように表される。

$$x_I + x_R \geq \beta \{ (a_{II} + d_L L_I) x_I + (a_{RI} + d_L L_R) x_R + (a_{WI} + d_L L_W) x_W + f_I x_F \} \quad \dots (1)$$

$$x_W \geq \beta r_I x_I \quad \dots (2)$$

$$x_F \geq \beta r_I x_I \quad \dots (3)$$

$$s_L (L_I x_I + L_R x_R + L_W x_W) \geq \beta M_R x_R \quad \dots (4)$$

但し、 x_I 、 x_R 、 x_W 、 x_F は全て非負であり、少なくとも 1 つは厳格に正である。

¹² 鷺田 (2005) p. 4 参照。

¹³ 各係数とも 1 階の微分が可能であるとする。

上記の各式の右辺は次期の各部門の活動水準のために必要となる一般財、素材、リフォーム財の量を表し、左辺は今期生み出された一般財、素材、リフォーム財の量を表している。ここでフォン・ノイマンモデルは均衡成長経路を求めるものなので、各部門の構成比を変えないで、每期 β の率で成長する経路を求めることになる。なお、(1) 式は財の次期の需要が、今期の生産量を上回ることができないことを示した条件式であるが、簡単化のため、次のように記号を定義する。

$$b_I \equiv a_{II} + d_I L_I$$

$$b_R \equiv a_{RI} + d_R L_R$$

$$b_W \equiv a_{WI} + d_W L_W$$

このように定義すると、(1) 式は次のように書き換えられる。

$$x_I + x_R \geq \beta(b_I x_I + b_R x_R + b_W x_W + f_I x_F) \quad \dots (5)$$

ここで、(2) ~ (5) 式を行列で表すと、次のようになる。

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_L L_I & S_L L_R & S_L L_W & 0 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} b_I & b_R & b_W & f_I \\ r_I & 1 & 0 & 0 \\ r_I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & M_R & 0 & 0 \end{pmatrix}, x = \begin{pmatrix} x_I \\ x_R \\ x_W \\ x_F \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

この時、物量体系の制約条件は次のようになる。

$$Bx \geq \beta Ax \quad \dots (7)$$

次に価格体系であるが、価格体系は物量体系の双対体系¹⁴なので、価格体系の制約条件は以下のようになる。

$$PB^T \leq \alpha PA^T \quad \dots (8)$$

但し、 α は各部門で成立している利潤率ファクター、すなわち (利潤率 + 1) である。 B^T は B の転置行列。 A^T は A の転置行列。

ここで価格ベクトル (行ベクトル) を、 $P = (P_G P_W P_F P_M)$ とすると、価格体系は次のように定式化される。

$$P_G + P_M S_L L_I \leq \alpha (P_G b_I + P_W r_I + P_F r_I) \quad \dots (9)$$

$$P_G + P_M S_L L_R \leq \alpha (P_G b_R + P_M M_R) \quad \dots (10)$$

$$P_G + P_M S_L L_W \leq \alpha P_G b_W \quad \dots (11)$$

$$P_F \leq \alpha P_G f_I \quad \dots (12)$$

したがって、このモデルに関してフォン・ノイマン均衡が存在するならば、双対定理¹⁵より、(2) ~ (5) 式、及び (9) ~ (12) 式を満たす産出構成 x_I, x_R, x_W, x_F 、及び価格構成 P_G, P_W, P_F, P_M 、成長率ファクター β と利潤率ファクター α のうち「 $\beta = \alpha$ 」となる状態が存在し、それが均衡状態となる。このような均衡状態においては以下の2つの原理が成立する。

14 双対についてはチャン (1980) 第9章を参照。

15 双対定理についてはチャン (1980) p.745を参照。

第一に、過剰供給されている財の価格はゼロになる（自由財ルール）。

第二に、生産物の総価値が費用を厳密に下回っている部門は稼働しない（利潤性ルール）。

これら二つの原理は、いずれも市場経済の原理に沿ったものであり、その均衡（フォン・ノイマン均衡）において当該経済は最大の均衡成長率をもたらすことになる¹⁶。

以下の分析では、住宅リフォーム産業（ R 産業）を組み込んだ市場経済が物量体系についての制約条件を満たす最大の成長率ファクター β に至るための条件とそれを実現する産出構成を求める。なお、ここで最大の成長率ファクター β が存在すれば、双対関係にある価格体系についてもその制約条件を満たす最小の利潤率ファクター α が存在し、この時、 $\beta = \alpha$ となる。

3. フォン・ノイマン均衡に到達するための条件

ここでは物量体系を中心にしてフォン・ノイマン均衡に到達するための条件を分析する。そこで分析するにあたり、(2)～(5)式を次のように変形しておく。

$$b_W x_W + f_I x_F \leq \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) x_R + \left(\frac{1}{\beta} - b_I\right) x_I \quad \dots (13)$$

$$x_W \geq \beta r_I x_I \quad \dots (14)$$

$$x_F \geq \beta r_I x_I \quad \dots (15)$$

$$(\beta M_R - s_I L_R) x_R \leq s_I (L_I x_I + L_W x_W) \quad \dots (16)$$

以下、フォン・ノイマン均衡に到達するための条件をグラフから定性的に導くことにする。

ここですべてを考慮する前に、市場経済に住宅リフォーム産業（ R 産業）が存在しない場合の状況を分析する。そもそも市場経済において R 産業が無くても、素材は国内外から供給され、動脈産業として I 産業が存在していることから、経済自体は稼働する。

このとき、上記の条件式は次のようになる。

$$b_W x_W \leq \left(\frac{1}{\beta} - b_I\right) x_I \quad \dots (a)$$

$$x_W \geq \beta r_I x_I \quad \dots (b)$$

$$f_I x_F \leq \left(\frac{1}{\beta} - b_I\right) x_I \quad \dots (c)$$

$$x_F \geq \beta r_I x_I \quad \dots (d)$$

いま、 β が正の範囲で十分に小さければ、(a)～(d)式を満たす正の x_I 、 x_W 、 x_F が存在する可能性がある。この条件を満たす x_I 、 x_W 、 x_F の組み合わせの領域を実行可能領域と呼ぶとする。

16 つまり、「成長率の最大化は、市場そのものが直接要請するものではない。市場経済は計画経済とは両立しない。それにもかかわらず、誰もがこの市場経済が成長率の最大化を暗に要請する経済であることを知っている。すなわち、市場経済にインプリットに組み込まれている動機を見事にとらえているのがこのフォン・ノイマン均衡」（鷺田（2005）p.7引用）である。なお、フォン・ノイマン均衡においては、規模は決まらず、均衡の産出構成比、及び、価格構成比だけが与えられる。

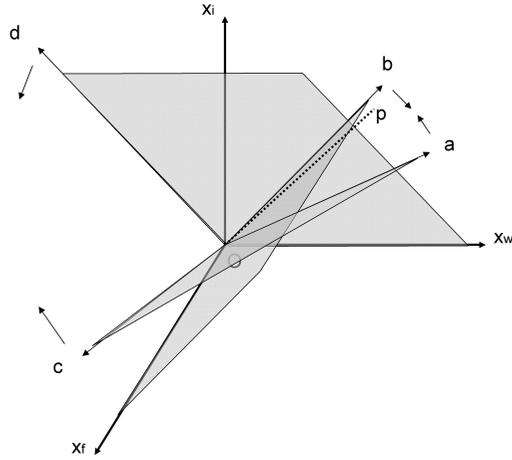


図4 R産業が存在しない場合の均衡

この領域は、図4より、(b)によって形成された面と(d)によって形成された面が交差することであられる半直線 p と「(a)と(c)で形成される面(以下、便宜的に「X面」とする)」とに挟まれた領域となる。ここで β が増加していくと p と X面が引き合う形になることから、実行可能領域は狭まっていき、最終的に p は X面のどこかに一致する。それ以上 β が増加していくと実行可能領域は消えてしまうことから、 p と X面が一致する時の β が最大の成長率ファクター β^* となる。なお、最大の成長率ファクター β^* においては (a) ~ (d) 式が全て等号となることから、以下の関係が成り立つ。

$$b_w x_w = f_i x_f \quad \dots (17)$$

すなわち、国内の素材生産量 x_w と海外からの素材輸入量 x_f は、成長ファクターとは関係なく、国内素材生産の生産性 b_w と素材輸入の実質コスト f_i の比で決まることを意味する。したがって、(17) 式より、ある時点から国内素材生産の生産性 b_w が高まれば(したがって、 b_w は数値的に小さくなるので)、輸入の実質コスト f_i が一定であれば、海外からの素材輸入量 x_f は低下し、相対的に国内の素材生産量 x_w が増加することになる(逆は逆)。

以上から、市場経済に住宅リフォーム産業(R産業)が存在しない場合の最大の成長率ファクター β^* となることがわかった。

次にR産業を含む全体の均衡について考察する。

条件式はR産業を含むことから、上記の(a) ~ (d)式に加え、以下の条件式が追加される。

$$s_L L_I x_I \leq (\beta M_R - s_L L_R) x_R \quad \dots (e)$$

$$\left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) x_R \geq b_w x_w \quad \dots (f)$$

$$(\beta M_R - s_L L_R) x_R \leq s_L L_W x_W \quad \dots (g)$$

$$\left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) x_R \geq f_I x_F \quad \dots (h)$$

ここで R 産業を含む均衡となると、 R 産業が存在しない場合に比べて内需が拡大する効果が期待されることから、成長率ファクター β^* を上回る成長が期待できる。したがって、市場経済が β^* を上回って成長し、最大となる成長率ファクターを β^{**} としよう ($\beta^* < \beta^{**}$)。成長率ファクターが β^* を上回る、つまり市場経済が β^* を上回る成長をした場合、図4のような $x_I - x_W - x_F$ 空間には実現可能領域が存在しなくなる。ところが、図5または図6のように $x_I - x_W - x_R$ 空間または $x_I - x_F - x_R$ 空間において新たな実行可能領域があらわれる。そして、ここから β が増加していくと当該実行可能領域は狭まっていき、最終的には各空間において一つに収束する。ここで (17) 式より x_W, x_F の関係は成長率と関係なく決まっているので、市場全体としての実行可能領域は一つに収斂する。その時、成長率ファクターは β^{**} で最大となり、フォン・ノイマン均衡となる。

以下で具体的にみていこう。

図5は (a) (b) (e) (g) (f) 式を $x_I - x_W - x_R$ 空間に描いたものである。ここで成長率ファクターが β^* を超えて β が増加すると (a) と (b) が交差することによって半直線 q があらわれる (この現象を①とする)。また、(g) と (f) が交差することによって半直線 r があらわれる (この現象を②とする)。そして、(e) と (g) で形成される面と (b) によって形成された面が交差することで半直線 s があらわれる。この半直線 q, r, s によって囲まれた領域が新たな実行可能領域であり、この領域はさらにここから β が増加することによって、徐々に実行可能領域は狭まっていく。そして最終的にどこかで一致することになる。この時、成長率ファクター β が最大になり (つまり、 β^{**} となり)、フォン・ノイマン均衡となる。

しかし、①ように半直線 q があらわれない状態で成長率が増加することにより、(e) と (g) で形成される面が $x_I - x_W$ 面に到着する形で均衡するのであれば、その時は $x_R < 0$ となることから、住宅リフォーム産業が存在しないことになる。したがって、市場経済において住宅リフォーム産業が存在する条件としては「(a) と (b) が交差すること」が必要となる。

つまり、①が成立するためには、以下を満たす必要がある。

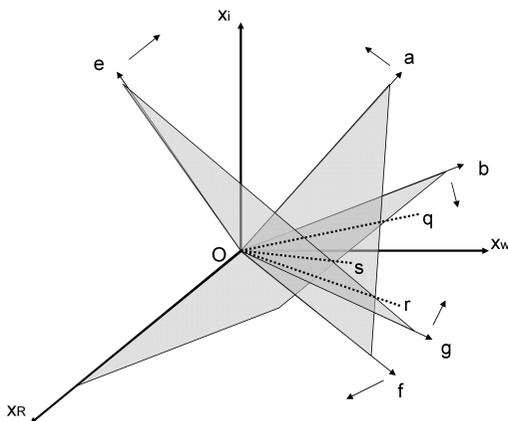


図5 $x_I - x_W - x_R$ 空間

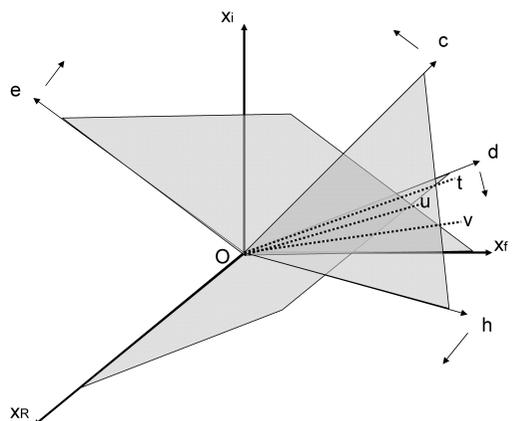


図6 $x_I - x_F - x_R$ 空間

$$\frac{\frac{1}{\beta} - b_I}{b_W} \leq \beta r_I \quad \dots (18)$$

また、住宅リフォーム産業が稼働していない状態でも、すでに成長を持続させている経済なので、(18) 式を満たす β は 1 よりも大きくなる必要がある。そこで少なくとも (a) と (b) が交差して (つまり、(18) 式が等号になって) いて、その時の β が 1 よりも大きくなるためには、以下を満たす必要がある (その時の β を β_0 とする)。

まず、(18) 式を適当に変形すると (19) 式になる。

$$F(\beta_0) = \beta_0^2 r_I b_W + \beta_0 b_I - 1 = 0 \quad \dots (19)$$

(19) 式において、 $F(\beta_0)$ は二次曲線であり、 $F(0) < 0$ であることから、 β_0 が 1 よりも大きいことの必要十分条件は $F(1) < 0$ である。したがって、「(a) と (b) が交差する」ためには、少なくとも以下を満たさせる必要がある。

$$1 > b_I + r_I b_W \quad \dots (20)$$

これは、1 単位の一般財の生産に必要な全ての財及び 1 単位の一般財の生産に携わる労働者の生活を維持するために必要となる財、さらにそのために必要となる国内素材の生産に必要な全ての財及びその生産に携わる労働者の生活を維持するために必要となる財の合計量が、1 よりも小さいことをあらわしている。すなわちこれは住宅リフォーム産業及び海外からの素材輸入を含まない経済における剰余条件である。

他方、上記のような住宅リフォーム産業及び海外からの素材輸入を含まない経済における剰余条件を満たしていても、②ように半直線 r があらわれない状態で成長率が増加することにより、(b) で形成される面が $x_R - x_W$ 面に到着する形で均衡するのであれば、その時は $x_I < 0$ となる。これは I 産業が存在しないことになるので、経済モデルとして成立しないことになる。したがって、住宅リフォーム産業が存在する場合、「(g) と (f) が交差する」ことが必要になる。

つまり、②が成立するためには、以下を満たす必要がある。

$$\frac{\frac{1}{\beta} - b_R}{b_W} \leq \frac{\beta M_R - s_L L_R}{s_L L_W} \quad \dots (21)$$

ここでも (21) 式を満たす β は 1 よりも大きくなる必要がある。また少なくとも (g) と (f) が交差して (つまり、(18) 式が等号になって) いて、その時の β が 1 よりも大きくなるためには、以下を満たす必要がある (その時の β を β_0 とする)。ここでも同様に (21) 式を適当に変形する。そうすると (22) 式になる。

$$G(\beta_0) = \beta_0^2 b_W M_R + \beta_0 (b_R s_L L_W - b_W s_L L_R) - s_L L_W = 0 \quad \dots (22)$$

(22) 式において、 $G(\beta_0)$ は二次曲線であり、 $G(0) = -s_L L_W < 0$ であることから、 β_0 が 1 よりも大きいことの必要十分条件は $G(1) < 0$ である。したがって、「(g) と (f) が交差する」ためには、少なくとも以下を満たさせる必要がある。

$$\frac{M_R - s_L L_R}{s_L L_W} > \frac{1 - b_R}{b_W} \quad \dots (23)$$

これは、国内素材産業から供給されるリフォーム可能な既存住宅（ $s_L L_W$ ）に対する純リフォーム住宅生産¹⁷（ $M_R - s_L L_R$ ）の割合が、国内素材産業を維持するために必要な財（ b_W ）に対するリフォーム産業を除いた当該社会全体を維持するのに必要となる財（ $1 - b_R$ ）の割合よりも大きいことをあらわしている。ここで純リフォーム住宅生産量を一定程度維持するためには、国内素材産業の生産性がある程度高い（つまり、 b_W を数値的に小さい）、または／および、住宅リフォーム産業の生産性がある程度高い（つまり、 b_R を数値的に小さい）ことが必要である。すなわちこれは住宅リフォーム産業及び国内素材産業についての生産性に関する条件である。

次に図6は（c）（d）（e）（h）式を $x_I - x_f - x_R$ 空間に描いたものである。ここで成長率ファクターが β^* を超えて β が増加すると（c）と（d）が交差することによって半直線 t があらわれる（この現象を③とする）。この半直線 t と（e）によって形成された面によって囲まれた領域が新たな実行可能領域であり、この領域はさらにここから β が増加することによって、徐々に実行可能領域は狭まっていく。そして最終的にどこかで一致することになる。この時、成長率ファクター β が最大になり（つまり、 β^{**} となり）、フォン・ノイマン均衡となる。

しかし、③ように半直線 t があらわれない状態で成長率が増加することにより、（e）によって形成される面が $x_I - x_f$ 面に到着する形で均衡するのであれば、その時は $x_R < 0$ となることから、住宅リフォーム産業が存在しないことになる。したがって、市場経済において住宅リフォーム産業が存在する条件としては「（c）と（d）が交差すること」が必要となる。

つまり、③が成立するためには、以下を満たす必要がある。

$$\frac{1 - b_I}{f_I} \leq \beta r_I \quad \dots (24)$$

（24）式は上述（18）～（20）と同じような展開により、「（c）と（d）が交差する」ためには、少なくとも以下を満たさせる必要がある。

$$1 > b_I + r_I f_I \quad \dots (25)$$

これは、1単位の一般財の生産に必要な全ての財及び1単位の一般財の生産に携わる労働者の生活を維持するために必要となる財、さらにそのために必要となる海外からの素材を輸入するために必要となる財の合計量が、1よりも小さいことをあらわしている。すなわちこれは住宅リフォーム産業及び国内素材産業を含まない経済における剰余条件である。

以上から、市場経済において住宅リフォーム産業が存在することによって、存在しない場合に比べ、成長率が高くなるのがわかる。しかし、住宅リフォーム産業含む市場経済が存立し、フォン・ノイマン均衡に至るには少なくとも（20）、（23）、（25）の各式で示された条件が必要となるこ

¹⁷ $s_L L_R$ はリフォーム住宅を生産するために雇用了労働者が供給するリフォーム可能な既存住宅の量なので、 M_R から $s_L L_R$ を引いたものは「純リフォーム住宅生産量」と考えることができよう。

とが明らかになった¹⁸。なお、物量体系においてフォン・ノイマン均衡に至るのであれば、双対関係にある価格体系もフォン・ノイマン均衡に至ることになり、最小の利潤率ファクター α は最大の成長率ファクター β に等しくなる¹⁹。

4. 物量体系及び価格体系の外生パラメータに関する比較静学分析

4.1 物量体系の比較静学分析

3. でみたように (20)、(23)、(25) の各式で示された条件を満たせば、フォン・ノイマン均衡に至る可能性がある。そして、フォン・ノイマン均衡、つまり、最大成長率とその産出構成のもとでは、その条件式 (13) ~ (16) のすべてが等号で成立する。

ところでフォン・ノイマンモデルにおいて産出構成は、スケールが決まらず、相対比だけを問題とする。そこで鷺田 (2005) と同様に、メインの動脈産業である I 産業の活動水準を 1 (つまり、 $x_I = 1$) に基準化して比較静学分析を行う。なお、 x_R 及び x_W 、 x_F についても、これまでと区別するために y_R 及び y_W 、 y_F とする。これにより、(13) ~ (16) の各式は以下ようになる。

$$\left(\frac{1}{\beta} - b_R\right)y_R - b_W y_W - f_I y_F = \frac{1}{\beta} - b_I$$

$$y_W = \beta r_I$$

$$y_F = \beta r_I$$

$$(\beta M_R - s_L L_R) y_R - s_L L_W y_W = s_L L_I$$

これらの式を、 y_R 、 y_W 、 y_F 、 β 、 r_I 、 f_I 、 M_R 、 s_L に関して全微分をすれば、次のようになる。

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{\beta} - b_R & -b_W & -f_I & -\frac{1}{\beta^2}(y_R + 1) \\ 0 & 1 & 0 & -r_I \\ 0 & 0 & 1 & -r_I \\ \beta M_R - s_L L_R & -s_L L_W & 0 & M_R y_R \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dy_R \\ dy_W \\ dy_F \\ d\beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \beta dr_I \\ \beta dr_I \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_R df_I \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -\beta y_R dM_R \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ (L_R y_R + L_W y_W + L_I) ds_L \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_W db_W \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \dots (26)$$

左辺の内生変数微分 dy_R 、 dy_W 、 dy_F 、 $d\beta$ に関する係数行列の行列式の符号は、(20)、(23)、(25) の各式で示された条件を満たせば、次のように正で確定できる。

18 これらの条件は必要条件であり、それだけでは十分ではない。実際に住宅リフォーム産業が存立するためには、少なくとも上記条件に加え、既存住宅市場や金融システム等が必要となろう。日本の既存住宅市場等の問題点については前田 (2011b) 参照。

19 なお、価格体系においてフォン・ノイマン均衡に至るための条件は、物量系と同様に (20)、(23)、(25) である。

$$\Delta = \begin{vmatrix} \frac{1}{\beta} - b_R & -b_W & -f_I & -\frac{1}{\beta^2}(y_R + 1) \\ 0 & 1 & 0 & -r_I \\ 0 & 0 & 1 & -r_I \\ \beta M_R - s_L L_W & -s_L L_W & 0 & M_R y_R \end{vmatrix}$$

$$= \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) M_R y_R + r_I \left\{ b_W (\beta M_R - s_L L_R) - s_L L_W \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) \right\} + \frac{1}{\beta^2} (y_R + 1) (\beta M_R - s_L L_R) > 0$$

なお、(26) 式左辺第 1 項の行列の逆行列は以下ようになる。

$$\begin{pmatrix} -b_W M_R y_R - \frac{1}{\beta^2} (y_R + 1) s_L L_W & \frac{1}{\beta^2} (y_R + 1) s_L L_W + b_W M_R y_R + f_I r_I s_L L_W & -f_I r_I s_L L_W + f_I M_R y_R & b_W r_I + f_I r_I + \frac{1}{\beta^2} (y_R + 1) \\ -r_I (\beta M_R - s_L L_R) & \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) M_R y_R + f_I r_I (\beta M_R - s_L L_R) + \frac{1}{\beta^2} (y_R + 1) (\beta M_R - s_L L_R) & f_I r_I (\beta M_R - s_L L_R) & r_I \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) \\ -r_I (\beta M_R - s_L L_R) & r_I s_L L_W \left(\frac{1}{\beta} - \beta_R\right) + r_I (\beta M_R - s_L L_R) & r_I (b_W (\beta M_R - s_L L_R) - s_L L_W \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right)) & -r_I^2 \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right) \\ -(\beta M_R - s_L L_R) & -(b_W (\beta M_R - s_L L_R) - s_L L_W \left(\frac{1}{\beta} - b_R\right)) & -f_I (\beta M_R - s_L L_R) & \frac{1}{\beta} - b_R \end{pmatrix}$$

* 但し、枠ありは正、編みかけは正負不明、その他は負。

以上より、外生パラメータの微分 dr_I 、 db_W 、 df_I 、 dM_R 、 ds_L の変化に対する内生変数の微分 dy_R 、 dy_W 、 dy_F 、 $d\beta$ の影響についての関係は、表 2 のようになる。ここで + は外生パラメータの変化と同じ方向に内生変数が変化することを、- は逆方向を、± は変化方向が確定できないことを示している。

表 2 物量体系に関する比較静学分析のまとめ

		r_I	b_W	f_I	M_R	s_L
経済成長率	β	-	-	-	-	+
リフォーム住宅供給量	y_R	±	-	-	-	+
国内素材供給量	y_W	+	-	-	-	+
素材輸入量	y_F	+	-	-	+	-

表 2 より、I 産業における素材投入係数 r_I が減少するということは、I 産業の経営効率の改善につながることから経済成長にプラスに働く。リフォーム産業への影響は不明である。国内素材産業の規模及び素材輸入量は減少させる。この結果は国内素材産業の生産性 b_W 及び素材輸入の実質コスト f_I の変化における内生変数への影響と整合的である。

R 産業において 1 単位の生産に必要なリフォーム前の住宅 M_R の増加は、リフォーム住宅が社会的必要財になっている限り、社会的な生産効率の悪化を意味し、経済成長にマイナスに働く。また、R 産業においても生産効率を低下させる。結果として、素材の供給を国内から輸入にシフトさせることになる。他方、労働 1 単位の結果生じるリフォーム前の売却（可能な）住宅 s_L の増加は、資源の有効利用に資することから、社会的な生産効率を高め、経済成長にプラスに働く。結果として、素材の供給を海外から国内にシフトさせることになる。

4.2 価格体系の比較静学分析

物量体系同様に価格体系についても比較静学分析を行う。ここでもフォン・ノイマン均衡、つまり、最小利潤率とその価格構成のもとでは、その条件(9)～(12)式すべてが等号で成立する。ここでも $P_G = 1$ に基準化した時の P_M 及び P_W 、 P_F をそれぞれ Q_M 及び Q_W 、 Q_F とする。この時、4つの等式を Q_M 、 Q_W 、 Q_F 、 α 、 r_I 、 f_I 、 M_R 、 $s_L L_I$ 、 $s_L L_R$ 、 $s_L L_W$ に関して全微分をすれば、次のようになる。

$$\begin{pmatrix} s_L L_I & -\alpha r_I & -\alpha r_I & -r_I(Q_W + Q_F) - b_I \\ \alpha M_R - s_L L_W & 0 & 0 & Q_M M_R + b_R \\ s_L L_W & 1 & 0 & -b_W \\ 0 & 0 & 1 & -f_I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dQ_M \\ dQ_W \\ dQ_F \\ d\beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha(Q_W + Q_F) dr_I \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \alpha df_I \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ -\alpha Q_W dM_R \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -Q_M ds_L L_I \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ Q_M ds_L L_R \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -Q_M ds_L L_I \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \alpha db_W \\ 0 \end{pmatrix} \dots (27)$$

左辺の内生変数微分 dQ_M 、 dQ_W 、 dQ_F 、 $d\alpha$ に関する係数行列の行列式の符号は、(20)、(23)、(25)の各式で示された条件を満たせば、次のように正で確定できる。

$$\Delta = \begin{vmatrix} s_L L_I & -\alpha r_I & -\alpha r_I & -r_I(Q_W + Q_F) - b_I \\ \alpha M_R - s_L L_R & 0 & 0 & Q_M M_R + b_R \\ s_L L_W & 1 & 0 & -b_W \\ 0 & 0 & 1 & -f_I \end{vmatrix}$$

$$= s_L L_I (Q_M M_R + b_R) + \alpha r_I b_W (\alpha M_R - s_L L_R) + \alpha r_I f_I (\alpha M_R - s_L L_R) + \alpha r_I s_L L_W (Q_M M_R + b_R) + (r_I (Q_W + Q_F) + b_I) (\alpha M_R - s_L L_R) > 0$$

なお、(27)式左辺第1項の行列の逆行列は以下のようになる。

$$\begin{pmatrix} - (Q_M M_R + b_R) & \boxed{\alpha r_I b_W + \alpha r_I f_I + r_I (Q_W + Q_F) + b_I} & -\alpha r_I b_W & \boxed{+\alpha r_I (Q_M M_R + b_R)} \\ -b_W s_L L_W - s_L L_W (Q_M M_R + b_R) & \boxed{(r_I (Q_W + Q_F) + b_I) s_L L_W + b_W s_L L_I - \alpha r_I f_I s_L L_W} & \boxed{(r_I (Q_W + Q_F) + b_I) (\alpha M_R - s_L L_R)} & -\alpha r_I s_L L_W (Q_M M_R + b_R) - \alpha r_I b_W (\alpha M_R - s_L L_R) \\ -f_I (\alpha M_R - s_L L_R) & \boxed{\alpha r_I f_I s_L L_W + f_I s_L L_I} & \boxed{\alpha r_I f_I (\alpha M_R - s_L L_R)} & \boxed{\alpha r_I s_L L_W (Q_M M_R + b_R) + (r_I (Q_W + Q_F) + b_I) (\alpha M_R - s_L L_R)} \\ -(\alpha M_R - s_L L_R) & \boxed{s_L L_I + \alpha r_I s_L L_W} & -\alpha r_I (\alpha M_R - s_L L_R) & -\alpha r_I (\alpha M_R - s_L L_R) \end{pmatrix}$$

* 但し、枠ありは正、編みかけは正負不明、その他は負。

以上より、外生パラメータの微分 dr_I 、 df_I 、 dM_R 、 $ds_L L_I$ 、 $ds_L L_R$ 、 $ds_L L_W$ 、 db_W の変化に対する内生変数の微分 dQ_M 、 dQ_W 、 dQ_F 、 $d\alpha$ の影響についての関係は、表3のようになる。ここで+は外生パラメータの変化と同じ方向に内生変数が変化することを、-は逆方向を、±は変化方向が確定できないことを示している。

表3より、I産業における素材投入係数 r_I が減少すれば、I産業の収益性を向上させることから社会的に利潤率を高める。したがって、リフォーム住宅及び国内素材、輸入素材のいずれの価格も

表3 価格体系に関する比較静学分析のまとめ

		r_I	b_W	f_I	M_R	$s_L L_I$	$s_L L_R$	$s_L L_W$
利潤率	α	-	-	-	-	+	+	+
リフォーム住宅価格	Q_M	-	-	+	-	+	+	+
国内素材価格	Q_W	-	+	-	±	-	±	-
輸入素材価格	Q_F	-	+	+	-	+	+	-

上昇させる。国内素材産業の生産性向上は社会的な利潤率を高め、リフォーム住宅価格を高める効果があるが、素材価格を低下させる。素材輸入の実質価格の低下も社会的な利潤率を高めるものの、リフォーム住宅価格を引き下げる。他方、 R 産業において1単位の生産に必要なリフォーム前の住宅 M_R の増加は、物量系同様に社会的な生産効率の悪化を意味し、社会的な利潤率及びリフォーム住宅価格、輸入素材の価格を引き下げる（国内素材の価格に対する影響は不明）。

労働1単位の結果生じるリフォーム前の売却（可能な）住宅 s_L の増加は、社会的な利潤率及びリフォーム住宅価格、輸入素材の価格を引き上げ、国内素材価格を引き下げる。

5. おわりに

本論文では、住宅リフォーム産業を含むフォン・ノイマンモデルを使って、住宅リフォーム産業の市場経済における意義、及び存立条件、並びに国内林産業がどのような条件の下で機能するのかについて考察を行った。

その結果、そもそも日本には住宅リフォームの潜在的な需要が相当程度存在しているにもかかわらず、住宅リフォーム産業が市場経済の中でうまく機能していないため、住宅リフォーム産業が存在しない／または存在したとしても非常に小さいものとして社会全体が均衡していると考えられる。このような社会において住宅リフォーム産業が市場経済において機能すれば、機能しない時よりも、当該経済全体の成長率が高まり、社会的な利潤率も向上することが明らかになった。とはいえ、市場経済において住宅リフォーム産業が存立するためには住宅リフォーム産業及び海外からの素材輸入を含まない経済における剰余条件 (20)、および、住宅リフォーム産業及び国内素材産業を含まない経済における剰余条件 (27) とともに、(23) の条件より、リフォーム住宅生産量を一定程度維持するためには、国内林産業等の国内素材産業の生産性がある程度高い、または／および、住宅リフォーム産業の生産性がある程度高いことが必要となる。

なお (17) より、ここで国内林産業等の国内素材産業は輸入財との競合関係にあることから、経済成長及び社会的な利潤率の向上とは切り離しても、生産性を高める必要があることが明確になった。

（まえだ たくお・本学非常勤講師）

参考文献

- 上條典夫 (2011) 「資料9」『中古・リフォームの潜在需要について』株式会社 電通、[http://www.mlit.go.jp/common/000145922.pdf#search= ‘中古・リフォームの潜在需要について’](http://www.mlit.go.jp/common/000145922.pdf#search=‘中古・リフォームの潜在需要について’)
- 内閣府 (2010a) 『経済財政白書 平成22年版』
- 内閣府 (2010b) 「平成22年度 第7回高齢者の生活と意識に関する国際比較調査 結果 (全体版)」『高齢社会対策に関する調査』
- 原野啓・中川雅之・清水千弘・唐渡広志 (2009) 「情報の非対称性下における住宅価格とリフォーム」『CSIS Discussion Paper.No.94』
- 前田拓生 (2011a) 「社会的共通資本としての人工林と社会的企業の必要性」高崎経済大学経済学会編『高崎経済大学論集』第53巻第4号
- 前田拓生 (2011b) 「日本の既存住宅市場における問題点とその活性化に資する制度・インフラについての考察」高崎経済大学経済学会編『高崎経済大学論集』第54巻第2号
- 森嶋通夫 (2005) 「経済成長の理論」『森嶋通夫著作集3』(訳者：安富歩・武藤功・西部忠・遠藤正寛)、岩波書店
- 森嶋通夫・篠原三代平・内田忠夫 (編) (1960) 『新しい経済分析』、創文社
- 山崎古都子 (2007) 「住宅ストックのフロー化の可能性」『滋賀大学環境総合研究センター研究年報Vol.4』No.1 2007
- 鷺田豊明 (2005) 「循環型市場経済の成長と静脈産業自立条件」『上智大学大学院地球環境学研究科ディスカッションペーパー No.0501』
- A.C.チャン (1980) 『現代経済学の数学基礎 (下)』(訳者：大住栄治・中田正雄・高森寛・堀江毅)、マグロウヒル好学社