

MSIASM を利用した時間・土地の生産性に関する日豪比較

名古屋大学大学院 非会員 ○侯曉馨、正会員 谷川寛樹、東修、井村秀文

CSIRO Australia 非会員 Heinz Schandl

1. はじめに

オーストラリアと日本は 1976 年に締結された日豪友好協力基本条約のもと、強い協力関係にある。特に貿易を通じて密接に連携しており、オーストラリアから日本へ、石炭、鉄鉱石、羊毛、砂糖といった原料資源および食料を供給している。図 1 に示す通り、オーストラリアと日本の一人当たり GDP の推移は同様に推移しており、1999 年にはオーストラリアが日本を上回っている。2009 年における国連の HDI (Human Development Index、人間開発指数) では、182 の国・地域のうち、オーストラリアが 2 位、日本は 10 位であった (1 位はノルウェー)。HDI は、出生時平均余命、識字率、就学率、一人あたり購買力平価 GDP 等から算出されているが、両国のランキングの差は、資源国と工業国との違いによるものであろうか。

Giampietro and Mayumi (2000)^{1),2),3)} は、人間の活動時間の分析を通じて社会システムを統合的に評価する指標体系 (MSIASM: multi-scale integrated analysis of social metabolism) を提案し、人間の活動時間と生産性、エネルギー消費を定量的に評価している。そこで、本研究では、MSIASM のフレームを拡張し土地の制約を加えた上で、オーストラリアと日本の関係を時間生産性や、土地の生産性、エネルギー生産性などの推移を通して検証を行うことを目的とする。

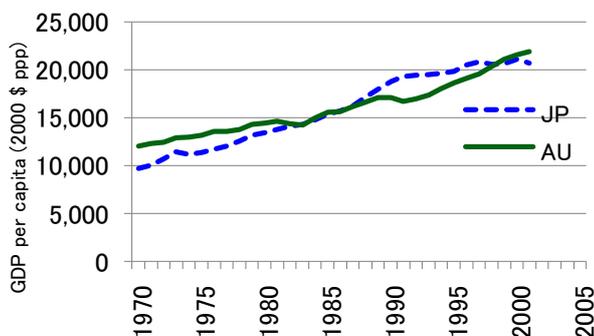


図 1 日豪の一人当たり GDP の推移

2. MSIASM と土地の利用効率

(1) MSIASM の概要: MSIASM とは社会メタボリズム型多階層総合分析モデルという、エコロジーと環境問題の関連の異なるレベルにある階層間の相互依存関係を詳細に研究する過程で導入され、エネルギーの分配だけではなく、人間に与えられた時間の配分も考慮に入れている。本来の MSIASM の応用は、人間の活動時間とエネルギー消費という二つの要素から社会経済の構造に着目し、国全体レベル(whole national level)と作業部門レベル(paid work sectors level)を分けている。ここでは、作業部門の農業、鉱業部門・エネルギー転換部門、サービス業・公務という三つの要素を取りあげ、土地の制約を加えた上で、時間生産性や、土地の生産性、エネルギー生産性などを評価する。変数としては、Giampietro and Mayumi (2000)^{1),2),3)}により定義された以下のものを用いる。

TET: total exosomatic energy consumption throughput, 一年あたり総エネルギー消費量

THA: total human time available for whole economy, 人口×24時間×365日

ET_{pw}: exosomatic energy consumption throughput for the paid work sectors, 一年あたり全産業のエネルギー消費量

ET_{ag}: exosomatic energy consumption throughput for agriculture sector, 一年あたり農業部門のエネルギー消費量

ET_{min}: exosomatic energy consumption throughput for energy&mining sector, 一年あたり鉱業部門・エネルギー転換部門のエネルギー消費量

ET_{sg}: exosomatic energy consumption throughput for service&government sector, 一年あたりサービス業・公務部門のエネルギー消費量

HA_{pw}: human time available in paid work sectors, 一年当たりの労働時間の総和

HA_{ag}: human time available in agriculture sector, 一年当たりの農業の総労働時間

HA_{min}: human time available in energy&mining sector, 一年当たりの鉱業部門・エネルギー転換部門の総労働時間

HA_{sg}: human time available in service&government sector, 一年当たりのサービス業・公務部門の総労働時間

EMR_{pw}: ET_{pw}/HA_{pw}, paid work の単位時間のエネルギー消費量

EMR_{ag}: ET_{ag}/HA_{ag}, agriculture の単位時間のエネルギー消費量

EMR_{min}: ET_{min}/HA_{min}, mining&energy の単位時間のエネルギー消費量

EMR_{sg}: ET_{sg}/HA_{sg}, service&government の単位時間のエネルギー消費量

(2) 土地利用効率に関する指標としては LP(単位面積の生産強度)、ET/AL (単位面積エネルギー消費強度) 及び HA/AL (単位面積の労働強度) を用いる。

LP: Economic Land Productivity, GDP/Available land

ET/AL: Energy intensity of Available Land, ET/Available Land

HA/AL: Labor intensity of Land, HA/Available Land

	Japan			Australia		
	1980	2000	Percent change	1980	2000	Percent change
EMRpw	72.8MJ/h	102.4MJ/h	41%	262.3MJ/h	274.0MJ/h	4%
ETag	145.2PJ/year	224.7PJ/year	55%	44.2PJ/year	67.3PJ/year	52%
ETmin	18.3PJ/year	16.5PJ/year	-10%	42.7PJ/year	89.3PJ/year	109%
ETsg	851.6PJ/year	2587.6PJ/year	204%	100.6PJ/year	211.1PJ/year	110%
HAag	12.3G hours	6.3G hours	-49%	0.8G hours	1G hours	15%
HAmIn	1G hours	0.9G hours	-13%	0.4G hours	0.3G hours	-22%
HAsg	65.1G hours	80.8G hours	24%	5.8G hours	10.8G hours	87%
EMRag	11.8MJ/h	35.7MJ/h	203%	52.2MJ/h	69.3MJ/h	33%
EMRmin	17.8MJ/h	18.4MJ/h	3%	107.9MJ/h	289.8MJ/h	169%
EMRsg	13.1MJ/h	32.0MJ/h	145%	17.5MJ/h	19.6MJ/h	12%
LPag	17412.5\$/ha	12733.6\$/ha	-27%	-	-	-
LPmin	-	-	-	-	-	-
LPsg	3691518.0\$/ha	5188298.3\$/ha	41%	-	-	-
ET/ALag	0.3MJ/ha	0.5MJ/ha	77%	-	-	-
ET/ALmin	-	-	-	-	-	-
ET/ALsg	22MJ/ha	47.0MJ/ha	114%	-	-	-
HA/ALag	2192h/ha	1284h/ha	-41%	-	-	-
HA/ALmin	-	-	-	-	-	-
HA/ALsg	168131h/ha	146878h/ha	-13%	-	-	-

表1 MSIASM指標と土地利用に関する指標の推移

3. 指標の変化

土地利用関係指標を加えた MSIASM の指標体系を用い、1980年から2000年までのオーストラリアと日本を対象とした評価結果を表1に示す。

表1に示すように、1980年から2000年の間、農業の面では、日本の EMR_{ag} は203%増加し、農業に使うエネルギー ET_{ag} は55%を増加したが、働く時間 HA_{ag} は49%低減した。土地利用指標 ET/AL_{ag} は77%を増加したが、 LP_{ag} 及び HA/AL_{ag} はそれぞれ27%と41%低減し、単位面積の生産性と労働強度が低いと認められた。その原因は、農業の機械化や農業人口の減少および農産物輸入量の増加などが考えられる。一方、オーストラリアの EMR_{ag} は33%増加し、農業に使うエネルギーおよび働く時間も増加している。また、鉱業部門・エネルギー転換部門の面では、日本の EMR_{min} は13%減少したが、オーストラリアが169%増加した。オーストラリアは日本より鉱物資源が豊富であることが確認できる。さらに、サービス業・公務の面では、日本の EMR_{sg} は145%、オーストラリアは12%を増加し、日本の HA/AL_{sg} は13%減少した。日本のサービス業はオーストラリアよりも著しく発展しており、単位面積の労働強度が低いことが分かった。

4. まとめと今後の課題

本研究は将来的に MSIASM の評価体系を利用し空間分析を行うための第一歩として、土地利用効率を加えたものである。その一例として、一人当たり GDP が同様の伸びを示してきたオーストラリアと日本を取り上げた。その結果、以下のような知見が得られた。

(1) 農業の労働時間当たりのエネルギー消費量 (EMR_{ag}) は日豪ともに伸びているが、絶対値はオーストラリアが高い。日本の単位面積あたり生産性と労働強度は減少している。

(2) 日本のサービス産業に関して、オーストラリアに比べ EMR_{sg} は著しく伸びており、単位面積の労働強度が減少している。都市中心部の立体化やサービス産業の労働賃金の上昇などが影響していると考えられる。今後の課題としては以下のとおりである。

(1) 両国の空間的な違いを考慮するため GIS を用い土地利用の変化とメッシュ GDP 等の関連性を面的に明らかにすることが必要である。

(2) MSIASM を使用し、日本、オーストラリアおよび中国の関係時間生産性や、土地生産性、エネルギー生産性などの推移を検証する。

謝辞

本研究の一部は、環境省地球環境研究総合推進費(Hc-086)および(S6-4)の支援により実施された。関係者各位に深謝いたします。

参考文献

- 1) Giampietro, M., Mayumi, K., 2000. Multiple-scale integrated assessment of societal metabolism: Introducing the approach. *Population and Environment* 22 (2), 109-153.
- 2) Giampietro, M., Mayumi, K., 2000. Multiple-scale integrated assessment of societal metabolism: Integrating biophysical and economic representations across scales. *Population and Environment* 22 (2), 155-210.
- 3) Ramos-Martin, J., Giampietro, M., Mayumi, K., 2006. On China's exosomatic energy metabolism: An application of multi-scale integrated analysis of societal metabolism (MSIASM). *Ecological Economics*,