

광산업의 기술적 효율성과 생산성 변화에 대한 실증분석

안선영¹, 소순후^{2*}

¹한국광산업진흥회 정책기획부, ²원광대학교 경영학부

An Empirical Analysis on Technical Efficiency and Productivity Changes of Photonics Industry

Sun-Yeong Ahn¹, Soon-Hu So^{2*}

¹Korea Association for Photonics Industry Development

²Division of Business Administration, Wonkwang University

요약 본 연구는 지역전략산업인 광산업을 중심으로 생산성 변화를 추정하고 이러한 변화를 기술변화 요인과 효율성변화 요인으로 분해함으로써 광산업의 생산효율성 향상 방안을 모색한다. 특히 기존의 연구들과 달리 투입최소화와 산출최대화를 동시에 고려하고 아울러 투입요소와 산출물의 잔여를 모두 반영할 수 있는 비방사적·비방향적 맘퀴스트 생산성지수를 분석에 활용한다. 실증분석 결과, 광산업의 생산성은 증가한 것으로 나타났으며, 이러한 생산성 증가는 주로 기술적 효율성 증가에 기인한 것으로 분석되었다. 또한 정부지원사업 수혜 여부와 지리적 입지에 따라 생산성 변화에 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 확인하였다. 이와 같은 결과는 정부의 지역전략산업 육성정책이 광산업의 생산효율성 향상에 기여하고 있음을 시사하는 것으로 향후 광산업의 경쟁력 제고에 도움이 되는 실질적인 참고자료로 활용될 것으로 기대된다.

Abstract This study estimated and decomposed the productivity changes into technological change and efficiency change components for the photonics industry and examined ways of improving the productive efficiency. Unlike most previous studies, this study employed a non-oriented Malmquist productivity index, which is a non-radial method and deals directly with the input surpluses and output shortfalls. The empirical results show that the productivity of the photonics industry has increased. The main reason for this is the increase in technical efficiency. In addition, there was a statistically significant difference in the productivity changes according to the firm's geographic location and participation in government support programs. These findings suggest that the government's regional strategic industry promotion policy has contributed to improvements in the productive efficiency of photonics industry. The approach presented in this study could be used as a practical reference guide to help enhance the competitiveness of the photonics industry.

Key Words : Technical Efficiency, Malmquist productivity index, Non-radial model, Photonics industry

1. 서론

광산업은 빛을 생성·제어하여 정보를 저장하거나 전달하는데 필요한 부품·소재·장비·시스템을 포괄하는 산업으로 기존 산업과의 융·복합을 통해 우리나라 산업에 새로운 활로를 가져다 줄 핵심 신성장동력으로 부상하고 있다. 이에 정부는 광산업을 지역전략산업으로 지

정하고 광주첨단과학산업단지를 중심으로 광산업 클러스터를 구축하여 집중 육성하고 있다. 그러나 현재 광산업은 미국이나 일본 등의 선진국과 중국 사이에서 경쟁우위 유지에 애로를 겪고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 국내 광산업의 경쟁력 확보를 위해서는 노동과 자본 등의 요소투입 증가에 의존하는 양적 성장에서 벗어나 요소투입 단위당 산출의 증가, 즉 생산성 향상에 기반한

이 논문은 2013학년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행됨.

*Corresponding Author : Soon-Hu So(Wonkwang Univ.)

Tel: +82-63-850-6238 email: soonhu@wku.ac.kr

Received April 8, 2014

Revised (1st May 14, 2014, 2nd May 19, 2014)

Accepted July 10, 2014

질적 성장으로의 정책전환이 필요한 상황이다.

생산성은 산업의 기술수준 및 효율성 정도를 파악하는 핵심적 지표이기에 국가 및 지역을 막론하고 산업육성정책의 가장 중요한 목표이다. 이러한 생산성의 측정 방법은 모수적 기법과 비모수적 기법으로 구분할 수 있는데, 특히 비모수적 맘퀴스트 생산성지수(Malmquist Productivity Index: MPI)는 특정한 함수형태를 필요로 하지 않으므로 함수 추정에 따른 오차를 피할 수 있고, 투입과 산출에 관한 정량적 자료만으로도 생산성의 변화를 실증적으로 계측할 수 있으며, 이러한 생산성의 변화 요인을 기술변화와 효율성변화로 분해할 수 있다는 장점을 지니고 있어 본 연구에서는 MPI를 분석에 활용한다.

지금까지 MPI에 의한 생산성 추정은 국가[1]나 산업[2] 또는 기업[3] 단위의 다양한 분야에서 이루어져 왔지만, 거의 대부분의 연구들이 투입의 최소화나 산출의 최대화 중 어느 한 측면에만 한정된 방사적 모형(radial model) 위주로 생산성을 측정하였다. 그러나 본 연구에서는 기존의 연구들과 달리 투입최소화와 산출최대화를 동시에 고려하고 아울러 투입요소와 산출물의 잔여(slacks)를 모두 반영할 수 있는 비방사적(non-radial)·비지향적(non-oriented) MPI를 이용해 광산업의 생산성 변화를 추정하고, 이러한 변화를 기술변화 요인과 효율성변화 요인으로 분해함으로써 광산업의 생산효율성 향상 방안을 모색한다. 또한 광주지역 기업과 타지역 기업, 그리고 정부지원 수혜기업과 비수혜기업의 생산성 변화를 비교·분석함으로써 지역산업 육성정책의 효과를 검증한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 MPI에 관한 이론적 검토를 수행하고, 광산업의 현황과 전망을 간략히 살펴본다. 3장에서는 실증 분석에 사용된 자료와 생산성 추정결과를 제시하고, 4장에서는 본 연구의 요약 및 결론을 정리한다.

2. 문헌고찰

2.1 Malmquist Productivity Index

MPI는 거리함수(distance function)에 기초하여 두 시점 간의 생산성 변화를 계측하는 방법으로 다음 식 (1)과 같이 정의할 수 있다[4].

$$MPI = [MPI^{t1} \times MPI^{t2}]^{1/2} \quad (1)$$

$$= \left[\frac{D^{t1}((x_o, y_o)^{t2})}{D^{t1}((x_o, y_o)^{t1})} \times \frac{D^{t2}((x_o, y_o)^{t2})}{D^{t2}((x_o, y_o)^{t1})} \right]^{1/2}$$

이는 두 MPI의 기하평균으로 t1(또는 t2)의 효율적 생산 프론티어(efficient production frontier)로부터 t1과 t2의 투입산출조합(x_o, y_o)까지의 거리함수 비율을 나타낸다.

위의 식 (1)로부터 MPI는 다음과 같이 기술효율성변화지수(Technical Efficiency Change Index: TECI)와 기술변화지수(Technological Change Index: TCI)로 구분할 수 있고, 기술효율성변화지수는 다시 순수효율성변화지수(Pure Technical Efficiency Change Index: PECI)와 규모효율성변화지수(Scale Efficiency Change Index: SECI)로 분해할 수 있다.

$$MPI = TECI \times TCI = PECI \times SECI \times TCI \quad (2)$$

$$= \frac{D_{crs}^{t2}((x_o, y_o)^{t2})}{D_{crs}^{t1}((x_o, y_o)^{t1})} \times \left[\frac{D_{crs}^{t1}((x_o, y_o)^{t1})}{D_{crs}^{t2}((x_o, y_o)^{t1})} \times \frac{D_{crs}^{t1}((x_o, y_o)^{t2})}{D_{crs}^{t2}((x_o, y_o)^{t2})} \right]^{1/2}$$

$$= \left[\frac{D_{vrs}^{t2}((x_o, y_o)^{t2})}{D_{vrs}^{t1}((x_o, y_o)^{t1})} \right] \times \left[\frac{D_{vrs}^{t1}((x_o, y_o)^{t1})}{D_{vrs}^{t1}((x_o, y_o)^{t1})} \times \frac{D_{vrs}^{t2}((x_o, y_o)^{t2})}{D_{vrs}^{t2}((x_o, y_o)^{t2})} \right]$$

$$\times \left[\frac{D_{crs}^{t1}((x_o, y_o)^{t1})}{D_{crs}^{t2}((x_o, y_o)^{t1})} \times \frac{D_{crs}^{t1}((x_o, y_o)^{t2})}{D_{crs}^{t2}((x_o, y_o)^{t2})} \right]^{1/2}$$

여기서 $D_{crs}(\cdot)$ 는 규모수익불변(Constant Returns to Scale: CRS)을 가정한 거리함수이고, $D_{vrs}(\cdot)$ 는 규모수익가변(Variable Returns to Scale: VRS)을 가정한 거리함수이다. 만일 $MPI > 1$ 이면 t1에 비해 t2의 생산성이 증가한 것이고, $MPI < 1$ 이면 생산성이 감소한 것이며, $MPI = 1$ 이면 두 기간 사이에 생산성 변화가 없음을 의미한다.

MPI를 계산하기 위해서는 4개의 거리함수, 즉 $D^{t1}((x_o, y_o)^{t1})$, $D^{t2}((x_o, y_o)^{t2})$, $D^{t1}((x_o, y_o)^{t2})$, $D^{t2}((x_o, y_o)^{t1})$ 를 추정해야 한다. 여기서 앞의 두 항은 동일 시점 내에서의 측정치이고, 뒤의 두 항은 서로 다른 시점 간 측정치이다. 이러한 거리함수 추정에는 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 주로 이용하는데, 본 연구에서는 비방사적·비지향적 잔여기반 효율성지표(slack based measure of efficiency: SBM)를 활용한다. 이는 기존의 투입지향적 또는 산출지향적 방사적 모형의 경우 투입요소의 잔여와 산출물의 잔여를 반영하여 정확하게 측정하지 못하는 한계를 지니고 있기 때문이다. 이들 중에서 거

리함수 $D^{t2}((x_o, y_o)^{t1})$ 를 추정하기 위한 SBM 모형은 다음과 같은 선형계획식으로 표현할 수 있다[5].

$$D^{t2}((x_o, y_o)^{t1}) = \text{Min} \left(1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{\bar{s}_i^-}{x_{io}^{t1}} \right) / \left(1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}^{t1}} \right)$$

$$s.t. \quad x_{io}^{t1} = \sum_{j=1}^n x_{ij}^{t1} \lambda_j + \bar{s}_i^-, \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$y_{ro}^{t1} = \sum_{j=1}^n y_{ij}^{t1} \lambda_j - s_r^+, \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad \lambda_j \geq 0, \quad \bar{s}_i^- \geq 0, \quad s_r^+ \geq 0.$$

위 식과 동일한 방식으로 나머지 3개의 거리함수를 추정하는데, 만약 실행불가능해(infeasible solution)를 갖는 경우 다음과 같은 초효율성모형(Super-SBM)을 적용한다[6].

$$D^{t2}((x_o, y_o)^{t1}) = \text{Min} \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{\bar{x}_i}{x_{io}^{t1}} \right) / \left(\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{\bar{y}_r}{y_{ro}^{t1}} \right)$$

$$s.t. \quad \bar{x} \geq \sum_{j=1}^n x_{ij}^{t1} \lambda_j, \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\bar{y} \leq \sum_{j=1}^n y_{ij}^{t1} \lambda_j, \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad \bar{x} \geq x_o^{t1}, \quad \bar{y} \leq y_o^{t1}, \quad \lambda_j \geq 0.$$

2.2 광산업 현황 및 전망

광산업은 지역산업육성의 일환으로 2000년부터 시작되어 기반구축, 정착, 자립성장의 3단계로 진행되었다. 구체적으로 1단계(2000~2003년) 연구개발 장비 구축 및 인프라 조성, 2단계(2004~2008년) 광원 및 광통신부품 상업화 지원을 거쳐, 3단계(2009~2012년) 차세대 융합산업 육성으로 진행되었다. 최근에는 Photonics 2020 발전 전략 수립을 통해 그동안의 인프라 구축 등 양적인 성장 기반에서 지속가능한 질적 성장으로의 도약을 목표로하고 있다.

세계 광산업 시장규모는 Table 1에서 보듯이 2012년 기준 약 4,900억 달러로, 매년 약 8% 성장하여 2020년에는 8,900억 달러에 달할 전망이다. 세부 업종별로는 광정보기기 분야가 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 향후 10년간 광통신과 광원시장이 빠른 성장을 보이며 광산업 성장을 견인해 나갈 것으로 전망된다. 또한 의료, 자동차, 조선, 디스플레이 등 기존산업의 경쟁력 향상을 위한 레이저, 광센서 등 새로운 분야가 크게 발전할 전망이다. 국

내 광산업시장은 지난 10여년간 연평균 6% 이상 성장하여 2012년 기준 461억 달러로 세계시장의 약 9.3%를 점유하고 있다.

[Table 1] Market size of photonics industry
(Unit: 1 million USD)

Category	2003	2008	2012 (estimated)
Global Market	225,666	338,180	493,936
Domestic Market (Ratio)	11,735 (5.2%)	24,250 (7.2%)	46,084 (9.3%)

Source: Korea Association for Photonics Industry Development

광산업 관련 국내업체는 Table 2와 같이 2001년 약 551개에서 2011년에는 2,170개로 확대되었다. 그러나 부품 위주의 중소기업 형태가 대부분인 특성을 지니고 있다. 지역별로는 경기(36.5%), 서울(24.9%), 광주(15.2%) 등 3개 지역에 전체 기업체 중 약 76.6%가 집중되어 있다. 업종별로는 광원·광전자 분야가 전체의 45.5%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 다음으로 광통신, 광정밀기기, 광소재 광정보기기, 광학기기의 순으로 나타났다.

[Table 2] Number of domestic photonics firms

Region	No. of firms	Industrial sector	No. of firms
Gwangju	329 (15.2%)	Optical	353 (16.3%)
		Communication	
Other regions	1,841 (84.8%)	Optical Sources & Optoelectronic Devices	988 (45.5%)
Seoul, Kyonggi	1,428 (65.9%)	Optical Precision Instruments	267 (12.3%)
Gangwon, Chungcheong	167 (7.7%)	Optical Materials	239 (11.0%)
Jeolla (except Gwangju)	68 (3.1%)	Optical Information Instruments	219 (10.1%)
Gyeongsang	178 (8.1%)	Optical Instruments	104 (4.8%)
Total	2,170 (100%)	Total	2,170 (100%)

Source: Korea Association for Photonics Industry Development

광주 광산업은 지난 10여년 동안의 육성정책을 통해 기본 인프라를 구축하는 데 성공한 것으로 평가할 수 있다. Table 3에 제시된 산업연구원의 연구결과에 따르면[7], 광주 광산업의 경쟁력은 여타 지역에 비해서 다소 높은 것으로 나타났다. 5점 척도 기준으로 광주 광산업은

대부분의 분야에서 3.5점 이상을 상회하여 여타 지역보다 비교적 높은 산업기반과 경쟁력을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. 산업경쟁력을 부문별로 보면, 관련산업의 집적도와 품질경쟁력은 여타 지역보다 높은 3.7점 정도의 비교적 높은 수준을 보이고 있으며, 그밖에 신제품 개발능력, 가격경쟁력 등도 3.5점을 상회하여 비교적 높은 수준을 나타냈다. 이는 그동안 광주 광산업에 대한 육성 정책의 성과에 기인한 것으로 판단할 수 있다.

[Table 3] Competitiveness of Gwangju's photonics industry

Category	Industrial clustering	Quality	Price	New product	Parts & Materials
Whole region	3.39	3.57	3.30	3.54	3.25
Gwangju	3.71	3.71	3.58	3.63	3.46
Optical Communication	3.72	3.69	3.54	3.65	3.46
Optical Sources & Optoelectronic Devices	3.70	3.72	3.67	3.61	3.46
Optical Precision Instruments	3.50	3.67	3.33	3.58	3.33
Optical Materials	3.75	3.75	3.50	3.56	3.44
Optical Information Instruments	3.75	3.50	3.75	4.00	3.75
Optical Instruments	4.33	4.00	3.67	3.67	3.67

Note: A five-point rating scale was used for all analyses.
Source: KIET, Photonics 2020 planning study, 2010.

3. 실증분석

3.1 분석 대상과 자료

본 연구에서는 국내 광산업을 대상으로 하여 2007년부터 2010년까지의 생산성 변화 추이를 분석한다. 실증 연구를 위한 분석 대상은 한국광산업진흥회에서 발표한 광산업분류표의 12개 업종에 해당하는 중소기업으로 설정하였다. 중소기업 범주기준은 중소기업기본법 제2조 및 동법 시행령 제3조에 근거하여 상시 근로자 수 5인 이상이고 300명 미만인 기업으로 하였다. Table 4의 분석 대상의 분포를 살펴보면, 광원 및 광전소자 업종이 136개사(35.1%)로 가장 많았으며, 그 다음으로 광통신, 광정밀기기, 광소재, 광정보기기, 광학기기 순으로 나타났다. 실

증분석에 사용한 자료는 한국기업데이터의 기업정보DB를 활용하여 분석 기간 동안 영속적으로 경영활동을 하고 있는 총 388개의 광산업체를 유의할당법(purposive quota sampling)에 의해 표본으로 추출하였다.

[Table 4] Distribution of the sample data used for analysis

Sector	Sub-sector	No. of firms	
Optical Communication	Optical Communication Systems	46 (11.9%)	93 (24.0%)
	Optical Communication Components	47 (12.1%)	
Optical Sources & Optoelectronic Devices	Optical Sources	118 (30.4%)	136 (35.1%)
	Opto-Electronic Components	18 (4.6%)	
Optical Precision Instruments	Lasers	12 (3.1%)	50 (12.9%)
	Optical Measurements & Optical Sensor	38 (9.8%)	
Optical Materials	Optical Elements	18 (4.6%)	50 (12.9%)
	Optical Components	32 (8.2%)	
Optical Information Instruments	Optical Data Systems and Storage Media	10 (2.6%)	39 (10.1%)
	Displays	29 (7.5%)	
Optical Instruments	Optical Inspection Instruments	10 (2.6%)	20 (5.2%)
	Photographic Instruments	10 (2.6%)	
Total		388(100%)	

3.2 투입 및 산출변수의 선정

생산성 분석에 있어서 중요한 문제는 투입요소와 산출요소를 무엇으로 측정할 것인가이다. 일반적으로 생산성 측정을 위해 전통적으로 활용되는 투입요소로는 노동과 자본을 들 수 있다. 기업은 노동과 자본을 투입하여 제품을 만들고 이를 판매하여 매출액이 결정된다. 여기서 기업의 자본 규모는 회사의 총 자산으로 판단할 수 있으며, 노동의 규모는 실제 제품을 생산하는데 종사하고 있는 종업원 수로 결정될 수 있다. 아울러 기업의 연구개발 및 기술혁신활동을 반영하기 위해 연구개발비를 투입요소로 포함하였다. 한편 본 연구에서는 산출요소로 기업의 생산활동의 결과인 물적 단위의 생산량을 사용하는 대신 화폐 단위로 측정된 매출액을 대응변수로 사용하였다.

분석에 사용된 투입변수와 산출변수의 기술통계량은 Table 5와 같다. 각 변수의 변동계수(coefficient of variation)를 통해 변수들 간의 산포를 비교하였는데 매

출액의 변동폭이 상대적으로 크게 나타났다. 이는 투입 및 산출변수에 있어서 광산업체들 간의 격차가 크다는 것을 의미하는 것으로 기업들의 규모가 다양하다는 것을 알 수 있다.

[Table 5] Descriptive statistics of input and output variables

Variables		Mean	Standard deviation	Coefficient of variation
Input	Number of employees	62.2	62.9	1.0
	Gross capital (million KRW)	24,919.7	61,245.3	2.5
	R&D expenditures (million KRW)	900	1,861.6	2.1
Output	Total sales (million KRW)	25,610.2	68,780.3	2.7

3.3 생산성 변화 분석

본 연구는 시간의 흐름에 따른 광산업의 생산성 변화를 비방사적·비지향적 MPI를 이용하여 측정하였다. 이때 MPI 측정을 위한 도구로는 DEA-Solver Pro 7과 MaxDEA Pro 6을 사용하였다. 특히 부트스트랩 재표본 추출(bootstrap resampling) 절차를 1,000회 반복시행하여 편의(bias)가 수정된 MPI 추정치와 통계적 신뢰구간을 산정하였다. Table 6은 2007년부터 2010년까지 광산업의 연평균 MPI와 함께 TECI, PECE, SECI, TCI를 보여주고 있다.

먼저 광산업 전체의 생산성 추정 결과를 살펴보면, T1(2007-2008년)과 T3(2009-2010년) 기간에 각각 직전년도 대비 2%와 3%의 생산성 증가를 보였으나, 95% 신뢰구간의 하한이 1을 상회하는 T3 기간만이 통계적으로 유의한 생산성 향상이 있었음을 알 수 있다. 한편 T2(2008-2009년) 기간 중 생산성이 일시적으로 하락하는 모습을 보였는데, 이는 당시 글로벌 금융위기의 충격이 생산성에 부정적 영향을 끼친 것으로 해석된다. 광산업 세부 업종별로는 광재료, 광계측 및 센서기기, 영상표시기, 광통신부품, 레이저기기의 순으로 생산성이 상승한 것으로 나타났다. 반면에 생산성이 하락한 업종은 화상기록재생, 관측검사기기, 광정보입출력 및 저장매체, 광소재부품, 광원, 광통신시스템의 순으로 나타났다. 특히 95% 신뢰구간에서 통계적으로도 유의한 생산성 향상을 보인 광정밀기기 분야의 경우 레이저, 광센서 등 미래 성장성이 높고 수입의존도가 높은 핵심 유망기술 분야에 대한 R&D 투자를 지속 추진할 필요가 있다. 또한 광학기

기 분야의 생산성은 통계적으로 유의하게 감소하였는데, 이는 광학기기 자체를 광응용 제품의 부차적인 기술이나 부속품으로 취급해 그 중요도에 비해 전략적인 관심과 지원이 부족한 현실임을 시사한다.

광산업의 생산성 변화를 다각적으로 분석하기 위해 MPI를 TECI와 TCI로 분해하고, TECI는 다시 PECE와 SECI로 분해하였다. Table 6에서 TECI는 분석기간 동안 4%의 증가를 보인 반면, TCI는 3%의 기술퇴보가 있었던 것으로 나타나 광산업의 생산성 증가는 기술적 효율성 증가에 기인한 것을 알 수 있다. 또한 PECE가 SECI에 비해 높은 값을 보이고 있어서 이러한 기술적 효율성의 향상원인이 규모효과보다는 순수한 효율성 변화에 있음을 알 수 있다. 따라서 향후 광산업의 생산효율성 제고를 위해서는 효율적 R&D 투자를 통해 기업의 기술혁신 역량을 강화하는 정책적 접근의 개선이 필요하다고 할 수 있다.

3.4 특성요인별 생산성 차이 검증

이상에서 도출된 결과를 바탕으로 광산업을 지역전략산업으로 육성하고 있는 광주지역이 타지역에 비해 유의미한 생산성 차이를 보이는지, 그리고 정부지원사업 수혜 여부가 생산성 차이를 결정하는 요인인지를 분석하기 위하여 비모수적 검정방법인 Mann-Whitney U test 분석을 수행하였다. Table 7의 분석 결과에 따르면, 정부지원사업 수혜기업과 비수혜기업 간의 생산성 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타나 광산업의 경쟁력 강화를 위해서는 정부의 적극적인 투자와 지원의 확충이 중요함을 시사하고 있다. 또한 광주지역 광산업의 생산성이 타지역보다 높게 나타나 정부의 지역전략산업 육성정책이 광주 광산업 발전에 긍정적 영향을 미치고 있다고 해석할 수 있다. 이러한 생산성의 차이가 어떠한 경로 또는 원인에 의해 발생한 것인지를 규명하기가 쉽지는 않지만, 광산업이 광주에서 급성장한 것은 단순히 생산주체만 늘어난 집적지가 아니라 산·학·연·관의 긴밀한 협력을 통하여 기술지식의 창출이 병행된 혁신클러스터를 조성한 데에 기인한 것으로 유추할 수 있을 것이다. 실제로 광주는 2000-2012년 동안 지역전략산업에 대한 총투자비의 약 80%에 해당되는 8,447억원을 광산업 육성에 집중 투자하였고, 사업비 지원에 있어서도 1단계 인프라 중심의 집적화단지 조성과 2단계 R&D 투자 및 기업지원서비스 강화의 순차적인 접근을 추진하여 균형잡힌 산업생태계를 형성하고 있는 것으로 판단된다.

[Table 6] Malmquist productivity change index

Sector	Sub-sector	Period	TECI [LB,UB]	PECI [LB,UB]	SECI [LB,UB]	TCI [LB,UB]	MPI [LB,UB]
Optical Communication	Optical Communication Systems	T1	0.95 [0.92,0.98]	0.96 [0.84,1.12]	0.97 [0.79,1.06]	1.03 [1.0,1.07]	0.98 [0.98,0.99]
		T2	1.12 [1.03,1.33]	1.15 [1.1,1.28]	0.96 [0.88,1]	0.88 [0.74,0.95]	0.97 [0.96,0.99]
		T3	1.12 [1.08,1.18]	1.08 [1.02,1.2]	1.03 [0.98,1.12]	0.88 [0.82,0.91]	0.98 [0.97,0.99]
		Mean	1.06 [1.01,1.15]	1.06 [0.98,1.2]	1.00 [0.88,1.06]	0.93 [0.85,0.97]	0.98 [0.97,0.99]
	Optical Communication Components	T1	1.03 [0.87,1.07]	1.01 [0.81,1.08]	1.02 [0.99,1.23]	1.05 [1.02,1.14]	1.08 [0.97,1.11]
		T2	1.01 [0.89,1.32]	1.04 [0.98,1.26]	0.94 [0.79,0.99]	0.89 [0.72,1.01]	0.89 [0.87,1]
		T3	1.17 [1.1,1.31]	1.25 [0.98,1.4]	0.94 [0.88,1.24]	0.90 [0.8,0.97]	1.06 [1.03,1.14]
		Mean	1.07 [0.95,1.23]	1.09 [0.92,1.24]	0.98 [0.88,1.14]	0.94 [0.84,1.04]	1.01 [0.95,1.08]
Optical Sources & Optoelectronic Devices	Optical Sources	T1	0.93 [0.9,0.97]	0.91 [0.51,1.03]	1.04 [0.87,1.84]	1.04 [1.01,1.09]	0.97 [0.96,1]
		T2	1.08 [0.97,1.32]	1.01 [0.88,1.16]	1.05 [0.92,1.21]	0.85 [0.7,0.93]	0.91 [0.9,0.94]
		T3	1.13 [1.08,1.22]	0.98 [0.85,1.16]	1.15 [0.96,1.36]	0.93 [0.86,0.98]	1.05 [1.04,1.07]
		Mean	1.04 [0.98,1.16]	0.96 [0.72,1.11]	1.09 [0.92,1.45]	0.94 [0.84,1]	0.98 [0.97,1]
	Opto-Electronic Components	T1	1.21 [0.98,1.56]	1.26 [0.99,1.44]	0.92 [0.77,1.17]	1.30 [1.14,1.52]	1.57 [1.25,2.04]
		T2	0.87 [0.68,1.25]	0.87 [0.76,1.05]	0.98 [0.81,1.11]	0.72 [0.52,0.92]	0.62 [0.56,0.7]
		T3	0.76 [0.66,0.97]	0.87 [0.75,1]	0.90 [0.82,1.01]	1.33 [1.12,1.47]	1.02 [0.95,1.12]
		Mean	0.93 [0.76,1.24]	0.98 [0.82,1.15]	0.94 [0.8,1.09]	1.08 [0.87,1.27]	1.00 [0.87,1.17]
Optical Precision Instruments	Lasers	T1	0.90 [0.88,0.91]	1.01 [0.84,1.12]	0.89 [0.79,1.06]	1.03 [1.01,1.06]	0.92 [0.92,0.93]
		T2	1.23 [1.16,1.38]	1.05 [0.97,1.18]	1.16 [1.04,1.28]	0.86 [0.76,0.9]	1.05 [1.05,1.06]
		T3	1.06 [1.04,1.11]	1.01 [0.84,1.17]	1.06 [0.9,1.29]	0.97 [0.94,0.99]	1.04 [1.03,1.04]
		Mean	1.05 [1.02,1.12]	1.01 [0.88,1.16]	1.04 [0.91,1.2]	0.95 [0.9,0.98]	1.01 [1.01,0.1]
	Optical Measurements & Optical Sensor	T1	1.10 [1.04,1.13]	1.15 [1.03,1.2]	0.95 [0.92,1]	1.04 [1.02,1.07]	1.14 [1.11,1.15]
		T2	1.11 [1.02,1.33]	1.10 [1.05,1.2]	0.99 [0.96,1.05]	0.84 [0.71,0.92]	0.93 [0.93,0.95]
		T3	1.11 [1.07,1.17]	0.94 [0.87,1.02]	1.17 [1.14,1.22]	1.04 [0.96,1.08]	1.15 [1.12,1.16]
		Mean	1.11 [1.04,1.21]	1.06 [0.98,1.14]	1.04 [1.0,1.08]	0.97 [0.88,1.02]	1.07 [1.05,1.08]
Optical Materials	Optical Elements	T1	0.92 [0.86,0.98]	0.61 [0.51,0.72]	1.50 [1.34,1.68]	1.05 [1.0,1.14]	1.07 [0.95,1]
		T2	1.82 [1.52,2.33]	1.36 [1.26,1.59]	1.33 [1.12,1.51]	0.87 [0.67,1.05]	1.57 [1.38,1.69]
		T3	0.95 [0.82,1.08]	1.03 [0.93,1.13]	0.91 [0.83,1.02]	1.23 [1.06,1.4]	1.16 [1.11,1.24]
		Mean	1.17 [1.02,1.35]	0.95 [0.84,1.09]	1.23 [1.07,1.37]	1.04 [0.89,1.19]	1.21 [1.13,1.28]
	Optical Components	T1	0.95 [0.91,0.97]	0.96 [0.86,1]	0.98 [0.96,1.02]	1.05 [1.02,1.09]	0.99 [0.99,1]
		T2	1.06 [0.89,1.27]	1.09 [1.05,1.2]	0.97 [0.94,1]	0.89 [0.74,1.04]	0.94 [0.92,0.95]
		T3	1.08 [1.03,1.28]	0.98 [0.92,1.08]	1.09 [1.07,1.12]	0.91 [0.8,0.96]	0.99 [0.98,1.1]
		Mean	1.03 [0.94,1.17]	1.01 [0.94,1.09]	1.02 [0.99,1.05]	0.95 [0.85,1.03]	0.97 [0.96,1.02]
Optical Information Instruments	Optical Data Systems & Storage Media	T1	0.99 [0.92,1.05]	0.97 [0.75,1.08]	0.99 [0.95,1.05]	1.05 [0.98,1.13]	1.04 [1.02,1.08]
		T2	0.99 [0.81,1.44]	1.04 [0.88,1.3]	0.98 [0.92,1.02]	0.96 [0.69,1.11]	0.94 [0.89,1.01]
		T3	1.07 [0.99,1.2]	1.04 [0.81,1.3]	1.00 [0.98,1.13]	0.84 [0.75,0.9]	0.90 [0.88,0.93]
		Mean	1.02 [0.91,1.22]	1.01 [0.81,1.22]	1.00 [0.95,1.07]	0.95 [0.79,1.04]	0.96 [0.93,1]
	Displays	T1	0.98 [0.81,1.02]	1.01 [0.85,1.07]	0.97 [0.93,1.04]	1.05 [1.01,1.15]	1.03 [0.92,1.05]
		T2	1.30 [1.11,1.71]	1.18 [1.1,1.37]	1.08 [1.02,1.14]	0.77 [0.59,0.91]	0.99 [0.97,1.11]
		T3	0.99 [0.84,1.13]	1.51 [1.29,1.7]	0.67 [0.63,0.8]	1.19 [1.02,1.42]	1.18 [1.1,1.21]
		Mean	1.08 [0.91,1.26]	1.21 [1.06,1.36]	0.89 [0.84,0.98]	0.99 [0.85,1.14]	1.06 [0.99,1.12]
Optical Instruments	Optical Inspection Instruments	T1	0.73 [0.71,0.81]	0.73 [0.6,0.84]	1.00 [0.84,1.22]	1.02 [1.0,1.06]	0.75 [0.73,0.83]
		T2	1.21 [1.14,1.4]	1.18 [1.06,1.44]	1.01 [0.85,1.15]	0.86 [0.75,0.92]	1.05 [1.04,1.06]
		T3	1.19 [1.16,1.25]	1.02 [0.88,1.21]	1.18 [0.99,1.36]	0.91 [0.86,0.93]	1.08 [1.07,1.08]
		Mean	1.02 [0.98,1.12]	0.95 [0.82,1.13]	1.07 [0.89,1.24]	0.93 [0.86,0.97]	0.94 [0.93,0.98]
	Photographic Instruments	T1	0.89 [0.86,0.92]	0.95 [0.8,1.09]	0.93 [0.82,1.1]	1.04 [1.01,1.08]	0.93 [0.92,0.95]
		T2	1.09 [1.01,1.28]	1.18 [1.07,1.48]	0.91 [0.78,1.01]	0.88 [0.75,0.94]	0.95 [0.95,0.96]
		T3	0.89 [0.87,0.95]	0.72 [0.66,0.84]	1.23 [1.08,1.34]	0.88 [0.83,0.9]	0.78 [0.77,0.79]
		Mean	0.95 [0.91,1.04]	0.93 [0.83,1.11]	1.03 [0.88,1.14]	0.93 [0.86,0.97]	0.88 [0.87,0.9]
Total photonics industry	T1	0.96 [0.88,1.02]	0.96 [0.76,1.05]	1.00 [0.9,1.18]	1.06 [1.02,1.13]	1.02 [0.97,1.07]	
	T2	1.14 [1.0,1.42]	1.10 [1.0,1.28]	1.02 [0.91,1.11]	0.85 [0.69,0.96]	0.97 [0.93,1.01]	
	T3	1.04 [0.97,1.15]	1.02 [0.89,1.17]	1.02 [0.93,1.15]	0.99 [0.89,1.06]	1.03 [1.0,1.07]	
	Mean	1.04 [0.95,1.19]	1.03 [0.88,1.16]	1.01 [0.92,1.15]	0.97 [0.86,1.05]	1.01 [0.97,1.05]	

Note: LB denotes the lower bound of the 95% confidence interval and UB denotes its upper bound.

[Table 7] Results of Mann-Whitney U test

Grouping variable		Mean	Mean Rank	U	Z (p-value)
Government R&D Support	Recipient	1.07	225.9	5457	-1.82 (0.07)
	Non-recipient	1.01	191.1		
Firm Location	Gwangju	1.08	232.1	5801	-2.33 (0.02)
	Other regions	1.01	189.9		

4. 결론

오늘날 지역경쟁력은 곧 국가경쟁력의 핵심이다. 이에 정부는 지역의 경쟁력 강화와 국가균형발전을 목표로 다양한 지역산업 육성정책을 추진해 왔다. 그리고 최근에는 우리 경제의 성장잠재력이 점차 약화하는 현실을 고려해 과거 자본투입 중심의 양적 성장방식에서 벗어나 과학기술과 인적자본을 바탕으로 산업 전반의 생산성을 높이고자 하는 산업발전 패러다임의 전환을 모색하고 있다. 이러한 상황에서 지역산업의 생산성 향상을 위한 정책적 지원을 올바르게 방향 설정하기 위해서는 먼저 지역산업의 생산성 수준과 그 변화추이를 파악하는 과정이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구는 광주지역 전략산업인 광산업을 대상으로 기업 수준의 미시 패널자료를 이용하여 생산성의 변화를 측정하고 이의 정책적 함의를 제시하였다는 점에서 의의를 가질 수 있다. 연구 결과에 의하면 분석 대상 기간 동안 광산업의 생산성은 증가한 것으로 나타났으며, 정부지원사업의 수혜 여부와 지리적 입지에 따라 생산성 변화에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나 광산업 육성의 정책효과를 확인할 수 있었다. 한편 본 연구에서 제시한 비방사적·비지향적 MPI는 기존의 방사적 모형에 의한 생산성 측정의 한계를 보완한다는 점에서 향후 후속 연구에 기여할 것으로 기대된다.

References

[1] M. Ceccobelli, S. Gitto, and P. Mancuso, "ICT capital and labour productivity growth: A non-parametric analysis of 14 OECD countries," *Telecommunications Policy*, Vol.36, No.4, pp.282-292, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.telpol.2011.12.012>

[2] Dong-hyun Oh, "Productivity growth, efficiency change and technical progress of the Korean manufacturing industry," *Journal of the Asia Pacific Economy*, Vol.16, No.1, pp.50-70, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13547860.2011.539401>

[3] Chun-Hsiung Liao and Chun-Yu Lien, "Measuring the technology gap of APEC integrated telecommunications operators," *Telecommunications Policy*, Vol.36, No.10-11, pp.989-996, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.telpol.2012.05.002>

[4] R. Färe, S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang, "Productivity growth, technical change and efficiency change in industrialized countries," *American Economic Review*, Vol.84, No.1, pp.66-83, 1994.

[5] K. Tone, "A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis," *European Journal of Operational Research*, Vol.143, No.1, pp.32-41, 2002.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00324-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00324-1)

[6] W. W. Cooper, L. M. Seiford, and K. Tone, *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2007.

[7] KIET, Photonics 2020 planning study, 2010.

안 선 영(Sun-Young Ahn)

[정회원]



- 2012년 8월 : 전남대학교대학원 전자상거래협동과정 (전자상거래학박사)
- 2011년 12월 ~ 2013년 12월 : 전남대학교 경영전문대학원 겸임교수
- 2001년 3월 ~ 현재 : 한국광산업진흥회 정책기획부장

<관심분야>

경영정보, 전자상거래, 산업융합, 정보보안

소 순 후(Soon-Hu So)

[정회원]



- 1996년 2월 : 전남대학교대학원 경영학과 (경영학석사)
- 2001년 3월 ~ 2003년 4월 : 한국광산업진흥회 선임연구원
- 2004년 2월 : 전남대학교대학원 경영학과 (경영학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 경영학부 교수

<관심분야>

기술경영, 산업융합, SCM, 최적화 응용