

第4章

生産技術構造変化の長期分析と RAS 法の評価

石川 良文

要約：

本研究では、日本の長期接続産業連関表を用いて、生産技術構造の経年変化と RAS 法の評価を行った。本研究はアジア諸国を対象として分析した先行研究 Ishikawa (2005) を補完するものであるが、①日本のように大きな経済発展を遂げた国では技術変化が小さく、その変化も経年的にはより小さくなる方向にあること、②RAS 法による推計誤差も経済の発展を遂げた国では極めて小さく、近年より小さくなること改めて示された。

キーワード：

経済発展、技術変化、RAS 法

1. はじめに

産業連関分析や応用一般均衡分析の普及と共に、国際間・地域間の政策分析を目的とした複数の産業連関表の早期推計及び当該目標評価年次への調整が多くなっている。このようなニーズに対して産業連関表を推計する際には、産業の生産技術構造を知ることは本質的な課題であり、それは一義的には投入係数の形で与えられる。

投入係数は、一般に産業連関分析の枠組みにおいては安定的であると見なされるが、理論的には各産業部門において最適な技術選択の結果によるもの

と解され、時間経過の過程で新技術の導入あるいは価格体系等の変化に伴って、中間投入財及び生産要素の間で代替が進み、投入係数は何らかの変化がもたらされる。さらに、1 産業部門での投入係数ベクトルの変化のみでも、いわゆる“trigger effect”によって他の産業部門の投入係数も変化することになり、結局時間経過と共に投入係数は変化すると考えられる。また、経験的には、古くは Leontief (1951), Arrow and Hoffenberg (1959), Theil (1966) らによって安定性テストが行われ、比較した 2 時点間において、投入係数のかなりの相違が確かめられている。これらから、産業連関表を推計・調整する際には、投入係数を不変とせず何らかの方法により目標年次の生産技術構造を予見する必要がある。

ところで、国や地域の生産技術構造は、長期的な経済発展の動きの中でどのような経路をたどるのであろうか。利用可能なアクティビティーと財・サービスの相対価格が変わり、さらにプロダクトミックスの影響により国や地域の生産技術構造もそれに伴って大きく変化すると考えられるが、さまざまな経済発展の段階において生産技術構造の変化の度合いも大きく変わっていくことが予想される。この点については、著者の既往研究(石川(2003))において、まずアジア諸国の投入構造を事後的に比較分析し、その差異がどの程度であるか、またその要因について考察を行っている。また、石川(2004)では東アジア諸国を対象に生産技術構造の時系列変化の分析を行い、産業別の経済発展と生産技術構造の関連性について考察している。さらに、Ishikawa(2005)では、RAS 法における代替変化と加工度変化を用いてアジア諸国の生産技術構造がどのように変化してきたか分析し、その上で投入係数推計手法としての RAS 法の評価を行っている。

これらの一連の研究によって、経済の発展段階に応じて各国の生産技術構造が異なり、ASEAN 4 など経済の発展段階にある国々ではこの 20 年間で著しい技術代替の変化が見られること、日本、台湾、韓国など大きな経済発展を遂げた国では技術変化が小さいことが考察された。さらに、RAS 法による投入係数の推計は、経済発展を遂げている NIES、日本などでは近年誤差が小

さくなる傾向にあるが、ASEAN 諸国など発展段階にある国々では RAS 法を適用して投入係数を推計すると、その推計値は実績値と比べて誤差が大きいことが指摘された。

本研究の目的は、これまで得られた経済発展と生産技術構造変化の関連性に関する知見と、これまで一般に多用されてきた RAS 法の評価をさらに詳細に検証することにある。著者によるこれまでの一連の研究では、アジア諸国を対象に経済発展と生産技術構造変化の関係に着目しており、その基礎データにアジア国際産業連関表を用いている。アジア国際産業連関表は、現時点において 1975 年、1985 年、1990 年、1995 年の 4 時点のデータが使用可能であるが、5 年間隔のデータは 1985 年から 1995 年の 10 年間に限られており、日本のバブル経済崩壊後のデータについては 1995 年の 1 時点のみが使用可能であった。また、時系列分析にあたっては、本来各時点の産業連関表に価格調整を行い固定価格での分析を行うべきであるが、これまで対象としてきた 10 カ国全ての価格調整を行うことは実質的に困難であったため、国際産業連関表のデータをそのまま用い名目価格表示で分析を行っている。

そこで本研究では、日本の長期接続産業連関表（1980 年から 2000 年）を用いて、これまで分析されてきた長期的経済発展と生産技術構造変化の関連性についてさらに考察を加える。また、1980 年から 5 年間間隔で RAS 法による投入係数の推計を行い、実績値と比較することでその精度の経年変化を分析する。

2. アジア諸国の生産技術構造変化と RAS 適用の評価

Ishikawa（2005）では、本研究に先立って東アジア諸国を対象として、各国における生産技術構造変化の経年的分析を加工度変化、代替変化の面から行っている。また、アジア諸国で RAS 法を適用した場合の経年的推計精度についても論じている。まず、その結果の概要を以下に示す。

- ① インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイなど発展段階の ASEAN

諸国において代替変化が大きく、台湾、韓国などの NIES 諸国と日本など発展を遂げた国々では代替変化が小さいという傾向がある。

- ② 加工度変化は、代替変化と比較してほとんどの国で小さく、特に日本をはじめ台湾、韓国など発展を遂げた国々では加工度変化は近年ごくわずかになっている。
- ③ 代替変化と加工度変化の方向は、ASEAN 諸国の多くの産業で一定方向ではなく、不安定な動きが見られる。一方でシンガポール、タイ、韓国、日本など NIES 諸国等発展を遂げた国々では多くの産業で変化の方向が一定である。
- ④ RAS 法による投入係数の推計は、経済発展を遂げている NIES、日本などでは近年誤差が小さくなる傾向にあるが、ASEAN 諸国など発展段階にある国々では RAS 法の適用において誤差が大きい。

以上に列挙したように、総じて言えば国の生産技術構造は経済の発展段階にある時期には大きな変化があり、その変化の方向も不安定であるが、発展を遂げた段階にはその変化は小さくなり、その方向も安定していく。そして生産技術構造の変化が小さくなると共に、投入係数の推計においても RAS 法による推計誤差は小さくなる傾向にあると言える。

3. 生産技術構造変化の分析方法

生産技術構造の変化と経済成長の関係を分析する方法としては、労働生産性、資本生産性のような個別の生産要素の部分生産性と共に、全要素生産性 (TFP) などを用いて議論する場合がある。しかし、本研究では産業連関表の延長推計を念頭に、主に産業連関表における投入係数の面から生産技術構造の変化を考察することを目的としているため、これまでの一連の研究と同様に、投入係数をベースにした生産技術構造変化の分析方法を検討する。

投入係数に基づく生産技術構造変化の分析は、これまでもその安定性の検

証も含めて様々な観点で行われている。それらの研究に見られるように、投入係数から直接的にその変化方向を検討する方法、逆行列係数を基に波及的な連関構造も踏まえた分析方法などがあり、経済成長との関連からは、例えば藤川（1999）に見られるように、2 時点間の生産額の変動要因を、産業連関モデルによる生産額算出式を変形し、最終需要の変化、逆行列の変化などから検討する方法がある。

本研究では、投入係数の予測において伝統的に用いられている RAS 法の概念を用い、投入係数を生産の代替変化と加工度変化に分解し、その大きさと変化の方向を経済成長との関連から考察する。

これまでの研究では、東アジア諸国の生産技術構造変化を長期的に分析するために、アジア経済研究所から公表されているアジア国際産業連関表を用いてきた。アジア国際産業連関表は、現時点において 1975 年、1985 年、1990 年、1995 年の 4 時点の産業連関表が公表されており、20 年間にわたる各同一時点の長期的な投入構造の時系列分析が可能である。対象とする国は、ASEAN 4（インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ）、NIES（シンガポール、韓国、台湾）、中国、日本、米国であるが、先に示したとおり、時系列分析結果をさらに精査するためには、5 年間隔の長期に実質化された固定価格ベースの接続産業連関表を用いる必要がある。そのため本研究では、経済産業研究所が公表している長期接続産業連関表を用いて、1980 年から 2000 年にかけての 5 カ年間隔の長期分析を行う。

産業連関表の投入係数を予測する際に一般的に用いられる RAS 法は、投入係数の変化を代替変化と加工度変化の二つの方向に分解して修正する方法であり、Stone（1961）によって開発された。

代替変化係数 R_i は、原材料間の代替変化を表し、産業 i の産出物が全ての産業で R_i 倍されることを意味する。 R_i が 1 より大きい場合は、その産業の財貨・サービスは各産業において中間財としての需要代替が進んでおり、市場での発展が期待されるとみなすことができ、1 より小さい場合は、その産業の財・サービスは各産業に中間財としての需要が減少し、他の財に代替さ

れ縮小傾向にあることを示す。加工度変化係数 S_i は、資本集約度によって付加価値率が増加する度合いを表し、 S_i が 1 より大きい場合は、付加価値が増加する傾向にあり、1 より小さい場合は省力化や技術革新によって原材料コストが減少し、高付加価値化の方向にあることを示す。

本研究では、まず 1980 年から 2000 年にかけての 5 年間隔の代替変化及び加工度変化を算出し、各期間における投入係数変化の特徴を考察する。また、RAS 法は本来単一期間における 2 時点のみのデータを用いて投入係数を予測するものであることを鑑み、代替変化と加工度変化の方向が、長期にわたって一貫しているか否かを分析し、投入係数の予測における RAS 法の有用性を議論する。さらに、RAS 法を 4 期間の日本の投入係数予測に適用し、予測期間における推計精度の違いを考察する。

なお、経済産業研究所の長期接続産業連関表は、95 年価格の実質表を用い、行 511 部門、列 398 部門である。本分析ではこの接続表を総務省による 2000 年産業連関表の 32 部門分類に統合した。

4. 代替変化と加工度変化

図 1 は、代替変化（左側 R）と加工度変化（右側 S）の経年変化を見たものである。まず代替変化については、0.95 から 1.05 までの範囲に収まっている産業が 80 年から 85 年で 6 産業だったものが 95 年から 2000 年では 13 産業まで年々増加しており、代替変化は減少傾向にある。これを客観的な他の指標として尖度と標準偏差で見たものが表 1 であるが、尖度は 95 年から 2000 年を除いて経年的に大きくなっており代替変化は小さくなっていると言える。標準偏差では 80 年から 85 年を除いて小さくなる傾向にあり、ここでも代替変化の縮小傾向が確かめられた。

加工度変化も、代替変化と同様に経年的に小さくなる傾向が客観的指標から検証された。加工度変化が 0.95 から 1.05 までの範囲に収まっている産業の数は、80 年から 85 年を除いて増加傾向にあり、尖度は 95 年から 2000 年

を除いて大きくなる傾向にある。また、標準偏差は 80 年から 85 年の間を除いて縮小傾向にある。

このように、代替変化、加工度変化共に、どの指標も少なくとも 3 期間以上は小さくなる傾向にあると言えよう。

次に代替変化と加工度変化の変化の方向性について考察する。代替変化は、4 期間とも変化の方向が一定で安定している産業部門数は、農林水産業、パルプ・紙・木製品、化学製品、鉄鋼、電気機械、通信・放送、教育・研究、分類不明の 8 部門であった。そのうち農林水産業、パルプ・紙・木製品は常に代替変化係数が 1 以下であり、その産業の財・サービスは各産業に中間財としての需要が減少し、他に代替され縮小傾向にある。

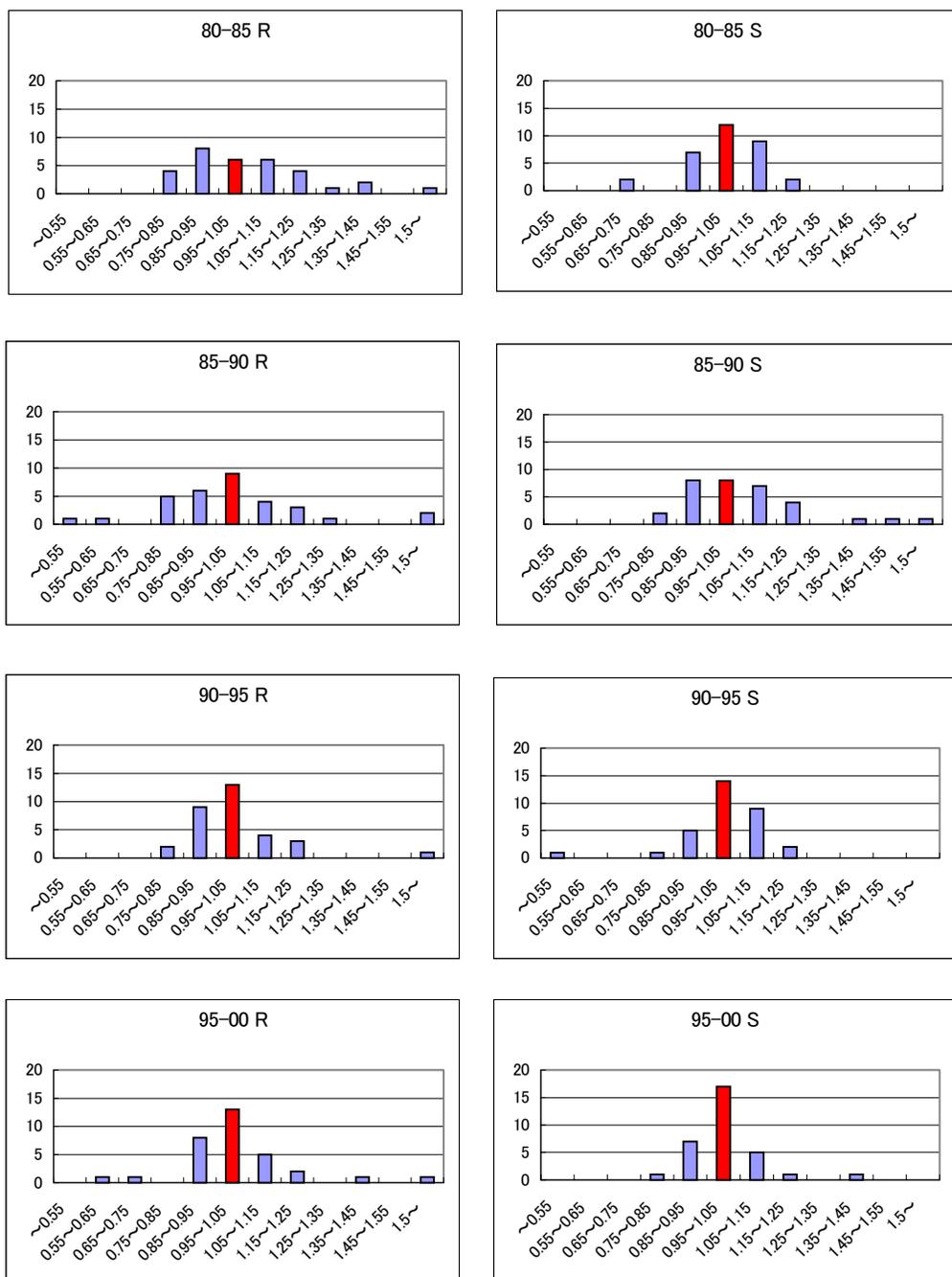
表 1 代替変化

	80年－85年	85年－90年	90年－95年	95年－00年
Ri が 0.95～1.05 以内の 産業数	6	9	13	13
尖度	0.94	12.64	28.87	3.83
標準偏差	0.188	0.505	0.462	0.177

表 2 加工度変化

	80年－85年	85年－90年	90年－95年	95年－00年
Si が 0.95～1.05 以内の 産業数	12	8	14	17
尖度	1.92	2.63	6.79	4.49
標準偏差	0.127	0.185	0.124	0.103

図1 代替変化係数と加工度変化係数の経年変化



注) 縦軸は部門数、横軸は代替変化係数あるいは加工度変化係数

表 3 産業別代替変化係数の経年推移

		80-85	85-90	90-95	95-00	direction
A001	農林水産業	0.884	0.781	0.880	0.957	○
A002	鉱業	0.773	1.155	0.889	1.080	
A003	食料品	1.039	0.846	0.965	0.984	
A004	繊維製品	0.907	0.927	1.005	0.919	
A005	パルプ・紙・木製品	0.904	0.903	0.985	0.973	○
A006	化学製品	1.080	1.028	1.021	1.058	○
A007	石油・石炭製品	0.919	0.871	1.044	0.960	
A008	窯業・土石製品	0.841	0.948	0.965	1.031	
A009	鉄鋼	0.809	0.952	0.996	0.940	○
A010	非鉄金属	0.934	1.018	1.044	1.037	
A011	金属製品	0.993	1.061	0.995	0.890	
A012	一般機械	0.881	1.045	0.875	0.989	
A013	電気機械	1.290	1.290	1.152	1.039	○
A014	輸送機械	1.157	1.118	1.092	0.951	
A015	精密機械	0.981	0.960	0.831	1.051	
A016	その他の製造工業製品	1.069	1.045	0.908	0.968	
A017	建設	1.034	0.764	1.059	1.085	
A018	電力・ガス・熱供給業	0.894	0.963	1.006	1.064	
A019	水道・廃棄物処理	1.094	0.882	0.905	1.003	
A020	商業	0.850	1.015	1.244	0.996	
A021	金融・保険	1.037	1.241	1.061	0.942	
A022	不動産	1.079	0.780	0.798	0.850	
A023	運輸	1.069	0.913	1.013	0.893	
A024	通信・放送	1.027	1.065	1.174	1.573	○
A025	公務	1.579	0.598	3.544	1.434	
A026	教育・研究	1.359	1.161	1.085	1.039	○
A027	医療・保健・社会保障・介護	1.218	3.273	1.022	0.587	
A028	その他の公共サービス	1.093	0.288	0.980	0.922	
A029	対事業所サービス	1.165	1.117	0.946	1.213	
A030	対個人サービス	1.413	2.306	0.925	1.215	
A031	事務用品	1.208	0.965	0.928	0.910	
A032	分類不明	0.783	0.790	0.861	0.711	○

注) ○は代替変化係数が4期間とも1以上、または1以下(方向が一定)

加工度変化は、4 期間とも変化の方向が一定で安定している産業部門数は 11 部門であり、一貫して加工度変化係数が 1 以下の産業は、化学製品、電気機械、商業である。これらの産業は、省力化や技術革新によって原材料コストが縮小し高付加価値化の方向にあると解される。

表 4 産業別加工度変化係数の経年推移

		80-85	85-90	90-95	95-00	direction
A001	農林水産業	0.996	1.143	1.023	0.948	
A002	鉱業	1.051	0.862	1.066	0.869	
A003	食料品	1.199	1.151	1.027	1.032	○
A004	繊維製品	1.106	1.017	0.989	0.943	
A005	パルプ・紙・木製品	1.038	1.079	1.046	1.015	○
A006	化学製品	0.882	0.909	0.926	0.942	○
A007	石油・石炭製品	0.995	0.803	1.051	0.973	
A008	窯業・土石製品	1.081	0.974	1.017	0.966	
A009	鉄鋼	1.235	0.986	0.940	1.022	
A010	非鉄金属	1.047	0.978	0.958	0.880	
A011	金属製品	1.092	1.081	1.062	1.080	○
A012	一般機械	0.953	0.977	1.089	1.024	
A013	電気機械	0.879	0.808	0.883	0.969	○
A014	輸送機械	0.972	0.927	0.948	1.044	
A015	精密機械	0.870	0.947	1.109	0.978	
A016	その他の製造工業製品	1.004	1.055	1.092	1.038	○
A017	建設	1.029	0.975	1.034	0.993	
A018	電力・ガス・熱供給業	1.091	0.923	1.212	0.837	
A019	水道・廃棄物処理	1.104	1.224	1.247	1.176	○
A020	商業	0.929	0.931	0.953	0.985	○
A021	金融・保険	1.093	0.877	0.947	0.959	
A022	不動産	1.039	1.628	0.818	1.109	
A023	運輸	0.942	1.053	1.036	1.022	
A024	通信・放送	0.868	0.859	1.128	0.929	
A025	公務	1.042	1.079	1.085	1.120	○
A026	教育・研究	1.135	1.145	1.017	1.064	○
A027	医療・保健・社会保障・介護	1.057	1.191	1.030	1.150	○
A028	その他の公共サービス	0.651	1.516	1.008	1.024	
A029	対事業所サービス	0.920	0.974	1.004	0.893	
A030	対個人サービス	0.986	1.164	1.149	1.015	
A031	事務用品	1.039	1.042	0.986	1.038	
A032	分類不明	0.657	1.353	0.529	1.387	

注) ○は加工度変化係数が4期間とも1以上、または1以下(方向が一定)

5. RAS 法の評価

最後に、RAS 法による投入係数の予測精度を検討するため、1985 年から2000 年までの4 時点の投入係数を、各5 年前の投入係数をベースとして推計した。この推計値と実際の産業連関表における当該年の実績値を比較するこ

とにより、RAS法の精度を検証した。検証に用いた指標は、標準誤差率、平均絶対誤差、タイルのU、平均平方誤差、相関係数の5つである。まず標準誤差率は、1980年表で1985年の投入係数を予測した場合19.5%であったが、経年的に誤差率は小さくなり1995年表で2000年表を推計した場合には、8.7%までになっている。他の指標においても経年的に誤差は小さくなる方向にあると言え、Ishikawa（2004）で指摘されたように、経済の発展を遂げた日本のような国の場合、RAS法による投入係数の推計は比較的小さな誤差に収まり、その誤差も年々小さくなる傾向にあると言えよう。

表5 RAS法の適用による投入係数の推計誤差

	80-85	85-90	90-95	95-00
STPE	19.51%	17.1%	10.9%	8.7%
MAD	0.0030	0.0027	0.0017	0.0014
Theils' U	0.1791	0.1776	0.1017	0.0850
RMSE	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
correlation	0.9822	0.9835	0.9943	0.9958

6. まとめ

本研究では、実質化された日本の長期接続産業連関表を用いて、生産技術構造の経年変化とRAS法の評価を行った。Ishikawa（2005）によるアジア諸国を対象とした同様の研究では、大きな経済発展を遂げた国では技術変化が小さく、その変化も経年的により小さくなる方向にあること、RAS法による推計誤差も経済の発展段階を遂げた国では小さく、年々より小さくなること示されたが、本研究でもこれらの知見はより詳細に検証された。

また、本研究では、5年ごとの代替変化と加工度変化の大きさと方向についても論じたが、32部門で行った分析結果では、およそ3分の1の部門では変化の方向性が一定ではなく、不安定であることが示された。これは、一般に2時点のみの情報で代替変化係数と加工度変化係数を算出し、その係数を

使って予測年次の投入係数を推計する RAS 法の問題点を明らかにするものである。

参考文献

- 1) W.W.Leontief (1951), “The Structure of American Economy,1919-1939”.
- 2) K.J.Arrow and M.Hoffenberg (1959), “A Time Series Analysis of Interindustry Demands”
- 3) H.Theil (1966), “Applied Economic Forecasting”
- 4) 石川良文 (2003) 『アジア諸国における生産技術構造の比較分析, 国際産業連関—アジア諸国の産業連関構造—(Ⅱ)』, 日本貿易振興会アジア経済研究所, 122-131.
- 5) 石川良文 (2004) 『東アジア諸国における産業別経済発展と生産技術構造の変化, 国際産業連関—アジア諸国の産業連関構造—(Ⅲ)』, 日本貿易振興会アジア経済研究所, 133-146.
- 6) Yoshifumi Ishikawa (2005) 『An Evaluation of the RAS Method for compiling Asian International Input-Output Tables, 国際産業連関—アジア諸国の産業連関構造—(Ⅳ)』, 日本貿易振興機構アジア経済研究所, 57-68.
- 7) 藤川清史 (1999) 『グローバル経済の産業連関分析』, 創文社.
- 8) Michael L.Lahr (2001) “A Strategy for Producing Hybrid Regional Input-Output Tables”, *Frontiers and Extensions*, Palgrave, 211-242.
- 9) 長谷部勇一 (2002) 「東アジアにおける貿易と経済成長—1985-90-95年アジア国際産業連関表による相互依存関係の分析—」, 『横浜国際社会科学研
究』, 第7巻第3号, 125-145.
- 10) 大野健一・桜井宏二郎 (1997) 『東アジアの開発経済学』, 有斐閣アルマ.