

대학 기술이전의 효율성에 관한 연구

- 우리나라 대학의 기술이전전담조직(TLO)을 중심으로 -

2010. 1. 28.

한 동 성

목차

1 연구의 배경

2 대학기술이전 이론적 배경

3 TLO 효율성 측정 방법론 고찰

4 대학 기술이전 효율성 분석 연구 설계

5 분석 결과

6 연구결과의 함의 및 연구의 한계

1 연구의 배경

➔ 대학 기술이전 실적의 증가 - 그 효율성은?

단위(건, 백만원)

구분		2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	평균
기술이전 계약체결	건수 (증감율)	210	243 (15.7%)	587 (141.6%)	563 (-4.1%)	951 (68.9%)	511 (55.5%)
기술이전 수입	수입료 (증감율)	1,973	3,184 (61.4%)	6,323 (98.6%)	9,033 (42.9%)	16,415 (81.7%)	7,386 (71.2%)

자료: 한국학술진흥재단(2008) 대학산학협력백서

- 대학의 기술이전은 효율적으로 이뤄지고 있는가?
- 그 영향요인은?

➔ 대학의 기술이전 활동이 가지는 의미

- 지식기반경제에서 대학의 역할 변화?
- 기업가적 대학 패러다임과의 관계는?

2 대학 기술이전의 이론적 배경과 한국의 상황

➔ 산학연계에서의 대학 : 기업가적 대학(entrepreneurial univ.)

- 국가 Innovation system에서 대학이 주요 주체 (Edquist, 2005)
- 바이-돌 법 도입, 기업가적 대학의 출현 (Clark, 1998; 홍성욱 외, 2002), '기업가적 대학 패러다임' (Smilor, 1993; 송성수, 2007)
- 대학에 대한 다양한 관점 : 지식생산의 Mode2, 삼중나선 모형 (Triple Helix), 개방형 혁신(Open innovation)

➔ 대학 기술이전 방식 및 목적

- 대학의 지식과 기술이 산업체로 이전되는 대상과 방식은 매우 다양
- 대학 기술이전 하는 목적

Bell(1993): 사회에 기여, 재정상의 안정, 산업체 자산 접근 용이

Bains(2005): 대학 이윤 창출의 목적

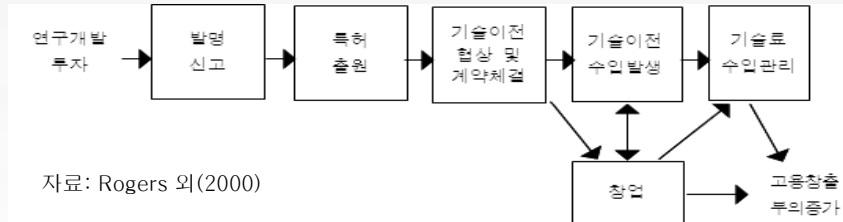
Rosenberg & Nelson(1994) : 국가경제의 기술진보에 중요 역할

남장근(2007) : 지역경제사회에 기여

Park & Oh(2007): 사회적 기여와 대학 재정적 이윤 추구

2 대학 기술이전의 이론적 배경과 한국의 상황

→ 대학 기술이전 절차와 TLO의 역할



TLO... “기술이전의 통로(gateway)” (Jones-Evans & Klofsten, 1999)

→ 기업가적 대학과 관련된 기존연구 (TLO의 효율성이 주요주제)

기업가적 대학(Entrepreneurial university)의 정의 및 개념들	대학 기술이전조직(TLO)의 생산효율성
대학 창업 (New firm creation)	혁신 네트워크 등 외부환경

자료: Rothaermel 외(2007) 내용으로 구성

2 대학 기술이전의 이론적 배경과 한국의 상황

→ 우리나라 TLO의 발전과정

- 정부의 기술이전 전담조직 지원 주요사업
 대학기술이전센터 사업(중기청,1999) -> 공공기술이전컨소시엄 사업(과기부,산자부, 2001) -> 지역기술이전센터 사업(산자부,2003) -> 선도TLO지원사업(교과부,산자부, 2006)

→ 우리나라 대학 TLO의 역할과 중요성에 대한 주장들

- TLO:대학 지식재산관리와 기술이전사업화 업무 전담(KAUTM,2008)
- 산촉법/기술이전촉진법 : 기술이전전담조직의 업무를 법률로 규정
- 민철구 외(2002) : 대학연구시스템에서 기술이전조직 필요성 강조
- 권재열(2008): 연구자의 한계를 보완할 기술이전 전문가 조직
- 조현래(2006): 대학발명이 산업체로 이전하기 위해서 기본적으로 갖추어야할 조직

3 TLO의 효율성 측정 방법론에 대한 이론적 고찰

➔ 효율성의 개념

- 효율성은 생산성과 함께 다양하게 정의됨. 기본적으로 투입(input)과 산출(output)간의 관계 (Hatry, 1980)
- 효율성(efficienty)은 투입에 대한 산출의 비율을 의미. 학문분야에 따라 능률성으로 불리기도 하며 생산성(productivity)과도 같은 의미로 정의될 수 있음(김태일, 2000; 유금록, 2006)
- TLO의 효율성
대학 기술이전의 과정에서 TLO를 중심으로 투입요소 대비 산출요소의 관계를 의미
(보통 투입요소로 인력과 기술건수와 비용을, 산출요소로 기술이전 실적을 고려)

7

3 TLO의 효율성 측정 방법론에 대한 이론적 고찰

➔ 효율성 측정방법 비교

방법	특징	장단점
비율분석 (ratio analysis)	단일 투입요소와 단일 산출물의 비율을 계산하여 개별 단위(DMU)와 표본평균 비교 또는 개별단위(DMU)의 시계열적 변화 분석	(장)효율성 측정방법이 Simple하며, 전체 표본에 대한 비율 비교로 특정 DMU 효율성 정보제공 가능 (단)단일 투입물과 산출물이 가능하고, 비효율에 대한 판단이 자의적일 수 있음
회귀분석 (regression analysis)	다수의 투입요소와 산출물 간의 평균적인 관계를 함수 형태를 설정하여 추정하는 모수적 방법	(장)다수의 투입요소가 가능하며, 특정산업 단위의 경제성 개관 등 거시적 분석 가능 (단)평균적인 실적 수준을 기준으로 분석하기 때문에 기술적 비효율성을 설명하지 못함
변경분석 (frontier analysis)	최상의 수준인 효율변경(eficiency frontier)을 설정하고 실제 수준과의 상대적 효율성을 측정하는 방법이며, DEA와 SFA가 대표적임	(장)최상의 실적을 기준으로 효율성 측정, 효율적인 DMU와 비효율적 DMU 구분가능 (단)대표적 방법인 DEA와 SFA가 방법상 차이가 커서 적절한 방법을 선택하는 문제가 있으며, DEA는 Outlier에 민감하고 SFA는 함수식과 분포의 설정이 필요함

자료: 유금록(2001b) 내용으로 정리

8

3 TLO의 효율성 측정 방법론에 대한 이론적 고찰

DEA와 SFA 분석방법의 특성 및 장단점 비교

구분	DEA 자료포락분석	SFA 확률변경분석
특징	.변경(Frontier)추정을 위해 투입요소와 산출요소간의 관계에 대해 명확한 함수형태를 부여하지 않는 비모수적(non-parametric)방법이며, 수리계획적 방법임	.변경(Frontier)추정을 위한 함수형태를 가지는 모수적(parametric) 방법이며, 계량경제학적 방법임 .잔차가 무작위오차와 비효율성으로 분리됨
장점	.함수 필요 없음 .선형계획(LP)형태로 구성되므로 다수의 산출변수(outputs), 투입변수(inputs) 가능 .벤치마킹의 대상으로 삼을 수 있는 변경(frontier)선상의 준거집단 제공	.가설검정 가능, 신뢰구간 설정가능, 즉, 통계적 유의성 검정으로 모형의 타당성 검정 가능 .비효율성 부분을 엄밀하게 측정 가능
단점	.Outlier에 크게 좌우됨 .비효율성과 무작위오차(noise)가 분리 안 되어 모두 비효율성에 포함 .모형의 타당성 검정할 유의성검정 수단 부재	.회귀모형이므로 산출변수(outputs)가 하나이어야 함(생산함수의 경우) .함수식 필요, 분포의 가정 필요 (잘못된 함수형태 가정시 측정오류 초래)

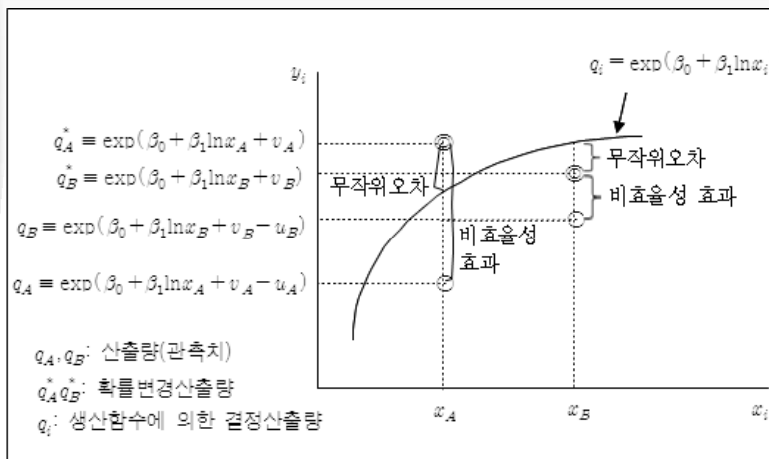
자료: Siegel 외(2003), Chapple 외(2005), 윤경준(1998), 유금록(2001a)내용을 재구성

3 TLO의 효율성 측정 방법론에 대한 이론적 고찰

SFA의 기본 모형식

$$y_i = \alpha + \alpha_i \beta + v_i - u_i$$

산출량, 생산요소, 무작위 오차항, 기술적 비효율성 오차항으로 구성



SFA의 생산함수와 오차항의 관계

자료: Coelli 외 (2005)

3 TLO의 효율성 측정 방법론에 대한 이론적 고찰

→ SFA 모형의 검정

- 모형에서 기술적 비효율성 효과의 존재 여부 검정
일반우도비검정(generalized likelihood-ratio test :LR test)
- 생산함수의 검정(Cobb-Douglas 함수 vs. Translog 함수)

→ SFA를 이용한 효율성 분석 선행연구

- Wang(2007) : 최근 국가 간 경제적 성과에 대한 R&D의 효율성을 비교 분석
- 지홍민(2007) : 우리나라 손해보험사의 효율성 분석
- 유금록(2001a): 공공부문의 관리운영의 효율성을 측정하고 평가하는데 SFA방법의 적용 방법 및 사례 제시
- Siegel 외(2003), Chapple 외(2005), Link외(2005) : 대학 기술이전 효율성 분석

11

3 TLO의 효율성 측정 방법론에 대한 이론적 고찰

→ 선행연구의 한계점 및 본 연구의 방향

- 기술이전 성과와 그 영향요인 분석 위주
- 기술이전 효율성 연구는 분석단위 모호 (주로 대학)
- 경제적 함의 위주 (대학의 기업가적 변화에 대한 함의 부족)
- 대학의 기업가적 활동 수준 파악 : 기술이전 효율성 지표
- 대학의 TLO를 중심으로 기술이전 효율성 측정
- 기술이전 목적을 두가지로 구분(대학재원마련, 대학기술확산)
- 최신 분석기법인 SFA 활용(영향요인 고려, 엄밀한 효율성 측정)

12

4 대학 기술이전의 효율성 분석을 위한 연구설계

➔ 분석자료

- 구(舊) 학진의 「대학 산학협력 백서」와 「대학 연구활동실태조사 보고서」의 자료 활용 (2005~2007년 3년간)

➔ 분석대상 (대학 TLO)

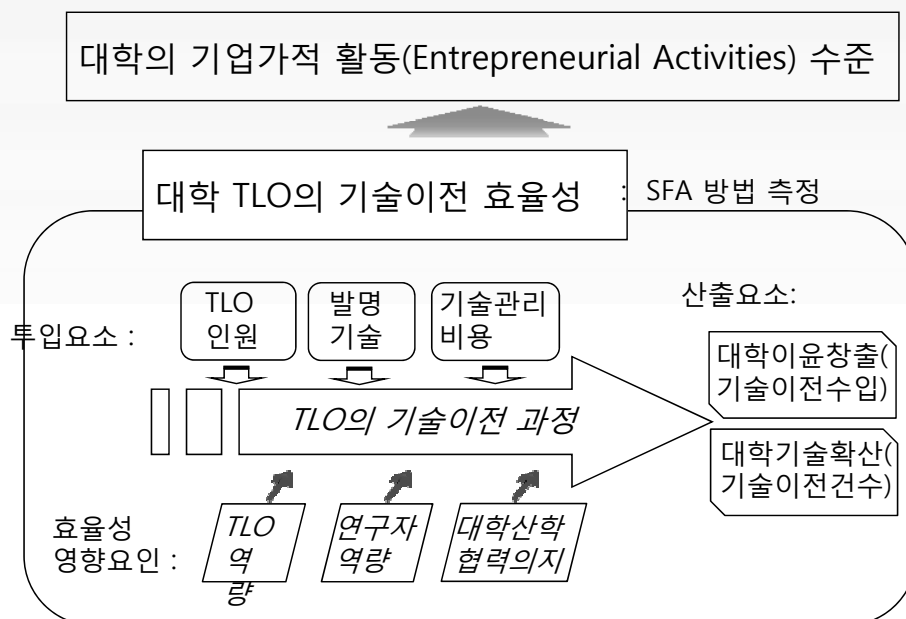
- 일정 기준이상의 기술이전 실적이 있는 대학만 분석에 포함
- 연 평균 1천만원 이상 기술이전 수입, 2년 이상의 기술이전 수입 실적
=> 42개교

구분		2005년	2006년	2007년	평균
대학수	전체	132	134	140	135
	분석대상	39	42	42	42
	비율(%)	30%	31%	30%	30%
기술이전수입	전체대학	6,323	9,033	16,415	10,590
	분석대상	6,222	8,720	15,540	10,160
	비율(%)	98%	97%	95%	96%
기술이전건수	전체	587	563	951	700
	분석대상	541	499	825	621
	비율(%)	92%	89%	87%	89%

13

4 대학 기술이전의 효율성 분석을 위한 연구설계

➔ 대학 TLO의 기술이전 효율성 연구 분석틀



14

4 대학 기술이전의 효율성 분석을 위한 연구설계

➔ 분석모형 (SFA 분석기법 적용 -Cobb-Douglas 생산함수)

$$Model 1: \ln \text{기술이전수입} = \beta_0 + \beta_1 \ln TLO \text{인원} + \beta_2 \ln \text{발명기술건수} + \beta_3 \ln \text{기술관리비용} + v_i - u_i$$

$$Model 2: \ln \text{기술이전건수} = \beta_0 + \beta_1 \ln TLO \text{인원} + \beta_2 \ln \text{발명기술건수} + \beta_3 \ln \text{기술관리비용} + v_i - u_i$$

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 TLO \text{축적경험} + \delta_2 \text{연구자 역량} + \delta_3 \text{대학산학협력의지} + w_i$$

* 분석모형은 SFA 분석방법을 적용하여 구축함 (Cobb-Douglas 생산함수와 Translog 생산함수, 즉 두개의 생산함수 이용)

4 대학 기술이전의 효율성 분석을 위한 연구설계

➔ 대학 TLO의 효율성 측정변수

구분	변수명	측정내용	측정지표	관련연구
산출변수: Y (outputs)	INCOM	대학이윤창출	기술이전 수입료	Siegel(2003), Link(2005), Chapple(2005), Anderson(2007)
	AGREEM	대학기술확산	라이선싱 체결 건수	Siegel(2003), Link(2005), Chapple(2005), Anderson(2007)
투입변수: X (inputs)	TLOPEO	기술이전 인력	TLO 직원 수	Siegel(2003), Link(2005), Chapple(2005), Rogers(2000)
	TECHPA	발명기술 건수	특허 출원 건수	*발명신고건수: Siegel(2003), Link(2005), Chapple(2005)
	TECHEXP	기술관리 비용	기술(특허) 관리 관련 비용	Siegel(2003), Link(2005), Chapple(2005)

구분	효율성영향요인	변수명	측정지표	관련연구
환경변수: Z	TLO의 축적된 경험	TLOAGE	TLO 연혁(나이)	George(2005), Siegel(2003), Link(2005), Carlsson(2002)
	연구자의 역량	PROFSCI	연구자의 연구역량 (이공계 교수 1인당 SCI 논문 수)	Thursby&Kemp(2002), Rogers, Van Looy(2004), 박규호(2008)
		PROFPRGR	연구자 산학협력역량(이공계 교수 1인당 민간연구비수주금액)	Feldman(2002)
	대학의 산학 협력 의지	PROFEVTT	교원 업적평가에 기술이전 실적 포함 여부	*발명자보상: Link&Siegel(2005), Friedman&Silberman(2003),
STAFINCENT		기술이전 기여자(직원)보상	Bercovitz(2001)	

5 분석의 결과

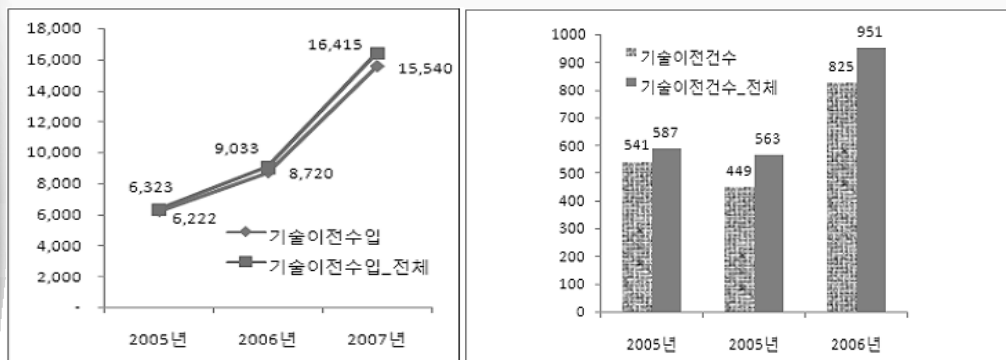
➔ 측정지표 별 통계현황 (3년간) (N=123개(42교×3년), 단위 : 백만원, 명, 건수)

변수 구분	측정지표 (변수명)	평균	중간값	최소값	최대값	표준편차
대학이윤창출	기술이전 수입 (INCOM)	248	108	0.0	3,082	389
대학기술확산	기술이전 건수 (AGREEM)	15.2	9.0	0.0	139.0	17.3
기술이전인력	TLO 직원 수 (TLOPEO)	4.8	4.0	0.0	18.0	3.2
발명기술건수	특허출원 건수 (TECHPA)	123	65	2	811	147
기술관리비용	특허관련 총비용 (TECHEXP)	253	130	2	2,499	380
TLO축적된경험	TLO 연혁(나이) (TLOAGE)	5.0	4.0	1.0	19.0	3.1
연구자의 역량	연구자 연구역량 (SCI논문수1인당)(PROFSCI)	0.8	0.6	0.0	4.1	0.7
연구자의 역량	연구자 산학협력역량 (민간연구비1인당)(PROFPRGR)	21.9	14.9	0.0	180.4	28.7
대학산학협력의지	업적평가기술이전(PROFEVTT)	0.4	0.0	0.0	1.0	0.5
대학산학협력의지	기술이전 기여자 보상 (STAFINCENT)	0.6	1.0	0.0	1.0	0.5

17

5 분석의 결과

➔ 기술이전 수입 및 기술이전 건수 (분석대상 vs. 전체대학)



18

5 분석의 결과

② 대학의 기술이전 효율성 모형의 SFA측정결과 (Model2_C)

분석모형	Model2_C (대학기술확산의 효율성)		
모형설명	산출변수: 기술이전건수InAGREEM, Cobb_Douglas함수		
변수(Variable)	추정치(Coefficients)	Standard Error	t-value
<i>Stochastic Frontier</i>			
Intercept	1.343***	0.282	4.764
lnTLOPEO	0.041	0.110	0.368
lnTECHPA	0.530***	0.116	4.583
lnTECHEXP	-0.129	0.102	-1.268
<i>Inefficiency model</i>			
intercept	2.876***	1.022	2.815
TLOAGE	-0.941***	0.319	-2.955
PROFSCI	-2.849***	1.109	-2.570
PROFPRGR	0.095***	0.027	3.524
PROFEVTT	-5.697***	1.423	-4.003
STAFINCENT	-2.310**	1.026	-2.252
σ^2 (sigma-squared)	7.721***	0.947	8.154
γ (gamma)	0.965***	0.011	88.365
Log-likelihood	-172.833		
LR test of one-sided error	117.704***		
Average technical efficiency	0.520		

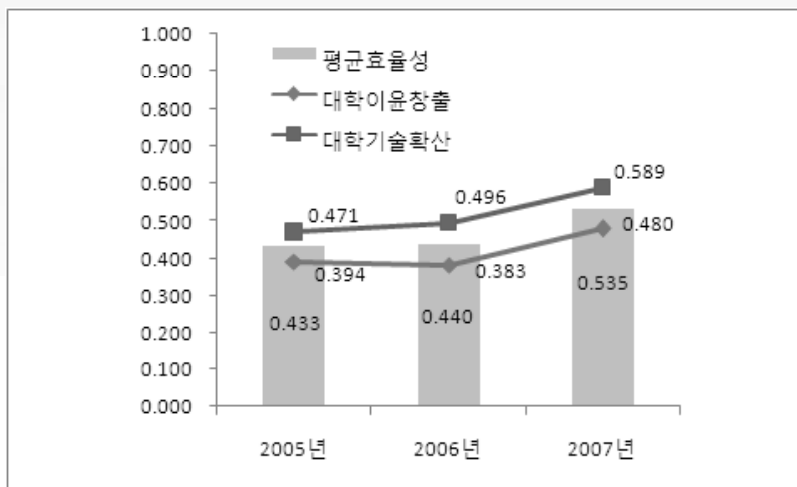
주) t-value significance *p<.10, **p<.05, ***p<.01. (t분포의 단측검정)

LR test : Critical value for mixed- χ^2 -distribution with 7 restrictions is 17.755 at 1% level

19

5 분석의 결과

② 대학 기술이전 효율성 측정결과 (SFA방법)



- 3년간 대학이윤창출 효율성은 평균 11% 증가, 대학기술확산 효율성은 평균 12%증가

20

5 분석의 결과

➔ 두 분석모형간 효율성값이 더 높은 TLO의 수 비교

구분	2005년	2006년	2007년	평균효율성
대학이윤창출(Model1_T)의 효율성이 더 높은 TLO수	15	10	10	9
대학기술확산(Model2_C)의 효율성이 더 높은 TLO수	24	32	32	33

➔ 모형별 효율성값 상위 20%의 대학 TLO

모형구분	효율성 값 상위 20%에 포함된 대학TLO								
대학이윤창출(Model 1_T)	U.2	U.4	U.10	U.15	U.19*	U.25*	U.31	U.36	U.37
대학기술확산(Model 2_C)	U.9	U.17	U.19*	U.21	U.25*	U.35	U.38	U.41	U.42

* 모형 1과 모형2의 상위 20%에 모두 포함된 대학TLO (2개 대학)

5 분석의 결과

➔ 대학 TLO의 기술이전 효율성에 대한 영향요인 분석결과

영향요인_환경변수	TLO축적경험	연구자 역량		대학 산학협력 의지	
		1인당 SCI논문 (PROFSCI)	민간연구비 수주액1인당 (PROFPRGR)	업적평가시 기술이전반영 (PROFEVTT)	기여자(직원) 보상제도 (STAFINCENT)
대학이윤창출 효율성 (Model1)	+	+	-	+	.
대학기술확산 효율성 (Model2)	+	+	-	+	+

주 : (+) 효율성 증가요인, (-) 효율성 감소요인, (.) 통계적 유의미하지 않음

5 분석의 결과

➔ 연구가설 (TLO기술이전 효율성의 영향요인에 대한 연구가설)

- 가설 A1 : TLO의 기술이전활동을 통한 대학이윤창출의 효율성은 TLO의 축적된 경험이 많을수록 높을 것이다.
 A1-1: 대학이윤창출의 효율성은 TLO의 연혁(나이)이 오래될수록 높을 것이다.
- 가설 A2 : 대학이윤창출의 효율성은 연구자의 역량이 클수록 높을 것이다.
 A2-1: 대학이윤창출의 효율성은 연구자 연구역량(1인당 SCI논문수)이 클수록 높을 것이다.
 A2-2: 대학이윤창출의 효율성은 연구자 산학협력역량(1인당 민간연구비 수주금액)이 클수록 높을 것이다.
- 가설 A3 : 대학이윤창출의 효율성은 대학의 산학협력의지가 있는 경우 높을 것이다.
 A3-1: 대학이윤창출의 효율성은 교원업적평가제도에 기술이전실적이 포함되었을 경우 높을 것이다.
 A3-2: 대학이윤창출의 효율성은 기술이전 기여자 보상제도가 있을 경우 높을 것이다.
- 가설 B1 : TLO의 기술이전활동을 통한 대학기술확산의 효율성은 TLO의 축적된 경험이 많을수록 높을 것이다.
 B1-1: 대학이윤창출의 효율성은 TLO의 연혁(나이)이 오래 될수록 높을 것이다.
- 가설 B2 : 대학기술확산의 효율성은 연구자의 역량이 클수록 높을 것이다.
 B2-1: 대학기술확산의 효율성은 연구자 연구역량(1인당 SCI논문수)이 클수록 높을 것이다.
 B2-2: 대학기술확산의 효율성은 연구자 산학협력역량(1인당 민간연구비 수주금액)이 클수록 높을 것이다.
- 가설 B3 : 대학기술확산의 효율성은 대학의 산학협력의지가 있는 경우 높을 것이다.
 B3-1: 대학기술확산의 효율성은 교원업적평가제도에 기술이전실적이 포함되었을 경우 높을 것이다.
 B3-2: 대학기술확산의 효율성은 기술이전 기여자 보상제도가 있을 경우 높을 것이다.

23

5 분석의 결과

➔ TLO기술이전 효율성의 영향요인에 대한 연구가설의 검정요약

구분	가설 번호		영향여부 ¹⁾	채택여부
대학이윤창출 효율성 (Model 1)	가설A1	가설A1-1	+	○
		가설A2	가설A2-1	+
		가설A2-2	-	×
	가설A3	가설A3-1	+	○
		가설A3-2	.	×
	대학기술확산 효율성 (Model 2)	가설B1	가설B1-1	+
가설B2			가설B2-1	+
		가설B2-2	-	×
가설B3		가설B3-1	+	○
		가설B3-2	+	○

주) 영향여부 : (+) 효율성 높임, (-) 효율성 낮춤, (.) 통계적으로 유의하지 않음

24

6 연구의 함의 및 연구의 한계

→ 연구의 함의

- 대학 기술이전의 효율성 측정을 통한 기업가적 활동수준을 파악하는 분석틀 제시
- 대학의 기술이전 실적과 효율성이 증가 추세이나 전반적으로 효율성은 높지 않음
- TLO의 축적된 경험 중요 (경험차이 해소 노력 필요)
- 연구자의 연구역량은 기술이전 효율성을 높이는 반면 민간연구비 수주실적은 그렇지 못한 것으로 나타남
- 대학의 산학협력의지 중요 (교원업적평가제도, 기술이전 기여자 보상제도)
- 기술이전의 두가지 목적(이윤창출, 기술확산)을 고려한 정책추진

25

6 연구의 함의 및 연구의 한계

→ 연구의 한계

- TLO가 본격적으로 활동한 시기가 얼마 안됨
(대학 기술이전의 효율성에 대한 안정적 분석에 한계)
- TLO를 둘러싼 환경요인만 영향요인으로 포함
(TLO 내부요인인 관리운영상의 비효율적 요인은 고려하지 못함)
- 대학의 기업가적 활동으로 TLO의 기술이전만 분석
(대학-산업계간의 기술이전의 다양한 형태와 채널을 고려 못함)
- 수집된 데이터에 의한 계량분석에 그침
(현장의 상황을 잘 반영하기 위해 사례분석 등 질적연구 필요)

※ 본 발표자료는 발표자의 박사학위논문 내용을 정리한 것임. 발표자료에 인용된 참고문헌의 서지사항은 동 학위논문에서 확인바람.
한동성 (2009) 「대학기술이전의 효율성에 관한 연구」 박사학위논문 고려대학교 대학원

26