

❖ SFA 모델을 이용한 제약산업 기술효율성 분석 - Stochastic Frontier Approach Analysis -

보건산업정보통계센터
신 유 원

I 연구목적 및 배경 ...

확률적 프론티어 분석모형을 이용하여 제약산업의 생산 함수를 추정한 결과 종업원수의 계수(0.7350)가 유형자산의 계수(0.2609)보다 높게 나타났음. 투입변수 노동과 자본 중에 노동이 산출에 더 큰 영향을 미치는 것으로 분석됨

2004년부터 2011년 동안 전체 제약산업의 평균 효율성은 0.6744로 분석되었으며, 제조부문별로는 의약품, 화학물 및 향생물질 제조업, 시장구분별로는 유기중권기업, 기업규모별로는 대기업의 효율성이 높게 나타남

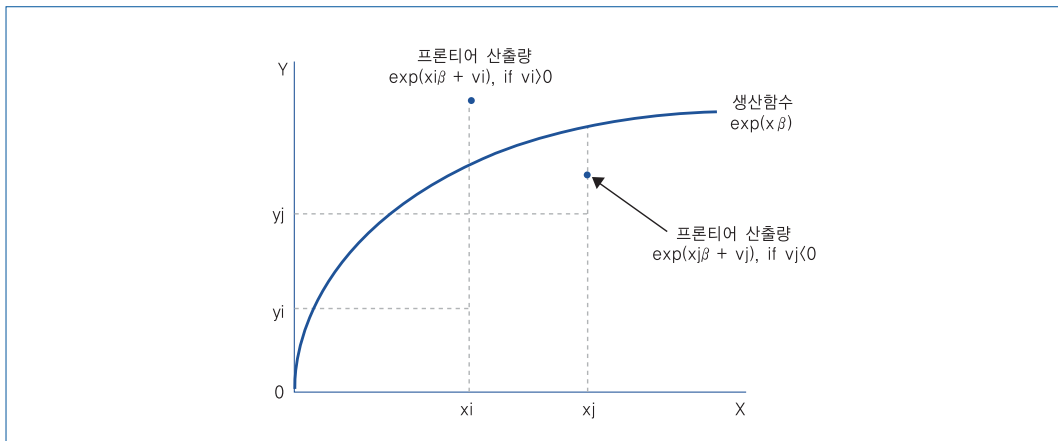
- ◎ 우리나라 제약산업은 국내 생산에 기반을 둔 내수 완제품 중심으로 영세한 산업 구조를 보이며, 최근 한-EU FTA, 한-미 FTA 발효 등 글로벌 제약기업과의 경쟁이 심화됨에 따라 국내 제약산업의 경쟁력이 취약하다는 문제점이 지속적으로 대두됨
 - 이러한 영세한 제약산업의 구조는 제약기업의 비효율적 운영에 기인한다고 할 수 있음
- ◎ 이에 정부는 제약산업 선진화를 통해 제약산업의 구조적 변화를 개편하기 위해 여러 정책을 추진하고 있음
 - 약가제도 개편 및 제약산업 선진화 방안마련(2011년 8월), 약가일괄인하 시행(2012년 4월), 혁신형 제약기업 선정을 통한 제약산업 경쟁력 강화방안 마련(2012년 6월) 등을 추진
- ◎ 현 시점에서 제약기업 및 산업의 경쟁력 제고를 위하여 기업의 비효율성을 정확하게 측정하고, 객관적인 평가를 통해 정책적 개선방안을 수립하는데 기여하고자 함
 - 효율성에 관한 연구는 이미 금융, 보건·의료, 교통 등 다양한 산업에서 많이 분석되고 있으나, 제약산업에 대한 분석은 활발히 활용되지 않고 있음
 - 제약기업에 투입된 자원이 어떻게 사용되고 어떠한 성과를 달성했는지를 평가하고, 효율성 분석을 통해 우리나라 제약산업 성과에 대한 측정과 평가를 시도하는데 목적이 있음

II 이론적 고찰 및 분석방법 ...

■ 이론적 고찰

◎ 확률적 프론티어 모델(SFA: Stochastic Frontier Approach)

- 확률적 프론티어 생산함수를 이용하여 기술적 효율성을 추정하는 모델을 설정함
- 기술적 효율성(technical efficiency:TE)이란 프론티어 생산함수의 형태로 나타나는 효율성 기술 수준에 비해 해당 기업의 기술수준이 상대적으로 어느 위치에 있는가를 나타내는 것을 말함



[그림 1] 확률적 프론티어 생산함수

◎ 확률적 프론티어 모델의 생산함수

- $y_i = f(X_i\beta)\exp(v_i - u_i)$, ($i=1,2,\dots,N$)
 - y_i : i 기업의 생산수준
 - $f(x_i, \beta)$: i 기업의 투입물 벡터, β 는 파라미터
 - v_i : 확률오차항(평균=0)
 - u_i : i 기업의 기술적 비효율성과 관련된 확률변수

◎ 기술적 효율성

- $TE = y_i / y_i^* = f(X_i\beta)\exp(v_i - u_i) / f(X_i\beta)\exp(v_i)$
 $= \exp(-u_i)$

■ 분석모형

- ◎ 본 연구는 Battese and Hassan(1998) 등이 기술적 효율성 분석에 사용한 확률적 프론티어 콥-더글라스 생산함수 모델을 이용하여 추정함

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} + v_{it} - u_{it}$$

- y : 생산량
- K : 자본스톡, L : 노동 투입량, β : 생산함수의 파라미터
- v_{it} : 확률오차
- u_{it} : 기술적 비효율 효과

〈표 1〉 투입 및 산출 변수

변수		단위	정의
산출변수	매출액(y)	원	기업이 일정 기간 판매한 재화 및 서비스의 총량
투입변수	종업원수(L)	명	기업의 생산 및 경영활동에 참여하는 기말 기준의 실 재직 인원
	유형자산(K)	원	기업의 영업목적 달성을 위하여 장기간에 걸쳐 계속 사용할 목적으로 보유하고 있는 자산으로 토지, 건물, 기계장치 등이 있음

■ 표본 선정

- 통계청 한국표준산업분류(KSIC) 기준 「의료용 물질 및 의약품 제조업(C21000)」에 해당하는 ‘의약품 화합물 및 향생물질 제조업(C21101)’, ‘생물학적 제제 제조업(C21102)’, ‘완제 의약품 제조업(C21210)’ 중 상장 제약사 기준
 - ‘동물용 의약품 제조업(C21230)’ 및 ‘의료용품 및 기타 의약관련제품 제조업(C21300)’에 해당하는 기업은 분석에서 제외함
 - 결산월의 차이로 올 수 있는 결과를 통제하기 위해서 12월 결산법인을 표본으로 선정함

〈표 2〉 분석대상 구분 및 기업 현황

구분		기업명
대기업 (43개)	유가증권 (30개)	동아제약(주), (주)대웅제약, (주)녹십자, (주)유한양행, 제일약품(주), (주)종근당, JW중외제약(주), (주)LG생명과학, 일동제약(주), (주)한독약품, 광동제약(주), 보령제약(주), 동화약품(주), 신풍제약(주), 삼진제약(주), 한국유나이티드제약(주), (주)서흥캡셀, (주)태평양제약, 대원제약(주), 이연제약(주), 명문제약(주), 영진약품공업(주), 종근당바이오(주), 환인제약(주), 부광약품(주), 국제약품공업(주), 한울바이오파마(주), 근화제약(주), 일성신약(주), 슈넬생명과학(주)
	코스닥 (13개)	(주)셀트리온, 동국제약(주), 경동제약(주), 안국약품(주), 코오롱생명과학(주), (주)휴온스, (주)차바이오앤디오스텍, 삼천당제약(주), 제이더블유중외신약(주), 대화제약(주), 삼아제약(주), (주)셀트리온제약, 메디포스트(주)
중소기업 (27개)	유가증권 (6개)	삼일제약(주), 동성제약(주), (주)알앤엘바이오, 삼성제약공업(주), 우리들제약(주), 파미셀(주)
	코스닥 (21개)	대한약품공업(주), 파일약품(주), (주)하이텍팜, (주)바이오랜드, 대정화금(주), (주)에스텍파마, (주)바이넥스, 고려제약(주), 경남제약(주), (주)서울제약, 조아제약(주), 대봉엘에스(주), 진양제약(주), 신일제약(주), (주)코리아본뱅크, (주)바이오니아, (주)메디투스, (주)셀바이오텍, (주)스카이뉴팜, (주)중앙백신연구소, (주)인트론바이오테크놀로지

■ 데이터

- NICE신용평가정보에서 제공하는 KIS ValueIII 재무DB, 금융감독원 전자공시시스템(DART) 등에서 표본으로 선정된 기업의 재무 정보를 수집함
 - 분석 표본으로 선정된 70개 제약사를 기준으로 2004년부터 2011년까지 8년 동안의 재무 정보를 패널 데이터로 구축하였으며, 각 변수는 Deflator를 사용하여 실질화 하였음
 - 본 데이터를 바탕으로 Frontier V4.1¹⁾ 프로그램을 사용하여 효율성 분석을 실시함

III 분석결과 ...

1. 기초통계량

- ◎ 분석변수의 기초통계량을 살펴보면 매출액, 종업원수, 유형자산 세 변수의 표준편차가 크게 나타나며 2004년 이후로 표준편차 값이 지속적으로 증가하고 있음
 - 상하위 기업 분포가 평균으로부터 넓게 퍼져있으며 그 격차가 점점 커지고 있는 것을 알 수 있음

〈표 3〉 분석변수의 기초통계량

(단위: 십억원, 명)

구분		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	전체
매출액	Max.	541.2	533.6	571.2	635.9	702.3	801.1	846.8	907.3	907.3
	Min.	0.1	0.4	0.5	1.8	5.5	7.2	6.4	8.6	0.1
	Mean	73.6	83.8	92.4	102.4	117.4	133.9	145.5	154.1	112.9
	S.D.	94.7	103.7	111.0	127.4	145.0	162.2	173.9	184.0	143.1
종업원수	Max.	1,921.0	1,986.0	2,074.0	2,091.0	2,169.0	2,226.0	2,281.0	2,303.0	2,303.0
	Min.	7.0	13.0	8.0	20.0	14.0	13.0	48.0	47.0	7.0
	Mean	353.2	372.1	390.7	407.2	432.5	451.9	467.3	474.7	418.7
	S.D.	347.4	364.7	379.2	403.8	421.4	422.3	427.1	436.2	401.1
유형자산	Max.	188.0	249.1	297.2	299.6	326.5	366.6	504.3	697.0	697.0
	Min.	0.1	0.1	0.4	0.6	0.6	0.4	0.7	2.1	0.1
	Mean	26.8	29.4	33.4	37.8	43.3	51.9	62.5	71.9	44.6
	S.D.	37.5	41.8	47.2	55.2	62.7	73.2	92.7	112.0	70.9

2. 추정 결과

- ◎ SFA 방법론을 이용하여 추정된 생산함수의 결과를 〈표 4〉에서 살펴보면 종업원수의 계수 (0.7350)가 유형자산의 계수(0.2609)보다 높게 나타남
 - 즉, 투입변수 중에 산출(매출액)에 자본(유형자산)보다 노동(종업원수)이 더 큰 영향을 미치는 것으로 분석됨
 - 모수 γ 는 잔차항을 구성하는 확률오차(v)와 기술적 비효율성(u)의 상대 표준편차를 나타내는데, 그 값이 1보다 작으므로 확률오차(v)가 기술적 비효율성(u)보다 변동성이 더 크다는 것을 알 수 있음

1) Frontier V4.1 프로그램은 Tim Coelli 교수(The University of Queensland)가 SFA 방법을 이용하여 효율성을 분석할 수 있도록 직접 개발한 통계 프로그램으로 <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/frontier.php>에서 프로그램을 무료로 다운로드하여 이용할 수 있음



〈표 4〉 제약산업 생산함수 추정결과(종속변수=(ln매출액))

구분	Coef.	S.E.
상수(C)	14.9189 (26.33)***	0.5667
ln(L)	0.7350 (18.26)***	0.0403
ln(K)	0.2609 (8.97)***	0.0291
σ^2	0.5169	0.0635
γ	0.6208	0.0922

주 1) *** : p<0.01, ** : p<0.05, * : p<0.12

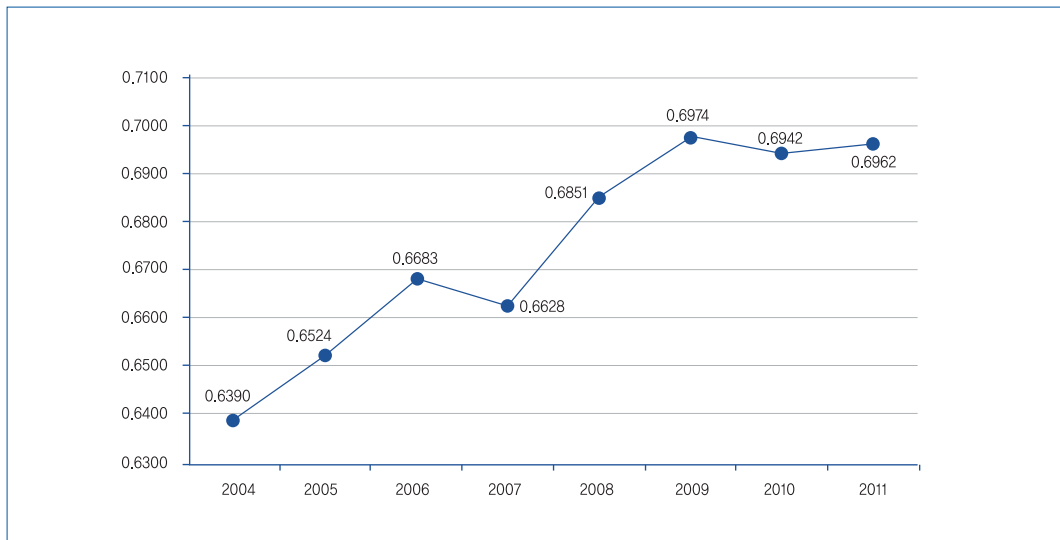
2) 괄호 () 안의 값은 t 값을 나타냄

3) L: 종업원수, K: 유형자산, $\sigma^2 = \sigma_V^2 + \sigma_U^2$, $\gamma = \sigma_U / \sigma_V$

3. 효율성 분석

■ 전체 제약산업 효율성

- ◎ SFA 분석으로 살펴본 전체 제약산업의 효율성은 2004년 0.6390에서 2011년 0.6962로 전반적으로 효율성이 증가하고 있는 경향을 보임



[그림 2] 제약산업 효율성 분석결과(SFA)

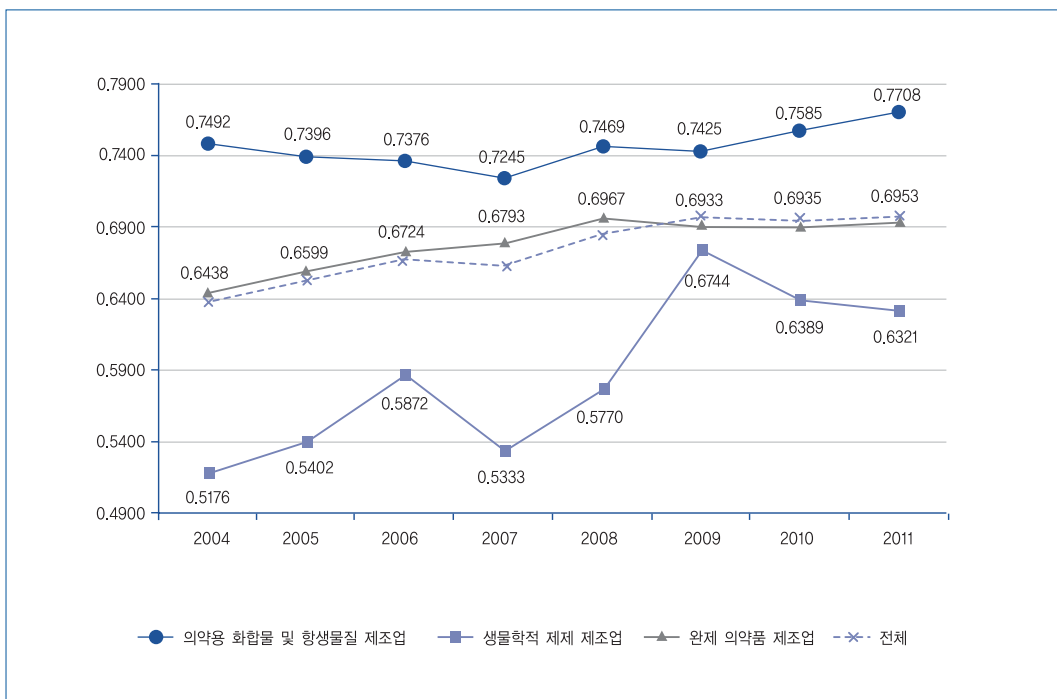
■ 제조 부문별 효율성

- 한국표준산업분류(KSIC) 기준으로 분류한 제조부문별 제약기업의 효율성은 '의약품 화합물 및 향생물질 제조업' 분야의 효율성이 0.7462로 가장 높게 나타남
 - 그 다음으로 완제의약품 제조업 0.6793, 생물학적 제제 제조업 0.5876으로 나타남

〈표 5〉 제약산업 제조 부문별 효율성 분석결과(2004-11년 평균)

표준산업분류(KSIC)	기업수	평균 효율성(SFA)
의료용 물질 및 의약품 제조업(전체)	70	0.6744
의약품 화합물 및 향생물질 제조업	10	0.7462
생물학적 제제 제조업	11	0.5876
완제의약품 제조업	49	0.6793

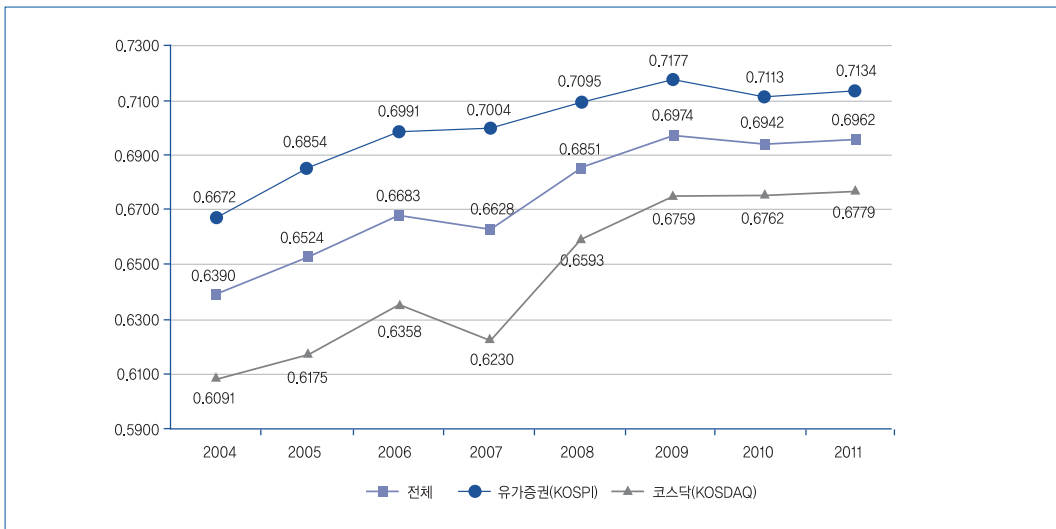
- 의약품 화합물 및 향생물질 제조업, 완제의약품 제조업의 효율성은 제약산업 전체 효율성을 상회하고 있음
 - 생물학적 제제 제조업의 효율성은 다소 낮지만 2004년 이후로 효율성이 점진적으로 개선되고 있는 추세임



[그림 3] 제약산업 제조 부문별 효율성 분석결과(SFA)

■ 시장구분별 효율성

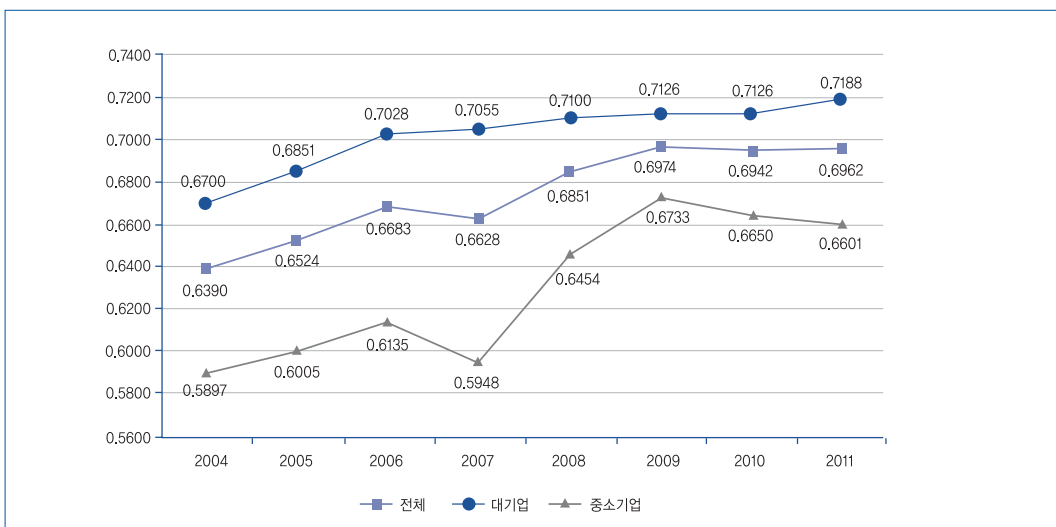
- 시장구분별 효율성을 살펴보면 유가증권(KOSPI)기업은 0.7134, 코스닥(KOSDAQ)기업은 0.6779로 유가증권기업이 보다 높은 효율성을 보이며, 2007년을 제외한 전 기간 동안 효율성이 증가하고 있음
 - 유가증권과 코스닥기업의 효율성의 격차가 점진적으로 줄어들고 있으며, 유가증권기업은 전체 제약기업보다 높은 효율성을 보임



[그림 4] 제약산업 시장구분별 효율성 분석결과(SFA)

■ 기업규모별 효율성

- 기업규모별 효율성을 살펴보면 대기업은 0.7188, 중소기업은 0.6601로 대기업이 중소기업보다 높은 효율성을 달성하고 있음
 - 대기업과 중소기업의 효율성의 격차는 다소 높게 나타나고 있으며 2007년 이후로 2009년까지 효율성의 격차가 줄어드는 경향을 보이다가 2010년 이후로 그 격차가 다시 커지고 있음



[그림 5] 제약산업 기업규모별 효율성 분석결과(SFA)

IV 요약 및 시사점 ...

- ◎ 우리나라 제약산업은 국내 생산에 기반을 둔 내수 완제품 중심으로 영세한 산업 구조를 보이고 있는데 이러한 영세한 구조는 제약기업의 비효율적 운영에 기인한다고 할 수 있음
- ◎ 확률적 프론티어 분석모형(SFA)을 이용하여 제약산업의 생산함수를 추정한 결과 종업원수의 계수(0.7350)가 유형자산의 계수(0.2609)보다 높게 나타났음. 투입변수 노동과 자본 중에 노동이 산출에 더 큰 영향을 미치는 것으로 분석됨
- ◎ 2004년부터 2011년 동안 전체 제약산업의 평균 효율성은 0.6744로 분석되었으며, 제조부문별로는 의약품 화합물 및 항생물질 제조업, 시장구분별로는 유가증권기업, 기업규모별로는 대기업의 효율성이 높게 나타남
 - 제조부문별: 의약품 화합물 및 항생물질 제조업(0.7462), 완제의약품 제조업(0.6793), 생물학적 제제 제조업(0.5876)의 순으로 나타남
 - 시장구분별: 유가증권기업(0.7005)이 코스닥기업(0.6468)보다 효율성이 높음
 - 기업규모별: 대기업(0.7021)이 중소기업(0.6303)보다 효율성이 높음

〈표 6〉 제약산업 구분별 효율성 분석결과(요약)

구분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	평균	
전체	0.6390	0.6524	0.6683	0.6628	0.6851	0.6974	0.6942	0.6962	0.6744	
시장구분	유가증권	0.6672	0.6854	0.6991	0.7004	0.7095	0.7177	0.7113	0.7134	0.7005
	코스닥	0.6091	0.6175	0.6358	0.6230	0.6593	0.6759	0.6762	0.6779	0.6468
기업규모	대기업	0.6700	0.6851	0.7028	0.7055	0.7100	0.7126	0.7126	0.7188	0.7021
	중소기업	0.5897	0.6005	0.6135	0.5948	0.6454	0.6733	0.6650	0.6601	0.6303

- ◎ 제약기업의 효율성은 분석기간 동안 대체적으로 증가하고 있는 경향을 보이고 있지만, 기업 규모에 따른 대기업과 중소기업의 효율성은 오히려 그 격차가 벌어지고 있는 모습을 보임
- ◎ 생산함수 추정 결과를 바탕으로 효율성을 높이기 위하여 제약기업은 노동투자에 대한 계획과 실행을 다른 투입요소보다 우선적으로 고려할 필요가 있을 것으로 사료됨

- ◎ 집필자 : 보건산업정보통계센터 신유원
- ◎ 문의 : Tel. 043-713-8419
- ◎ 본 내용은 연구자의 개인적인 의견이 반영되어 있으며, 한국보건산업진흥원의 공식견해가 아님을 밝혀둡니다.
- ◎ 본 간행물은 보건산업통계포털(<http://www.khiss.go.kr>)에 주간단위로 게시되며 PDF 파일로 다운로드 가능합니다.