



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사학위논문

DEA기법을 활용한 인력양성사업의
대학 간 효율성 분석
- 「자원개발특성화대학」 사업을
중심으로

An Efficiency Analysis of 「Korea Energy and
Mineral Resources Engineering Program」 using
Data Envelopment Analysis

2013년 2월

서울대학교 대학원
에너지시스템공학부
이 주 연

DEA기법을 활용한 인력양성사업의
대학 간 효율성 분석

- 「자원개발특성화대학」 사업을 중심으로

An Efficiency Analysis of 「Korea Energy and Mineral
Resources Engineering Program」 using Data Envelopment Analysis

지도교수 허 은 녕

이 논문을 공학석사학위논문으로 제출함

2012년 12월

서울대학교 대학원

에너지시스템공학부

이 주 연

이주연의 석사학위논문을 인준함

2012년 12월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

초 록

우리나라 정부가 추진하는 자원개발 분야의 인력양성은 지난 2006년 산업 인력 교육인 ‘자원개발 아카데미’가 시행되었고, 대학의 기초 인프라 구축을 지원하기 위한 기초인력양성사업은 「자원개발 특성화대학」사업이 2009년부터 최초로 시행되었다. 본 사업은 자원개발학과가 존재하는 대학 중 10개 대학을 특성화대학으로 지정하여 지원하는 형식이며, 총 지원기간은 5년으로 3차 연차평가만이 이루어졌으며, 최종 성과분석은 아직 이루어지지 않았다.

본 연구의 목적은 우리나라에서 처음으로 실시된 자원개발 기초인력양성 사업이자 대학지원사업인 「자원개발 특성화대학」사업의 효율성을 분석하는 것이다. 기존 정부의 인력양성사업 평가 및 대학평가는 주로 성과지표를 이용한 정성적 효과 분석이 이루어졌다. 본 연구는 각 대학의 규모와 특성을 고려하고, 사업의 목적에 부합하는 성과의 다양한 측면을 반영하는 효율성 개념을 기초로 하는 DEA 방법을 활용하여 10개의 자원개발 특성화대학에 대해 상대적 효율성을 분석을 시도하였다. 사업의 목적과 기대효과에 맞는 투입 및 산출변수를 선정하여 효율적 대학을 파악하고 효율적 및 비효율적 대학의 특성을 규명하고자 하였다.

본 연구에서는 「자원개발 특성화대학」사업의 성과인 인력양성, 교원 확보, 연구 실적을 변수로 설정하여 종합, 인력양성 및 연구 부문으로 나누어 효율성 분석을 하였다. 연도별 효율성 지수를 파악하고 대학들의 3년 동안의 효율성 추이를 분석하였다. 종합효율성 분석 결과, 10개 대학 중 효율적 대학이 4 ~ 6개로 나타났고, ‘11년 취업률 부문에서 효율적 대학은 8개로 나타났다. Window분석을 통해 연도별 효율성 지수를 파악하고 대학들의 3년 동안의 효율성 추이를 분석한 결과, 7개 대학은 효율성 지수에 큰 변동

이 없었고, 3개 대학은 효율성이 급격하게 하락한 것으로 나타났다.

본 연구는 「자원개발 특성화대학」 사업의 실증분석을 통해 인력양성사업의 대학 간 효율성 분석을 처음 시도하였다는 것에 의의가 있겠다. 효율성 분석 결과 자원개발 특성화대학 중 연도별 및 부문별로 효율적인 대학이 50%이상으로 결과가 나온 것으로 볼 때, 「자원개발 특성화대학」 사업의 효과가 높다고 판단할 수 있었다. 또한, 비효율의 원인을 파악하고 효율성 개선을 위한 투입과 산출변수의 목표치 및 조정비율과 투입·산출 구조가 유사한 효율적 DMU인 참조집단을 알아보았다. 이런 결과를 이용하여 비효율적 대학들은 동질적인 효율적 대학들을 벤치마킹하여 실질적 투입 및 산출변수를 조정하여 효율성을 개선할 수 있을 것이다.

주요어: 인력양성사업, 자원개발 특성화대학 사업, 상대적 효율성, DEA기법
(Data Envelopment Analysis)

학번: 2009-21055

목 차

I. 서론	1
1.1. 연구의 배경 및 목적	1
1.2. 기존 연구의 검토	4
1.2.1. 대학평가 관련 선행 연구	4
1.3. 연구의 개요	7
2. 연구의 이론적 배경	8
2.1. 우리나라 대학평가 제도	8
2.1.1. 교육과학기술부	8
2.1.2. 한국대학교육협의회	12
2.2. 인력양성사업 평가	18
2.2.1. 인력양성정책 성과분석	18
2.2.2. 효율성 분석	20
2.2.3. 인적자본 축적모형	23
2.3. 자료포락분석(Data Envelopment Analysis)	29
2.3.1. 자료포락분석(DEA)의 정의	29
2.3.2. 선행연구 분석	39
3. 에너지·자원 인력양성사업	46
3.1. 우리나라의 자원개발 인력양성사업	46
3.1.1. 정부의 에너지·자원 인력양성 정책	46
3.1.2. 자원개발 인력양성 정책	49
3.2. 해외의 자원개발 인력양성사업	54
3.2.1. 일본의 인력양성 정책	54
3.2.2. 호주의 인력양성 정책	58
3.2.3. 중국의 인력양성 정책	60

3.2.4. 유럽의 인력양성 정책	61
4. 실증분석	63
4.1. 모형 설계	63
4.1.1. 분석자료	63
4.1.2. 분석모형	67
4.2. 효율성 분석 결과	71
4.2.1. 종합효율성 분석	71
4.2.2. 인력양성 부문 효율성 분석	76
4.2.3. 연구 부문 효율성 분석	80
4.3. 효율성 결과 분석	82
4.3.1. 모형별 준거집단 및 참조횟수	82
4.3.2. 효율성 개선방향 분석	87
5. 결론	99
5.1. 요약	99
5.2. 정책 제언	102
5.3. 결론	104
참 고 문 헌	106

표 목 차

[표 1] DEA를 활용한 국내 대학평가 선행연구 요약.....	5
[표 2] DEA를 활용한 해외 대학평가 선행연구 요약.....	6
[표 3] 대학종합평가에서 사용된 대학원 평가의 준거.....	9
[표 4] 산업계 관점의 대학평가 평가내용 구성	11
[표 5] 대학평가인정제 추진절차.....	15
[표 6] 대학종합평가 평가영역 및 평가부문.....	16
[표 7] 학문분야평가 인정제 추진 절차.....	17
[표 8] DEA/Window 특성	38
[표 9] 에너지·자원인력양성사업 구성도	48
[표 10] 에너지·자원분야 성별·학위별 인력양성 현황.....	51
[표 11] 에너지·자원 전문인력 수급차(2007년 ~ 2015년>.....	52
[표 12] JOGMEC 및 석유개발기술본부에서 실시하는 기술강좌 목록.....	56
[표 13] 호주 광업고등교육협의회 교육 과정.....	59
[표 14] 자원개발특성화대학 현황	64
[표 15] 투입요소 및 산출요소, 및 산출방법	66
[표 16] 종합효율성 분석 모형	68
[표 17] 인력양성 부문 효율성 분석 모형 1.....	69
[표 18] 인력양성 부문 모형 2	69
[표 19] 연구부문 효율성 분석 모형	70
[표 20] 종합효율성 분석 투입 및 산출변수 기술 통계 분석	71
[표 21] 종합효율성 분석 결과	73
[표 22] DEA/Window 분석 결과.....	74
[표 23] 취업률 관련 효율성 분석 투입 및 산출변수 기술통계량	76
[표 24] 진학률 관련 효율성 분석 투입 및 산출변수 기술통계량	77
[표 25] 취업률 관련 효율성 분석 결과	79
[표 26] 진학률 관련 효율성 분석 결과	79

[표 27] 연구 부문 효율성 분석 투입 및 산출변수 기술통계량	80
[표 28] 연구부문 효율성 분석 결과	81
[표 29] 2011년도 종합효율성 참조준거집단 및 참조횟수	82
[표 30] 취업률 관련 준거집단 및 참조횟수	84
[표 31] 진학률 관련 준거집단 및 참조횟수	85
[표 32] 연구 부문 준거집단 및 참조횟수	86
[표 33] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)·	88
[표 34] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)·	89
[표 35] 취업 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)	91
[표 36] 취업 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)	92
[표 37] 진학 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)	94
[표 38] 진학 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)	95
[표 39] 연구 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)·	97
[표 40] 연구 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)·	98
[표 41] 종합효율성 참조준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)	111
[표 42] 취업률 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)	112
[표 43] 진학률 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)	113
[표 44] 연구부문 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)	114
[표 45] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)·	115
[표 46] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)·	117
[표 47] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)·	119
[표 48] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형 ...	121
[표 49] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)·	122
[표 50] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)·	122
[표 50] 취업률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)	123
[표 51] 취업률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)	124
[표 52] 취업률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)	125
[표 53] 취업률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)	126

- [표 54] 진학률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)127
- [표 55] 진학률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)128
- [표 56] 진학률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)129
- [표 57] 진학률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)130
- [표 58] 진학률부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)131
- [표 59] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)·132
- [표 60] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)·132
- [표 61] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)·133
- [표 62] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)·134
- [표 63] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)·135
- [표 64] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)·135

그 립 목 차

<그림 1> Farrell의 효율성	31
<그림 2> CCR 모형	34
<그림 3> 산출기준 BCC모형	36
<그림 4> 에너지자원 인력양성사업 지원 실적	72
<그림 5> 종합효율성 변화(A ~ E) 추이	72

1. 서 론

1.1. 연구의 배경 및 목적

21세기는 지식기반사회로 고급인력 양성이 국가경쟁력을 결정하는 요소이며, 전문 인력을 양성하는 것이 무엇보다 중요하다. 대학은 지식의 습득 및 창출을 통해 우수한 인력을 양성하는 대표적인 교육 기관이다. 우리나라 정부는 인적 자원의 양성을 위해 대학교육 외에 과학기술인력양성정책, 정보통신인력양성사업 및 에너지·자원인력양성정책 등 각 학문 분야별로 인력양성정책을 수립하고 지원하고 있다.

대학평가는 교육 수요자인 학부모, 학생 및 기업체 등에게 각 대학과 학과의 교육의 효율성과 장·단점을 알 권리를 보장하며 공급자인 대학과 학과 역시 교육의 효율성 향상을 위한 정보를 제공하며 교육정책의 측면에서는 대학교육에 투자되는 재원의 적절한 배분을 역할을 담당한다(김태유·허은영, 2000). 우리나라뿐만 아니라 세계적으로 대학의 평가를 통해 자기점검 및 대학 간 경쟁을 유도하여 교육의 질을 높이고 있다. 정부정책에 의한 인력양성사업의 평가는 관련 법률에 의해 국가연구개발사업 자체평가 또는 ‘한국에너지기술평가원’ 등의 정부기관을 통해 절대적 성과평과를 실시하고 있다. 세계적인 대학평가, 우리나라 대학종합평가 및 인력양성사업의 평가는 대부분 성과에 대한 효과성 위주의 평가를 하고 있다. 이러한 평가들은 객관성과 공정성에 주요 평가기준으로 하여 각 대학의 특성을 고려하지 않은 획일적인 평가라고 볼 수 있으며 양적 위주의 평가나 평가항목의 과도한 설정 등의 문제점을 가지고 있어, 각 대학의 성과를 평가하는데 미흡하다는 지적을 받아 왔다(강병운, 2005; 교육인적자원부, 2004, 2006; 신현대, 2006; 이영호, 2007; 한국

대학교육협의회, 2007).

대학 및 정부정책에 의한 인력양성사업은 경제학에서 말하는 이윤추구를 목적으로 하는 조직이 아니기 때문에 대학의 성과는 화폐가치로 환산하기 어려운 다양한 형태로 나타난다. 효율성은 투입과 산출에 대하여 화폐로 환산하지 않고 있는 그대로의 측정단위를 사용하여 측정할 수 있기 때문에 학교와 공공기관과 같은 서비스 조직의 성과 측정을 위한 개념으로 적합한 것으로 평가되고 있다. 또한 제한된 자원으로 보다 높은 성과를 나타낸 교육기관이 우수한 것으로 평가받기 위해서는 교육투자와 교육성과의 상대적인 개념인 효율성에 근거한 평가 방법이 필요하다(김태유·허은녕, 2000).

공공기관 및 교육조직 등 비영리 기관의 상대적 효율성 분석에 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)을 활용되고 있으며, 국내외에서 연구가 진행되고 있다. 자료포락분석은 다수의 투입-산출 변수를 활용하여 유사한 목적을 위해 조직된 의사결정단위(DMU)들간의 상대적 효율성을 측정하는 기법이다. DEA에 의한 대학의 효율성 평가를 통해 평가대상 대학들에 비해 어느 정도로 효율적인 지를 수치로 나타나고 효율적인 대학이 되기 위하여 참조할 수 있는 준거집단을 제시하며, 비효율의 원인과 개선방향에 대한 정보를 제공하는 장점이 있다.

본 연구에서는 DEA를 활용하여 인력양성사업의 효율성 분석을 시도하고 효율적 및 비효율적 기관의 특성을 규명하는 데 그 목적을 두고 있다. 에너지·자원분야의 인력양성사업인 「자원개발 특성화대학」 사업의 실증분석을 통해 인력양성사업의 대학 간 효율성을 분석하고자 한다.

정부는 자원개발 전문인력을 체계적으로 양성하기 위해 지난 2009년부터 「자원개발 특성화대학」 사업을 시행하고 있다. 이 사업으로 외환위기 이후 붕괴상태에 있는 자원개발 관련 대학 교육을 정상화하고, 전문인력의 양성 및 공급시스템을 구축함으로써 해외자원개발사업을 원활하게 수행하게 될 것으

로 기대하고 있다. 정부는 ‘자원개발 특성화대학’으로 10개 대학을 선정하였고 2013년까지 5년간 정부예산과 자원개발 공기업의 매칭펀드를 재원으로 조성하여 특성화대학에 지원하고 있다. 매년 각 대학별로 실적보고서와 현장실사를 통해 정부와 사업전담기관이 평가위원회를 구성하여 연차평가를 실시하였다. 일반 대학의 성과평가와 같이 평가항목을 만들고 항목별로 실적 자료나 평가위원의 주관적 판단에 근거하여 점수를 부여하며, 평가항목의 점수를 가중 합산하여 총점을 산출한다. 이러한 평가는 획일적인 평가를 유도하고 있어서 각 대학의 효율성과 교육의 질을 평가하는 데에는 한계가 있다(신현대, 2006).

한 방안과 향후 자원개발 인력양성 정책에 대한 시사점을 도출해 보고자 한다.

1.2. 기존 연구의 검토

1.2.1. 대학평가 관련 선행 연구

우리나라 및 해외에서도 DEA를 이용한 대학평가 및 특정학과 평가에 대한 선행 연구가 이루어졌다. 우리나라 대학의 효율성 분석 연구에는 <표1>과 같이 광영진(1993), 최태성·김성호·김형기(1997), 안태식·조군제·박태종(1998), 천세영(2000), 김인재(2000), 나민주(2004), 신현대(2004), 나민주·김민희(2006), 김성훈·이호섭(2008), 신현대·권기현·서익석(2009), 이석열(2009) 등이 있다.

국외 연구로는 Ahn, Arnold, Chanes & Cooper(1990), Ahn & Seiford(1993), Cyrii & Green(1988), Johnes(1996), Stern, Mehrez & Barboy(1993), Martin(2003), Leitner, Prikozovits, Linzatti, Stowasser & Wagner(2007), George, Nickolaos & Stavros(2010) 등이 있고 <표 2>에 요약하였다.

공공기관 및 공공서비스 효율성 평가에 관한 연구도 다음과 같이 활발하게 진행되었다. 지방정부(이혁주·박희봉, 1996; 임석민, 1996; 문춘걸, 1998; 김성중, 2000; 송건섭·이곤수; 2004), 보건소(윤경준, 1995; 박창제, 1997; 유금록, 2003), 문화예술시설(이상철·고수정·장철영, 2006), 지방공영개발사업(유금록, 2006) 등 다양한 연구가 진행되었다..

<표 1> DEA를 활용한 국내 대학평가 선행연구 요약

연구자	평가대상	비고
곽영진 (1993)	국립종합대학 (20개)	
최태성, 김성호, 김형기(1997)	국내 18개 대학 (인문사회계열)	효율성 100% 대학(11개)
민재형, 김진한 (1998)	서울특별시 21개 도서관	효율성100% 대학(16개)
안태식, 조군제, 박태중(1998)	국·공립·사립대학(77개) (전체 통계치 활용)	병원과 공대중 심(37개 대학이 효율성 100%)
천세영 (2000)	인문계 고등학교 (21개교)	효율성100% 대학(15개)
김인재 (2000)	수도권 대학(8개교) (교육부 특성화단)	6년치 자료 (‘95-’00년)
나민주, 김민희(2006)	OECD의 15개국	
김성훈, 이호섭(2008)	대학평가 국내논문 (5개의 선행연구)	총합데이터와 단위지수 데이터 사용

<표 2> DEA를 활용한 해외 대학평가 선행연구 요약

연구자	평가대상	비고
Rhodes (1978)	Program Fellow Through (PFT)	집단간의 성과 비교
Bessent (1980)	미국공립초등학교 (55개)	-
Charnes Cooper & Rhodes (1981)	미국공립학교 (70개)	-
Cyrii & Green (1988)	미국대학교	-
Ahn, Arnold Chanes & Cooper (1990)	텍사스州的 고등 교육협의회 분석 결과를 DEA에 적용	-
Stern, Mehrez, Barboy (1993)	이스라엘의 Ben-Gurion University(BGU)	21개중 6개가 효율성 100%
Avkiran(1999)	호주의 36개 대학	
Martin(2003)	스페인 사라고사 대학의 52개 학과	-
Leitner, Prikozovits, Linzatti, Stowasser & Wagner(2007)	오스트리아 12개 대학 자연기술과학과	학과 규모별 효율성 분석
George, Nickolaos & Stavros(2010)	그리스 테살리 대학의 16개 학과	

1.3. 연구의 개요

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 제2장에서는 대학평가 제도 및 인력양성사업 평가 방법에 대해 서술하고 효율성 평가 방법인 자료포락분석(DEA) 및 DEA를 활용한 대학 및 학과 평가에 대한 선행연구를 기술하였다.

제3장은 우리나라 및 주요국의 자원개발 인력양성 정책에 대하여 알아보았다.

제4장에서는 ‘자원개발 특성화대학’으로 선정된 10개 대학을 대상으로 자료포락분석(DEA)을 이용한 실증 분석 결과를 기술한다. ‘자원개발 특성화대학’ 사업은 2009년 시작하여 현재 사업을 수행 중이며, 실증 분석의 기간은 ‘자원개발 특성화대학’ 사업이 시작된 2009년부터 2011년까지 3년이다.

마지막 제5장에서는 본 연구의 결론을 제시하고 연구의 의의 및 정책적 함의를 알아보고 향후 연구방향에 대해 정리하였다.

2. 연구 이론적 배경 및 현황

2.1. 우리나라 대학평가 제도

2.1.1. 교육과학기술부

대학재정지원평가의 기본방향은 대학이 정한 목표인 교육중심 또는 연구 중심에 비중을 두고 평가하여 재정을 차등 지원함으로써 대학특성화를 적극 유도하고 재정지원 대학의 경쟁력을 제고하는 것이다. 또한, 대학의 사업성과 및 국고지원금 집행결과 점검 등 사후관리를 강화하여 사업의 효과성을 제고하고자 하는 것이다.

(1) 대학종합평가

제1차 대학종합평가에서 사용된 대학원 평가의 준거는 <표 3>에 제시되어 있다. 평가영역은 교육과정, 수업 및 논문지도, 교수, 시설·설비, 그리고 재정·경영의 5가지 영역으로 구성되어 있으며, 각 영역별 배점은 총점 100점에 20점, 36점, 22점, 12점, 그리고 10점이다. 점수 배분에서 볼 수 있듯이, 대학종합평가에서는 대학원의 연구 및 봉사 기능보다는 교육 기능에 보다 많은 초점을 맞추고 있음을 알 수 있다.

<표 3> 대학종합평가에서 사용된 대학원 평가의 준거

평가부문	평가항목	주요 지표
교육과정 (20)	대학원 교육목적의 적절성 (6)	<ul style="list-style-type: none"> • 교육목적의 학문적·사회적 적합도 • 이념·교육목적·목표의 체계성 • 교육목표 진술의 명료도
	교육과정 편제의 적절성 (6)	<ul style="list-style-type: none"> • 교육목적에의 적합성 • 필수와 선택의 구성비 • 교육목적 반영의 적절성
	전공간 연간 개설 학점수의 적절성 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 1년간 전공 당 연간 개설 • 학점수
	학부·대학원과정 연계 운영 상태 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • 학부·대학원 과정의 연계 정도 • 선·후수 과목의 적절한 배치
시설·설비 (12)	실험실습실의 적절성 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • 대학원용 실험실습실의 확보 상태 • 실험실습실의 관리 상태
	대학원용 실험실습설비의 확보 (6)	<ul style="list-style-type: none"> • 대학원용 실험실습 설비의 종류·점수 • 확보 정도
	대학원생 연구공간의 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 대학원생 1인당 연구공간 면적 (세미나실 등 포함)
재정·경영 (10)	학생 장학금 수혜액의 적절성 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 3년간 대학원생 1인당 장학금 (학·내외)
	학사관리의 적절성 (2)	<ul style="list-style-type: none"> • 수강신청에 대한 교수의 지도 상태 • 학점관리의 엄정성 • 입학·졸업·학점이수 관리의 적절성
	설치학과의 적절성 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 및 지역사회 요구에의 적절성 • 대학교육 및 연구 여건에의 적절성
	학생 선발의 합리성 (6)	<ul style="list-style-type: none"> • 학생 선발 방법과 기준의 합리성 • 학생 선발 기준 적용의 엄정성 • 학생 선발의 공정성 • 학생 출신학교 구성의 다양성

평가부문	평가항목	주요 지표
수업 및 논문지도 (36)	수업의 충실성 (6)	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 1년간 수업 휴강률 • 수업계획서의 작성·배포 정도 • 최근 1년 간 강좌별 계획된 교육내용 이수 정도
	학생의 연구과제 참여도 (6)	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 3년간 교수 연구에 참여한 대학원생 비율 (계열별 구분) • 학생의 연구 및 학술활동
	논문지도의 충실성 (8)	<ul style="list-style-type: none"> • 논문지도 방법의 적절성 • 논문계획 심사 및 논문작성 지도 • 정기적인 논문결과 공개 발표 기회 제공 • 논문지도 활동에 대한 학생의 만족도
	학위논문 심사제도의 합리성 및 공정성 (6)	<ul style="list-style-type: none"> • 심사위원 구성 실태 • 심사 실시 실태 • 심사 절차의 적절성 (명예박사 포함)
	대학원 졸업생의 취업률 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 3년간 미취업 학위취득자 중 취업 비율

평가부문	평가항목	주요 지표
교수 (22)	교수 논문지도 학생수의 적절성 (4)	• 최근 3년간 논문지도 교수 1인당 논문지도 학생수
	전공과정별 논문지도 교수의 확보 (6)	• 전공지도 논문지도 교수수
	담당 교수 및 강사의 박사학위 취득 정도 (4)	• 담당 교수 및 강사의 박사학위 취득률 (예체능계 제외)
	대학원 담당 교수의 연구실적 (8)	• 최근 3년간 대학원 담당교수 1인당 연구 실적
	교수 논문지도 학생수의 적절성 (4)	• 최근 3년간 논문지도 교수 1인당 논문지도 학생수
	전공과정별 논문지도 교수의 확보 (6)	• 전공지도 논문지도 교수수
	담당 교수 및 강사의 박사학위 취득 정도 (4)	• 담당 교수 및 강사의 박사학위 취득률 (예체능계 제외)
	대학원 담당 교수의 연구실적 (8)	• 최근 3년간 대학원 담당 교수 1인당 연구 실적

<자료 : 한국대학교육협의회 자료 재구성: <http://eval.kcue.or.kr>>

2.3.2. 한국대학교육협의회

한국대학교육협회 법 제18조에 따라 한국대학교육협의회(이하 대교협)에서는 대학교육과 대학행정의 발전을 위하여 그에 필요한 자료를 확보하고 주기적으로 대학의 학사 및 운영전반에 관한 평가를 실시하고, 평가의 결과는 지체 없이 교육부 장관에게 제출하여야 한다. 위의 법적 근거에 기초하여 1982년부터 대학평가를 실시해 왔다.

(1) 산업계 관점의 대학평가

산업계 관점의 대학평가는 산업계의 요구를 대학의 교육과정에 수용하여 산업계가 요구하는 인재를 배출하도록 하여 산업계와 대학간의 불일치를 해소하고 대학의 교육과정 개선에 필요한 정보를 제공하며 궁극적으로 국가경쟁력 증대에 기여하고자 2006년 기본계획을 수립하여 2008년에 자동차, 금융, 건설 분야 평가를 실시하였다.

기업에 재직 중인 사원에 대한 설문 및 온라인 자료 활용 하여 대학의 자료 제출을 최소화하고 타 평가와 중복을 피해 대학의 평가 부담을 낮추려고 한다. 평가에 참여하는 기업의 주요 임직원을 해당분야 전문평가자로 포함하여 기업의 협조를 원활하게 하는 한편, 산업계의 다양한 요구가 신속하게 반영될 수 있다. 대교협이 평가항목과 지표 등 평가방법 개발을 주도하는 중심 역할을 하고 경제5단체가 산업계의 의견이 적극 수렴될 수 있도록 협조한다. 평가내용의 <표 4>와 같은데, 평가영역은 전공 관련인 전문직무역량과 특정 직무 수행과 관련없이 일반적으로 갖추어야 할 일반직무역량 2가지로 구분한다. 평가항목 및 평가지표는 해당 직무역량을 함양하기 위해 필요한 대학의 교육과정 운영 및 신입사원에 대한 해당 부서장의 만족도를 중심으로 구성하고 있다.

<표 4> 산업계 관점의 대학평가 평가내용 구성

평가영역	평가항목	평가지표
전문직무역량	1. 교과목 일치도	1-1. 산업계 니즈와 대학개설 과목 비교(교육과정 일치도 비교평가)
	2. 교과목 수업 충실도	2-1. 수업운영의 적절성 2-2. 학생의 이수 정도 및 현장 적용성
	3. 대학개설 교과목 종합이해도	3-1. 전공에 대한 종합적 역량
	4. 현장실습 운영	4-1. 현장실습 참여율
	5. 현장실습 만족도	5-1. 실습내용의 직무연관성 5-2. 실습기관의 실습제공 수준
일반직무역량	6. 외국어, 정보화, 프레젠테이션, 리더십	6-1. 직무역량 만족도

<자료 : 한국대학교육협의회 자료 재구성: <http://eval.kcue.or.kr> >

(2) 대학자체평가

고등교육법 제11조의 2(평가) 학교는 교육과학기술부령으로 정하는 바에 따라 해당기관의 교육·연구, 조직·운영, 시설·설비 등에 관한 사항을 스스로 점검·평가하여 그 결과를 공시하여야 한다는 규정에 따라 대학 자체평가를 최소 2년내 1회 이상 시행하여야 한다. 대학 자율화 확대에 따른 대학의 사회적 책무성 확보와 교육 수요자에 대한 대학교육의 질에 대한 보증 체제 확보, 대학 질적 수준 제고를 위한 대학평가제도의 효과 제고를 위해 관련 고등교육법을 개정하여 대학자체평가위원회와 전담조직을 구성하여 평가를 실시한다. 대교협은 대학자체평가 시행을 점검, 지원하여 우리나라 교육의 질적 수준을 제고하여 대학교육의 발전을 도모한다.

(3) 대학종합평가 인정제

대학종합평가인정제를 도입한 1994년부터 2000년까지 1주기 대학종합평가, 2001년 ~ 2006년까지 2주기 대학종합평가를 실시하였다. 1주기 대학종합평가에서는 173개 대학(22개 대학원 별도 평가)에 대하여 평가를 실시했다. 2주기 대학종합평가에서는 161개 대학(2개 대학원 별도 평가)에 대하여 한국교육개발원과 공동평가를 실시했다. 1주기 평가의 주요 목적으로는 국내 대학들이 대학으로서 갖추어야 할 전반적인 교육 여건을 일정 수준 이상으로 끌어올려 최소한의 기준을 충족시키고 대학경영의 사회적 책무를 제고하는데 있다. 2주기 평가는 1주기의 성과를 바탕으로 시대적 사회적 요구를 반영하며 대학교육의 질 향상 및 내실화를 통해 교육의 국제화와 특성화 및 차별화를 중점으로 평가한다. 대학평가인정제는 <표 5>와 같이 총 5단계의 절차를 거쳐 시행된다.

<표 5> 대학평가인정제 추진절차

	추진절차	내용
1단계	평가신청과 대상대학의 선정	대교협은 대학평가인정위원회의 평가 실시계획을 각 대학에 통보
2단계	대학별 자체평가연구의 수행	대학 종합평가 편람의 지침에 따라 연구보고서와 자료 작성
3단계	서면평가 및 현지방문평가의 실시	대학종합평가위원회는 자체평가연구보고서 서면평가 및 편지방문평가를 실시
4단계	인정 여부의 판정 및 판정 결과의 공표	대교협은 평가결과를 해당 대학에 통보하며, 대학은 평가결과 재심사 요청가능
5단계	재평가인정	각 대학은 평가 인정을 받은 기간이 지나면 다음 주기의 평가를 신청하여 인정을 받아야 함

<자료 : 한국대학교육협의회 자료 재구성: <http://eval.kcue.or.kr> >

대학종합평가 평가영역 및 평가부문은 다음 <표 6>과 같다. 11개 핵심 평가척도는 특성화 목표 및 전략, 재학생 1인당 연간교육비, 학생등록금 의존도, 교육과정 편제, 교수1인당 연간 국내학술지 논문게재수, 교수1인당 연간 국제학술지 논문 게재 수, 졸업생의 취업률, 전임교수당 학생수, 시간강사 의존률, 학부등록금 수입대비 장학금 총액 비율, 재학생 1인당 도서 및 비도서자료수로 구성되어 있다.

<표 6> 대학종합평가 평가영역 및 평가부문

평가영역	평가부문	평가항 목수	가중 치
1. 대학경영 및 재정	1.1 경영전략 및 운영	3	12
	1.2 대학의 특성화	2	20
	1.3 대학재정	3	24
	1.4 1주기 대학평가 결과 반영	1	4
		(9)	(60)
2. 발전전략 및 비전	2.1 장기목표와 비전	1	15
	2.2 발전전략	1	15
	2.3 실행계획	1	20
	(3)	(50)	
3. 교육 및 사회봉사	3.1 교육목적	2	10
	3.2 교육과정 및 방법	3	60
	3.3 학사관리	3	20
	3.4 사회봉사	4	20
	(12)	(120)	
4. 연구 및 산학협동	4.1 연구실적	3	50
	4.2 연구여건	3	20
	4.3 산학협동	3	30
	(9)	(100)	
5. 학생 및 교수, 직원	5.1 학생	3	24
	5.2 교수	4	41
	5.3 직원	3	25
	(10)	(90)	
6. 교육여건 및 지원체제	6.1 학생지원체제	3	16
	6.2 교육지원체제	3	24
	6.3 연구지원체제	3	17
	6.4 정보지원체제	3	23
	(12)	(80)	
계		55	500

<자료 : 한국대학교육협의회: <http://eval.kcue.or.kr> >

(4) 학문분야평가

특정 학문영역을 대상으로 교육 여건 및 현황에 대해 분석하고 평가하는 학문분야평가는 1992년부터 1997년까지 학과를 평가단위로 하는 학과평가인정제를 실시하였고 1999년 이후 학부제의 실시로 인하여 학부 또는 학과를 평가 단위로 하는 학문분야평가인정제를 2006년까지 총 36개 학문분야에 대한 평가를 실시하였다. 학문분야평가인정제는 <표 7>과 같이 총 4단계로 추진하여 실시한다.

<표 7> 학문분야평가 인정제 추진 절차

	추진절차	내용
1단계	평가실시 학문분야 및 대학 확정	대교협은 대학평가인정위원회의 학문분야에 대한 평가 실시계획을 각 대학에 통보
2단계	학문분야별 자체평가연구의 수행	각 대학의 학문분야는 자체평가기획위원회와 연구위원회 구성, 대교협의 학문분야평가 편람의 지침에 따라 연구보고서 작성
3단계	서면평가 및 현지방문평가의 실시	학문평가위원회는 자체평가연구보고서를 서면평가하고 현지방문평가 실시
4단계	평가 결과의 공표	

<자료 : 한국대학교육협의회 자료 재구성: <http://eval.kcue.or.kr> >

2.2. 인력양성사업 평가

2.2.1. 인력양성정책 성과분석

일반적으로 성과분석에서 흔히 쓰이는 방법으로는 문헌분석법(bibliometrics), 편익-비용분석법, 사례연구법, 동료평가법, 설문조사법 등이 있다. 여러 평가방법들은 각기 장점과 단점들을 지니고 있어 효과적 평가를 하기 위해서는 평가목적에 따라 적절하게 선택하거나 병행하여 사용하는 것이 바람직하다. 다수의 방법을 이용하여 평가하는 것은 비용을 증가시킬 수 있으나 의사결정을 보다 신뢰할 수 있게 해준다. 예컨대 문헌분석을 포함한 몇 가지 계량적 방법들은 동료평가를 보완하기 위해 사용되고 있다(장진규, 2002).

문헌분석(bibliometrics)은 논문이나 학회발표의 형태로 나타나는 성과 및 내용에 대한 분석으로 대표적인 정량적 방법이다. 자연과학의 경우, ISI(Institute for Scientific Information)에서 작성하고 있는 SCI(Science Citation Index)와 JCR(Journal Citation Report) 등을 토대로 한 인용분석을 통해 논문의 질을 측정하는 방법이 보편적으로 활용되고 있다. 하지만 SCI 혹은 SSCI(Social Science Citation Index)를 통한 인용분석방법은 인문사회과학과 같이 보편과학이라고 할 수 없는 학문분야에서는 많은 한계를 가지고 있다. 아울러 활용 데이터베이스들이 모두 영어로 인쇄되는 문헌만을 담고 있어 국문학이나 한국사는 물론 포괄적인 의미의 한국학 분야의 경우에는 매우 부적절하다는 한계를 지니고 있다.

비용편익분석방법(benefit cost analysis)은 가장 강한 이론적 토대를 가진 방법으로, 투자에 대한 수익률을 계산한다. 하지만 연구개발사업에서 비용과 편익을 추정한다는 것은 쉬운 일이 아니며, 간접적 비용과 편익을 추정하기는 더욱 어렵다. 특히 인문사회분야의 사회경제적 편익은 매우 장기적이고, 다양

하므로 측정하기가 대단히 어렵다.

동료평가(peer review)는 연구개발사업에 대한 지원 의사결정과 연구결과
의 평가를 위해 전문가 의견을 결집시키는 대표적인 정성적 평가방식이다. 전
문가 패널에 의한 평가는 주로 연구개발사업의 과학기술적 가치나 사회적 효
용을 판단하기 위해 소집되어 이루어진다. 이때 평가의 질은 평가대상 분야에
대한 개인평가자의 지적전문성에 달려있다. 최근 동료평가는 보다 계량화되고
있으며, 중립적인 동료를 찾을 수 있는지가 평가 성공에 중요한 관건이 된다.

설문조사방법(survey research method)은 정성적-정량적 방법을 절충한
기법으로, 평가모형만 확정되면 설문을 통해 다양한 가설검증이 가능하며 과
정 및 영향에 대한 자세한 탐구를 할 수 있다. 특히 기초연구의 광범위한 영향
을 평가하는 데 있어 관련된 사람들에게 효과적인 질문이 가능하다는 장점을
갖고 있다. 체계적인 고찰이 가능하다는 이유로 동료평가 방법의 한계를 극복
할 수 있고, 후속 인터뷰 조사 및 사례분석을 통해 설문분석 결과를 검증할 수
있다.

DB를 이용한 서지분석은 시기구분이 명확하고 이에 따른 인과적 추정도
가능하기 때문에 보다 엄밀한 모델을 적용할 수 있다. 반면 설문조사를 통한
조사분석은 많은 변수를 동시에 투입할 수 있다는 장점이 있지만, 대신에 정
확한 측정이 어렵고 엄밀한 인과적 추정에 한계가 있다. 따라서 설문조사에
의해서만 수집한 자료는 자기 평가라는 맥락에서 해석되어야 하며, 엄밀한 인
과모델보다는 변수들의 상관성과 주요 변수를 판별하는 목적으로 활용해야
한다.

2.4.2. 효율성 분석

경제학에서의 효율성에 대한 개념 정의는 가장 일반적인 것으로 최소의 투입으로 최대의 산출을 얻는 개념으로 파레토 효율성 및 Kaldor-Hicks(이익을 보는쪽의 편익이 손해를 보는 쪽의 비용을 보상할 수 있을 만큼 클 때를 경제적 효율상태라고 하고, 이것을 Kaldor-Hicks기준이라 한다)을 그 기준으로 설명한다(김재홍 외, 2001).

이러한 효율성을 측정하는 접근방법으로는 모수적 접근법(Parameter technique)으로 비율분석법(ratio analysis), 생산성지수 접근법(productivity index approach), 함수적 접근법(Function approach)등이 있고, 비모수적 접근법(nonparameter technique)으로 자료포락분석법이 있다(신현대 외 2009).

먼저, 비율분석법(ratio analysis)은 기본적으로 두 변수간의 비율만을 보는 것으로 효율성 측정을 위한 별도의 자료수집이나 조작화 없이 연말이나 회기 말까지 집계된 산출량을 그대로 사용하는 것으로 방법론적으로 기업의 재무제표 구성항목을 분해한 다음 두 항목을 대응시켜 재무비율을 계산하고, 계산된 재무비율을 절대적 기준 또는 산업평균비율과 비교하여 기업의 재무상태나 경영성과를 평가하는 것을 말한다. 비율분석법은 기업의 재무제표를 이용하여 경영업적을 평가하는데 널리 이용되는 분석방법으로서 기업의 수익성, 유동성, 안정성, 성장성 등을 분석하는 방식으로 이루어진다.

둘째, 생산성지수 접근법(Productivity index approach)은 생산성지수 접근법은 산출량을 노동투입량, 자본투입량, 원재료투입량, 기타경비투입량으로 나눈 생산지수를 통해 효율성을 측정하는 것이다. 이 방법은 지수를 쉽게 구할 수 있고, 생산성의 정도에 따라 상호비교가 가능하다는 장점이 있지만, 반면에 규모나 범위의 경제효과를 측정할 수 없고, 다수의 산출물과 다수의 투입물이 화폐단위로 환산되므로 가격효과로 인한 순수 생산성 측정이 어렵고

경영개선에 실제적으로 도움이 될 수 있는 비효율성이 어느 부문에 존재하는지 파악하기가 어렵다는 등의 한계점을 가지고 있다(김재홍 외, 2001).

셋째, 함수적 접근법(function approach)은 비용과 산출의 함수형태를 가정하고 회귀분석 등과 같은 통계기법을 사용하는 방법을 말한다. 회귀분석이란 두 변수의 관계를 파악하기 위해서 두 변수간의 규칙성을 나타내는 함수관계를 분석하는 방법이다. 회귀모형은 한 변수가 다른 여러 변수들에 의해 설명 또는 예측되는 양태와 정도를 알아보기 위한 통계적인 방법으로 종속변수와 독립변수간의 선형관계를 가정하고 있다. 선형회귀모형은 다수의 관찰점을 통하여 평균적인 종속변수와 독립변수의 관계를 선형모형이라는 틀 속에서 제시한다. 이처럼 회귀모형은 평균적인 관점에서 투입·산출관계를 연결함으로써 효율적인 경영성과를 나타내는 기관과 비효율적인 경영성과를 나타내는 기관이 혼합된 추세선을 제시해 준다. 이와 같이 회귀분석은 주로 예측을 목적으로 활용되는 방법으로서, 회귀분석에 의한 상대적 효율성을 측정하는 방식은 예측치와 실제관찰치의 차이(잔차)를 보는 것을 기본으로 한다. 투입측면에 기초하면, 회귀식에 투입량을 대입하여 예측한 총수입과 실제 특정조직의 총수입의 차이를 가지고 효율성을 측정할 경우 실제수입이 예측된 수입보다 크거나 같으면 상대적으로 효율적인 기관으로, 작으면 비효율적인 기관으로 평가된다. 산출면에서는 이 반대로 적용하면 효율적 기관과 비효율적인 기관을 구분할 수 있다.

이와 같은 회귀분석기법을 효율성 분석에 활용할 때 나타나는 단점은 비효율의 원인을 알 수가 없으며, 평균적인 회귀식에 의해 개략적인 분석결과만을 알 수가 있다. 그리고 회귀분석 모형은 다수의 독립변수에 의해 하나의 종속변수를 갖는 형태이므로 복수의 산출을 생산하는 공공부문에는 적용하기 어려운 면이 있다(김재홍 외, 2001).

넷째, DEA(Data Envelopment Analysis: 자료포락분석)은 이상의 모수적

접근법과 달리 비모수적 접근법에 해당한다. DEA는 비영리기관의 효율성을 평가하는 기존의 효율성평가방법(비율분석, 생산성지수, 함수적접근법)에 있어서의 문제점을 보완하여 비모수적인 방법에 의해 개발된 것으로 기본논리는 각 기관의 가중된 투입요소의 합과 산출요소의 합의 비율로부터 각 기관의 상대적 효율성을 측정하는 것이다. 자료포락분석법은 서로 다른 단위로 측정된 투입 및 산출요소들에 대하여 가중치를 설정하지 않고도 그대로 모형에 포함할 수 있으며, 측정모형이 특수한 함수형태를 가정할 필요가 없다는 점 때문에 공공부문의 효율성 측정에 유용한 측면을 가지고 있다(신현대 외, 2009).

다시 말하면, DEA는 서로 다른 단위로 측정된 투입 및 산출요소들에 대하여 가중치를 설정하지 않고도 그대로 모형에 포함할 수 있어 비율분석법 및 생산성지수 접근법의 문제를 해소할 수 있고, 측정모형이 특수한 함수형태를 가정할 필요가 없다는 점 때문에 함수적 접근법을 보완하기에도 유용하다고 할 수 있다.

2.4.3. 인적자본 축적모형

한국직업능력개발원(2001)에 따르면 인적자본의 크기를 측정하는 방법은 세 가지로 분류 할 수 있다. 첫째는 학교등록률, 학력 및 성인들의 문해력, 평균교육연수 등과 같은 산출물에 근거한 접근방법(output-based approach)이고, 둘째는 인증된 지식을 획득하는데 소요되는 비용을 계산하는 투자비용에 근거한 접근 방법(cost-based approach)이다. 마지막 셋째는 교육투자로부터 개인들이 노동시장에서 얻은 수익을 기준한 소득에 근거한 방법(income-based approach)이다.

인적자본 축적모형은 위 분류 중에서 세 번째, 소득에 근거한 방법으로 개인의 교육수준과 경력에 따른 근로소득을 바탕으로 하여 인적자본을 도출하는 모형이다. 따라서 상대적으로 정확하게 시장경제에서 평가되는 인적자본을 측정할 수 있는 장점이 있다(이유아 외, 2008).

Ben-Porath(1967)와 Mincer(1974)는 근로소득역량(earnings capacity) E_t 를 수입이 발생하는 일에 쓸 수 있는 자신의 노동시간을 모두 사용하여 얻을 수 있는 근로소득으로 정의하고 아래와 같이 표현하였다.

$$E_t = \gamma p K_t = E_{t-1} + \gamma C_{gt-1} - \delta_{t-1} E_{t-1}$$

위 식에서 γ 은 인적자본의 수익률을 의미하며, p 는 인적자본의 단위당 가격, K_t 는 t 년의 개인의 인적자본 저장(stock), C_{gt-1} 는 총 인적자본 투자지출액 그리고 δ 는 인적자본의 감가상각률을 의미한다.

Mincer(1974)는 또한 총 인적자본 투자지출액 C_{gt-1} 와 관측이 가능한 가처분소득 W_t 를 각각 아래 식과 같이 표현하였다.

$$C_{gt} = C_{nt} + \delta p K_t$$

$$W_t = E_t - C_{gt}$$

위 식에서 C_{nt} 는 순인적자본투자 지출액을 의미한다.

Polachek and Siebert(1993)는 논의를 단순화하기 위해 순인적자본투자 지출액이 교재나 등록금과 같은 투입을 무시한 포기한 근로소득만으로 구성된다고 가정하였다. C_{gt} 에 대한 식을 $E_t = \gamma p K_t = E_{t-1} + \gamma C_{gt-1} - \delta_{t-1} E_{t-1}$ 에 대입하고 Polachek and Siebert(1993)의 가정을 적용하면 아래의 식을 도출할 수 있다. 이로부터 근로소득역량과 순인적자본투자 지출액 사이에 밀접한 관계가 성립함을 알 수 있다.

$$E_1 = E_0 + \gamma C_{n0}$$

$$E_2 = E_1 + \gamma C_{n1} = E_0 + \gamma C_{n0} + \gamma C_{n1}$$

$$\vdots$$

$$E_t = E_0 + \gamma \sum_{i=0}^{t-1} C_{ni}$$

Mincer(1974)는 근로자가 근로소득을 얻기 위하여 사용할 수 있는 총 노동 시간 중에서 장래의 소득증가를 위하여 t 기의 인적자본투자에 지출하는 시간의 비율로 정의되는 시간상당투자(time equivalent investment)를 제안하였는데 시간상당투자 s_t 는 식 다음과 같이 표현된다.

$$s_t = \frac{C_{nt}}{E_t}$$

위 식은 $C_{nt} = s_t E_t$ 로 표현할 수 있으므로 이를 이용하면 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned}
E_1 &= E_0 + \gamma s_0 E_0 = E_0(1 + \gamma s_0) \\
E_2 &= E_1 + \gamma C_{n1} \\
&= E_0(1 + \gamma s_0) + \gamma s_1 E_0(1 + \gamma s_0) \\
&= E_0(1 + \gamma s_0)(1 + \gamma s_1)
\end{aligned}$$

⋮

$$E_t = E_0 \prod_{i=0}^{t-1} (1 + \gamma s_i)$$

이 식의 양변에 자연로그를 취한 결과는 다음과 같다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \ln(1 + \gamma s_i)$$

위 식의 i 에 대하여 0기부터 s 기까지는 학교교육기간, $(s+1)$ 기부터 $(t-1)$ 기까지는 학교교육 후의 직업훈련기간으로 나눈 뒤, 1보다 매우 작은 γs_i 에 대하여 $\ln(1 + \gamma s_i) \simeq \gamma s_i$ 이 성립함을 이용하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s \sum_{i=0}^s s_i + \gamma_p \sum_{i=s+1}^{t-1} s_i$$

위 식에서 γ_s 는 학교교육의 수익률을 의미하며, γ_p 는 학교교육 후 직업훈련의 수익률을 의미함. 그런데 학교에 다닐 때에는 개인의 일과 시간이 모두 학교교육에 투자된다고 가정할 수 있으므로 학교에 다니는 기간의 s_i 는 1이 된다.

학교 교육 후 직업훈련기간을 i 라고 설정하고 학교에 다니는 기간의 s_i 는 1임을 고려하여 위의 식을 정리하면 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s S + \gamma_p \sum_{j=1}^{t-1} s_j$$

이 식의 변수 중에서 개인의 시간상당투자(s_i)는 직접적인 관찰이 어렵기 때문에 이에 Polachek and Siebert(1993)는 시간상당투자가 학교교육 이수 후 경력년수(t)가 증가함에 따라 선형으로 감소하며 그 기간은 25년이라고 가정하였다. 즉, 학교교육 이수를 마친 직후에는 α 의 비율로 인적자본투자에 시간을 소비하지만 경력년수가 증가함에 따라 비율이 점차 감소하여 25년 후에는 더 이상 인적자본투자를 하지 않는다는 것을 의미하며, 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$s_t = \alpha - \frac{\alpha}{25}t$$

김능진 외(1998)의 연구에서는 시간상당투자가 발생하지 않는 기간을 20년, 25년과 30년의 세 가지 경우로 나누어 분석한 바 있으나 본 연구에서는 정년을 고려하여 60세까지의 개인 자료를 사용하여 인력양성 효과를 분석하였으므로 Polachek and Siebert(1993)의 25년 가정이 타당하다고 판단, 위 식을

$\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s S + \gamma_p \sum_{j=1}^{t-1} s_j$ 에 대입하여 다음과 같은 식을 도출하였다.

$$\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s S + \gamma_p \alpha t - \frac{\gamma_p \alpha}{50} t^2$$

그런데 이 식의 변수 중에서 근로소득역량(E_t)은 현실에서 관측이 불가능

하기 때문에 실제적인 추정을 위해 근로소득역량 대신 관측이 가능한 가처분 소득(W_t)을 사용한다. 근로소득역량을 가처분소득으로 대체하기 위하여 위의 여러 식을 이용하면 다음 식을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} W_t &= E_t - C_{gt} = E_t - C_{nt} - \delta p K_t \\ &= E_t - C_{nt} - \frac{\delta}{\gamma_p} E_t \\ &= E_t \left(1 - \frac{C_{nt}}{E_t} - \frac{\delta}{\gamma_p} \right) \\ &= E_t \left(1 - s_t - \frac{\delta}{\gamma_p} \right) \end{aligned}$$

위의 식을 $\ln E_t = \ln E_0 + \gamma_s S + \gamma_p \alpha t - \frac{\gamma_p \alpha}{50} t^2$ 에 대입하면 아래와 같은 근로 소득함수 방정식을 도출할 수 있다.

$$\ln W_t = \left(\ln E_0 - \frac{\delta}{\gamma_p} - \alpha \right) + \gamma_s S + \left(\gamma_p \alpha + \frac{\alpha}{25} \right) t - \frac{\gamma_p \alpha}{50} t^2$$

이 식은 실제로 관측된 자료를 바탕으로 추정이 가능한 식이며, α 와 γ_p 는 계수 추정결과를 바탕으로 계산할 수 있다. 또한 인적자본의 감가상각률 δ 는 직업훈련기간의 인적자본 수익률에서 시장이자율을 차감하여 산출할 수 있다.

마지막으로 위 식에 개인의 인적 특성(demographic features)이 근로소득에 미치는 영향을 통제하기 위하여 결혼유무를 나타내는 변수(W)와 성별을 나타내는 변수(M), 노동조합 가입여부(U), 기업의 특성을 고려하기 위해 기업체의 규모 더미(Size 1 ~ Size6)를 추가하는 것을 고려할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 실증 분석 자료의 특성으로 인하여 성별이나 노동조합 가입여부, 기업 규모 더미는 사용하지 않았다. 최종적인 근로소득함수 방정식은 다음과

같이 표현할 수 있다. 아래 근로소득함수 방정식의 추정결과를 이용하여 인적 자본 축적효과를 도출할 수 있다.

$$\ln W_t = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 t + \beta_3 t^2 + \beta_4 t \cdot S$$

위와 같은 최적인적자본축적모형을 이용한 국내 가스하이드레이트 R&D사업의 인력양성효과 추정에 관한 연구(이유아 외, 2008)를 통해 그동안 정성적인 지표 혹은 지수로 표현되어 왔던 연구개발사업의 인력양성효과를 정량적으로 측정하였으며, 근로소득함수의 가정에 따른 가스하이드레이트 사업의 인력양성 축적의 민감도를 살펴보았다는 점에서 의의를 갖는다.

2.3. 자료포락분석(Data Envelopment Analysis)

2.3.1. 자료포락분석(DEA)의 정의

자료포락분석은 선형계획법에 근거한 효율성 측정방법으로, 통계기법인 회귀분석과는 달리 사전에 함수를 가정하지 않고 주어진 자료만으로 투입/산출의 생산관계를 비모수적으로 추정한다. 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출요소의 자료를 이용하여 효율적 프론티어를 도출한 후 이를 평가대상과 비교하여 평가대상의 효율성을 측정하는 기법이다(손승태, 1993). 여기서 평가대상이 되는 단위를 의사결정단위(DMU : Decision Making Unit)라고 하고 각 DMU는 다수의 투입물을 이용하여 다수의 산출물을 생산한다. 각 DMU는 성격이 유사하고 각 투입요소 및 산출요소의 범위와 개념이 명확하게 정의되어야 효율성 분석 결과를 신뢰할 수 있다(이상호·이홍배, 2000; 김성호 외, 2007; 박만희, 2008).

DEA방법은 Cooper, Charnes, Rhodes(1978)에 의해 개발된 것으로 Farrell의 효율성 개념에 다수의 투입 및 산출물의 경우로 확장한 효율성 분석방법이다. Charnes(1978)등은 Program Fellow Through라는 교육프로그램을 DEA방법을 이용하여 분석하였는데, 산출물의 시장가격이 존재하지 않는 비영리적인 조직의 효율성은 상대적인 관점에서 측정될 수 밖에 없다고 주장하였다. DEA의 장점으로서는 첫째, 잔차에 대한 통계적 분포 가정 및 함수형태의 사전적 가정이 필요 없다. 둘째, 투입 및 산출변수에 대한 가중치에 따른 주관적 제시가 필요가 없으며, 투입/산출 변수 측정 단위가 상이해도 가능하다. 단점으로는 DEA는 상대적 평가기법으로, DEA 분석 결과 효율적이라고 하더라도 절대적 효율성을 가진다는 것은 아니다. 투입/산출변수의 선정 및 측정오차에 따라 효율성 결과가 민감하게 반응한다.

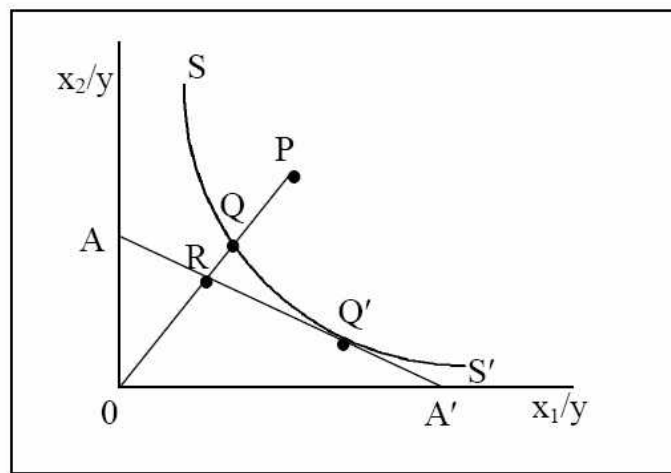
1) 효율성 측정

효율성(efficiency)은 생산조직이 사용한 투입량에 대한 산출량의 비율로 정의되는데 Farrell(1957)은 생산조직의 효율성을 그 생산조직이 효율적 집합에서 떨어져 있는 거리로 측정이 가능하다는 거리개념의 효율성 측정 방법을 제시하였다(Farrell, 1957). 효율성에 대한 협의의 의미를 살펴보면, 비용(투입)에 대한 수익(산출) 비율로 기술적 효율성(technical efficiency)과 배분적 효율성(allocation efficiency)으로 구분된다.(Farrell, 1957). 일정량의 산출물을 최소의 투입으로 생산하거나 정해진 투입으로 최대의 산출을 생산하는 기술적 효율성(technical efficiency)이라고 한다. 배분적 효율성(allocative efficiency)은 경제적 효율성 또는 가격 효율성으로도 불리는데, 주어진 투입가격 하에서 같은 양의 산출을 만들기 위해서 실제로 이용된 투입의 양에 대한 적정 산출을 위한 최소 투입량의 비율을 뜻한다. 이는 기술적 효율성과 달리 투입과 산출의 화폐가격요소를 필요로 한다는 점에서 그 활용에 현실적 제약을 받는다(김성훈·이호섭, 2008).

산출물 y 를 1단위 생산하기 위해 투입되는 두 생산요소 x_1 , x_2 를 사용한 효율성 개념을 아래의 <그림 1>에 나타내었다. 곡선 SS' 는 y 1단위를 생산할 수 있는 투입조합의 집합으로 '등생산곡선(isoquant curve)'이다. 등생산곡선의 내부에 존재하는 P점은 등생산곡선상의 점보다 많은 투입물을 사용하여 동일한 산출량을 생산하고 있다. Q점은 P점과 투입요소 간 비율이 같으면서 같은 산출량을 생산할 수 있는 점으로, P점은 비효율적이라고 말할 수 있다. 그 비효율성의 정도를 OQ/OP 의 비율로 나타내며, 그 값은 0과 1 사이이다. 직선 AA' 은 투입요소 x_1 , x_2 의 가격이 외생적으로 주어질 때 동일한 생산비용을 나타내는 투입물의 집합으로 '등비용선(iso-cost line)'이라고 한다. Q'은 Q와 동일한 양을 생산하므로 동일한 기술효율성을 가지고 있으

며, 동시에 Q'은 Q보다 낮은 OR/OQ 의 비용으로 동일한 양을 생산할 수 있으므로 이 비율을 배분적 효율성이라고 한다.

P점의 효율성은 기술적 효율성(OQ/OP)과 배분적 효율성(OQ/OS)의 곱으로 나타낼 수 있다.



<그림 1> Farrell의 효율성

2) 산출기준 CCR 모형

DEA의 대표적인 모형은 CCR모형으로 Cooper, Charnes, Rhodes(1978)에 의해 개발된 것으로 모든 의사결정단위들의 각각의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율이 1을 초과해서는 안 되고, 각 투입요소와 산출요소의 가중치들은 0보다 크다는 단순한 제약조건하에서 평가대상 의사결정단위의 투입요소 가중합계에 대한 산출요소 가중합계의 비율을 최대화하여 분석하는 모형이다. CCR 모형은 모든 의사결정단위가 불변규모수익을 가정

하에 효율성을 분석한다. CCR 모형을 통해서 측정된 DMU의 효율성은 기술적 효율성(technical efficiency)을 나타낸다.

DEA 모형에서 투입과 산출 중 어느 한 요소를 고정시키고, 다른 요소에 대해서 비효율적인 부분을 분석하는 것에 따라서 투입기준모형(input-based model)과 산출기준모형(output-based model)으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 「자원개발 특성화대학」 사업의 예산은 정해져 있으므로 산출기준모형을 택하였다. 「자원개발 특성화대학」 사업의 효율성을 높이기 위해서는 교수수, 취업자수 등 산출을 늘리는 것이 바람직하다고 볼 수 있기 때문이다.

$$\text{Maximize } E_k = \frac{\sum_{r=1}^s y_{kr} u_{kr}}{\sum_{i=1}^m x_{ki} v_{ki}}$$

subject to

$$E_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^s y_{jr} u_{kr}}{\sum_{i=1}^m x_{ji} v_{ki}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_{ki} \geq \epsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$v_{ki} \geq \epsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$u_{ki} \geq \epsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$v_{kr} \geq \epsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

E_k = k번째 DMU의 효율성, s = 산출물의 수, m = 투입요소의 수,

y_r = k번째 DMU의 r번째 산출변인 산출량,

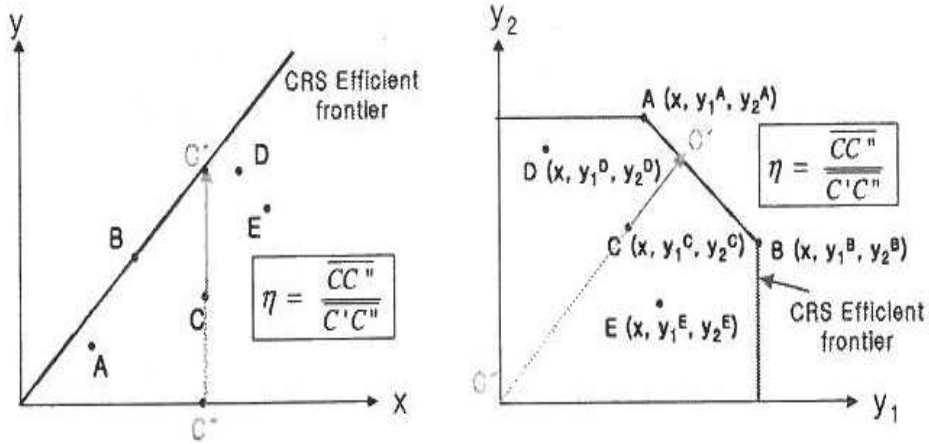
x_{ki} = k번째 DMU의 i번째 투입변인 사용량,

u_{kr} = k번째 DMU의 r번째 산출변인 가중치,

v_{ki} = k번째 DMU의 i번째 투입변인 가중치,

ϵ = 오차

DEA는 동질성을 지닌 DMU들이 동일한 생산함수를 가진다고 가정하여 평가대상 간의 투입-산출을 비교하여 상대적 효율성을 측정하는 것이다. 같은 양의 투입요소가 사용하였더라도 DMU에 따라 산출량이 달라질 수 있다, 같은 환경에서 같은 성격을 가진 DMU들 중 주어진 투입으로 최대 산출을 생산하는 DMU를 효율적인 DMU, 경험적 프런티어라고도 한다. <그림 2>는 하나의 투입요소를 사용하여 두 종류의 산출물 y_1, y_2 를 생산하는 DMU들을 나타낸 것이다. A와 B는 효율적이라 할 수 있고 나머지 C, D, E는 비효율적 DMU이다. C'은 C와 같은 투입량을 이용하여 같은 산출량을 생산할 수 있는 점으로 C의 참조집합이며, C의 비효율성은 η 으로 $CC'/C'C''$ 로 나타낼 수 있다.



(a) one-input, one-output case (b) one-input, two-outputs case

<그림 2> CCR 모형

출처 : 효율성 분석 이론(이정동 외, 2012)

3) 산출기준 BCC 모형

Banker, Cooper, Rhdes(1984)가 제시한 BCC모형은 CCR모형에서 가변규모 수의 VRS가정을 적용한 것이다. 앞서 살펴본 CCR 모형은 DMU가 규모수익분변 가정 하에서 효율성 분석을 한 것으로 규모수의 감소 또는 증가의 상태인 DMU가 존재할 시 CCR 모형을 이용한 효율성 값은 순수한 기술적 효율성과 일치하지 않는다. BCC 모형은 규모의 효과를 통제함으로써 기술 효율성에서 규모의 효율성을 분리하여 측정할 수 있다는 장점이 있다. 규모의 효율성은 투입요소를 일정한 비율로 증가시킬 때 산출량의 증가 비율에 따라 판단할 수 있는 것으로 경제학의 비용함수를 통한 규모의 경제 분석과 같은 맥락이라고 볼 수 있다. 가령, 규모가 λ 배 증가할 때, 같은 생산기술로 산출량이 λ 배 증가하면 규모수익불변(CRS)이라 하며, 산출량이 λ 배 이상으

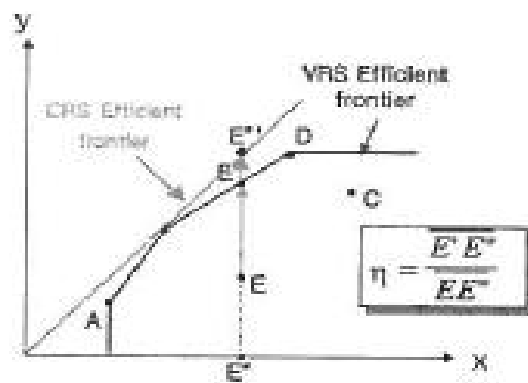
로 증가하면 규모에 대한 수익이 체증(IRS; Increasing Return to Scale) 또는 규모의 경제성(Economies of scale)이 존재한다고 한다. 이와 반대로 산출량이 λ 배 보다 적게 증가하면 규모에 대한 수익이 체감(DRS; Decreasing Return to Scale)이라고 하거나 규모의 불경제성(Decreasing of scale)이 존재한다고 한다.

규모의 효율성(Scale Efficiency: SE)은 CCR 모형의 효율성 값을 BCC 모형의 효율성 값으로 나눈 것으로 규모의 효율성 값이 1이면 해당 DMU가 최적생산규모에 도달했음을 의미한다. 규모의 효율성 값과 순수기술효율성 값을 비교하여 비효율의 원인을 찾아낼 수 있으며 효율성 개선을 위한 방향을 제시해 줄 수 있다(임성묵, 2009; 윤건우·유승호, 2009; 김성옥, 2000).

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize } E_k = \sum_{r=1}^s y_{kr} u_r - U_0 \\
 & \text{Subject to} \\
 & \sum_{i=1}^m x_{ki} v_i = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s y_{kr} u_r - \sum_{i=1}^m x_{ki} v_i - U_0 \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & v_i \geq \epsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m \\
 & u_r \geq \epsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s
 \end{aligned}$$

<그림3>의 VRS efficient frontier는 규모수익가변에서 생산 경계를 말하고 이 경계선 아래의 C와 E는 비효율적이다. 규모수익불변(CRS) 환경에서

같은 투입으로 최대의 산출량을 생산할 수 있는 점은 E''이고 규모수익가 변일 경우 E'이 최대 산출량을 생산할 수 있는 점이 된다. 이 두 점의 차이인 E'E''는 규모의 효과에 의해 발생하는 것이다. BCC모형에서 E의 효율성은 E'E''/EE''로 나타낼 수 있다. E의 기술적 효율성(CRS의 경우)은 E''E''/EE''이고 규모의 효율성은 E''E''/E'E''이다.



<그림3> 산출기준 BCC모형

출처 : 효율성 분석 이론(이정동 외, 2012)

3) DEA/Window 분석

자료포락-윈도우(DEA-Window) 모형은 다시점 간 생산성 지수의 동태적 효율성(dynamic efficiency)을 분석한다. 자료포락분석(DEA)의 기간별 효율성 지수는 전체 관찰기간의 시계열 관점에서 효율성 흐름의 개괄적 파악은 가능하지만, 단위 의사결정단위(DMU)별 특정 기간의 효율성을 다른 기간의 효율성과 직접 비교할 수 없는 단점이 있는 것으로 알려져 왔다(박만희, 2008: 102). 한편, 이러한 정태성(靜態性)을 개선한 자료포락-윈도우(DEA-Window)

분석은 단위 의사결정단위(DMU)의 효율성 변화 추이나 효율성 변동의 안정성을 비교하기 위한 방법으로 활용되어 왔다(Charnes, 1985; Thomson, 1992; Cooper, 2000; 유금록, 2004; 장철영 외, 2008).

DEA Window 분석의 개념과 기법은 Charnes 등(1985)에 의해 처음 제안되었으며, 이를 이용하여 분석기간 내의 효율성 변화 추세를 분석할 수 있다. 이는 인접한 두 기간 사이의 효율변화를 비교대상으로 하는 것으로써, 가령 1기부터 3기까지의 추세변화를 분석하는 경우라면 먼저 1기에는 1기만의 자료에 의해 DEA 분석을 행하고, 그 다음기인 2기에는 1기와 2기의 자료를 모두 대상으로 하여 DEA 분석을 행한다. 마지막 3기에는 그 3기의 자료만을 이용한다. 이러한 절차에 따라 효율치의 평균을 각 기간별 그리고 각 DMU별로 구하면 효율성의 시계열적인 변화를 관찰할 수 있다(이청호, 이경호, 윤광심, 2005). 즉 DEA Window 기법은 이처럼 DMU간 효율성 비교 시 다수 기간의 여러 개 윈도우를 분할하여 겹치게 구성하는 이동평균법의 원리를 DEA 분석에 적용하여 각 DMU들의 효율성 추세와 안정성을 파악하는 기법이다(김태혁, 김병철 2006). 결국 DEA Window 기법의 핵심은 서로 다른 기간에 속한 DMU들을 준거집단으로 하여 개별적인 DMU들을 평가함으로써 동일한 DMU라 하더라도 윈도우 설정 기간이 다르면, 서로 다른 DMU로 비교·평가하여 동일한 DMU가 기간 경과에 따라 효율성이 어떻게 변화하는지 분석가능하게 한다.

자료포락-윈도우(DEA-Window) 분석을 위하여 우선 의사결정단위(DMU)의 수(n)와 기간의 수(k), 윈도우의 길이(p), 윈도우의 수(w)를 결정한다. 하지만 분석 기간에 따른 적절한 윈도우의 폭을 결정하는 검증된 규칙은 없다. 다만, DEA Window 기법과 관련하여 국내 선행연구들은 경험적으로 <표 1>과 같은 방식에 따라 윈도우의 폭을 결정하고 있으며(문경주 2008; 박춘광, 김병철 2007; 김태혁, 김병철 2006), 본 연구에서도 이러한 선행연구들의 방법을

사용하였다. n 개의 DMU들에 대해 k 기간 동안의 자료를 이용하여 윈도우의 폭을 p 로 결정할 수 있다. 윈도우 길이가 너무 좁을 경우에는 충분한 의사결정단위(DMU)가 부족하여 기존의 자료포락분석(DEA)과 큰 차이가 없게 되는 반면, 윈도우 길이가 넓을 경우에는 각 윈도우의 분석기간이 길어지게 됨에 따라 추세를 파악하기 힘들어지기 때문에 합리적 윈도우의 폭(p)과 수(w)를 결정하는 것이 중요하다.(박춘광 · 김병철, 2007; 문경주, 2009).

<표 8> DEA/Window 특성

구분	n	k	p (윈도우 폭)	w	각 윈도우의 총 DMU수	총 DMU수
설명	DMU 수	기간	$\frac{k+1}{2}$ (k 가 홀수) $\frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2}$ (k 가 짝수)	$w = k - p + 1$	np	npw

먼저 첫 번째 윈도우에서 기간 1부터 p 까지 pn 개의 DMU를 대상으로 하고, 다음은 두 번째 윈도우에서 기간 2부터 $p+1$ 까지 pn 개의 DMU를 대상으로 하며, 이와 같은 방법으로 한 기간씩 뒤로 이동하면서 마지막 윈도우까지 평가한다. 이러한 윈도우별 효율성 평가결과가 모두 나오면, 이를 바탕으로 각 DMU 효율성의 추세, 안정성 등을 분석할 수 있게 된다.

3.1.2. 선행연구 분석

DEA를 대학기관의 평가에 적용한 국외 연구로는 Ahn, Arnold, Chanes & Cooper(1990), Ahn & Seiford(1993), Cyrii & Green(1988), Johnes(1996) 등이 있다. 이 연구들은 공통적으로 미국대학의 다양한 투입산출을 고려하여 교육 효율성을 분석한 것이다. Ahn, Arnold, Chanes & Cooper(1990)은 교육산출물로 학부학생수와 제공 총학점수를 대표적으로 이용하였으며, 교육과 연구의 공통적인 산출물로 대학원생수를 선택하였다. 반면에 연구 산출물로는 연방정부와 개인연구기관의 연구지원금을 선정하였다. Ahn & Seiford(1993)는 투입변수와 산출변수를 네 가지의 변수집합으로 구분하였으며 학부나 대학원의 등록학생수가 한 모델에서는 산출물 변수로 다른 모델에서는 산출물을 생산하기 위한 투입변수로 적용하는 2단계 분석법을 이용하였다.

Cyrii & Green(1988)의 경우는 투입변수로 전임교수수, 직원수, 교수인건비, 직원인건비 등의 변수중에서 하나 또는 둘을 사용한 반면 산출변수로 재학생수, 대학원생수, 연구용역수입, 연구논문수, 저서수등을 적용하였다. Johnes(1996)는 교육산출물로 취업률, 학위취득률, 중퇴율 등을 이용하였으며 연구 산출물로는 대학지원기관에서 추정한 연구분야의 순위를 간접적인 수치로 활용하였다.

1992년 이스라엘의 Ben-Gurion University(BGU)에 의해 이루어진 대학내의 연구가 있다(Stern, Mehrez, Barboy, 1993). 이 연구는 DEA를 활용하여 21개 학과간의 효율성을 연구하는 것으로, 정부가 대학에게 보조금을 삭감하는 정책을 시행함에 따라 비용을 줄이기 위하여 이루어진 것으로 4개의 단과대학(의과대학 제외)에 대하여 실시하였으며, 투입변수로는 운영비용과 교수봉급, 산출변수로는 연구비, 연구논문, 졸업 학생수, 학과의 수업시간수를 고려하였다. 총장은 DEA의 분석결과를 신뢰하여 학생당 비용이 높은 2개의 학

과(지질학, 핵공학)에 대한 개발지원을 제한하는 것을 권고하였다.

국내의 DEA를 통한 대학기관에 대한 연구는 다음과 같다.

곽영진(1993)은 직원수, 시설 연면적, 장서수의 투입변수와 이용자수와 대출책수의 산출변수를 선정 한 후 국립종합대학 20개 도서관의 3년간 수치('89-91년)을 이용하여 도서관간의 효율성의 차이를 분석하였다.

최태성·김성호·김형기(1997)는 대학관련 정책수립자나 대학경영자의 직접적인 관심사항인 대학연구의 성과개선에 대한 연구로 국내 18개 대학의 인문사회계열로부터 수집된 투입·산출자료를 사용하여 DEA의 판별력 및 비합리적 가중치문제 개선방안을 실증적으로 적용하는 과정을 제시하였다. 투입변수로는 교수의 인원수, 교내연구비, 교외연구비, 산출변수로는 학회논문집에 발표한 논문편수, 대학논문집에 발표한 논문편수, 저서, 번역, 편지등을 적용하였다.

안태식·조군제·박태중(1998)은 DEA방법을 사용하여 국내대학을 대상으로 경영효율성을 평가하였다. 이 연구는 네 가지 변수집합을 구성하여 교육 중심 모형과 연구 중심 모형으로 이분하여 평가하였다. 그리고 효율성지표로서 재무지표와 함께 비 재무자료를 활용하고 있다. 교육에 있어서는 많은 대학이 상당히 효율적이었으나, 연구의 경우 대부분의 대학이 매우 비효율적인 것으로 나타났다. 국·공립대학과 사립대학의 효율성을 비교한 결과 사립대학이 더 효율적인 프론티어를 구성하고 있는 것으로 나타났다. 동시에 공대와 병원의 설치여부 등 대학의 구조와 규모에 따른 효율성의 차이 여부를 분석하였다. 연구결과에 따르면 공대가 있는 대학이 더 효율적이었으며 의대의 존재는 교육과 연구의 효율성에 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

황보창수(2000)는 국내 9개 대학을 대상으로 투입변인은 교수수, 직원수, 건물평수, 총 세입, 교직원연수건수, 관리운영비, 인건비, 장학금, 산출변인은 학생상대적응지수, 교수연구비 수혜액, 교수연구실적이 사용되었다. 연구결과

DEA를 이용한 대학조직의 상대적 효율성 측정을 통해 유용한 관리정보를 얻었고, 비효율 부문을 규명할 수 있었다. 이러한 비효율의 정도는 관리 향상을 위한 목표 설정의 차원에서 활용될 수 있다는 시사점을 제시 하였다.

김인재(2000)는 교육인적자원부 대학재정지원의 평가모형을 DEA에 근거를 둔 대학재정지원정책의 평가모형을 제시하였으며, 이 연구에서는 1996년부터 2000년까지 “국제전문인력 양성 특성화 지원사업”에 지원을 받은 9개의 대학교중에서 자료수집에 응한 8개 대학교에 대해서 DEA를 실시하여 효율성 수치를 제시하였다. 이 연구결과를 통하여 대학업적평가의 필요성과 대학교육의 산출물을 측정하는 지표를 소개하고 있다. 투입변수로는 전임교수의 급여, 건물단위당 관리비, 연구비, 교직원수, 장서수, 도서관연면적을 산출변수로는 취업대상자의 취업비율, 대학교육에 대한 의견, 수여학위별 학생수, 저술의 수, 발표논문의 수, 연간 제공한 총 학점수, 공공에 대한 서비스에 대한 음악회, 미술전람회, 학술발표회등을 제시하고 있다.

나민주·김민희(2006)는 OECD 15개 국가를 대상으로 대학교육 효율성에 대학 국가 간 비교연구를 하였다. 투입변수로는 학생 100명당 교수수, 학생당교육비, 교직원 인건비 비중, 교수당 연구개발예산 등이며 산출변수는 대졸자 취업률, 대학교육만족도, 교수당 논문수 및 피인용횟수 등이다. DEA를 활용하여 대학교육의 효율성 국제비교를 실시하였는데, 이는 대학 유형별로 대학교육의 효율성과 비효율성의 요인을 국가차원에서 추정할 수 있음을 보여준다.

신현대(2006)는 국내 대학 38개교를 대상으로 대학경영의 효율성을 평가하기 위해 투입변인으로 교수수, 직원수, 대학원학생수, 인건비, 교내연구비, 장서수를, 산출변인으로 교수의 국제A급논문수, 대학원생의 국제A급논문수, 논문피인용횟수, 국내논문수, 연구용역수입, 사회적평판도를 선정하였다. 연구결과 DEA 기법과 전통적 성과평가 방식인 지수법을 동시에 고려하여 다각적인

측면에서 대학운영을 검토해 볼 수 있었고, DEA 효율성 점수는 대학 내 구조 조정과 시장의 변화에 대한 학교의 대처 결과를 반영할 수 있어 대학의 효율성 향상과 향후 정책 입안을 위한 시사점을 제공하였다.

김성훈·이호섭(2008)은 DEA 모형에 따라 대학의 효율성과 대학평가가 어떻게 달라질 수 있는지에 관심을 두고 DEA로 평가했던 대학교육 관련 논문들에 대해 비교분석을 실시하였다. 분석을 위한 자료는 총합 데이터와 이를 비율화한 단위지수 데이터가 사용되었다. 총합데이터의 경우 투입변수는 교수수·직원수·세출 총액이며, 산출변수는 취업자 수, 사회봉사실적(봉사활동 참가 학생수), 교수 논문 게재 실적의 합, 외부연구비 수혜 금액의 합이다. 한편, 규모 반영 단위지수 데이터의 경우 투입변수로는 재학생 1인당 교수수·재학생 1인당 직원수·재학생·1인당 교육비이고, 산출변수는 취업률, 학생 사회봉사 참여율, 교수 1인당 논문게재 실적, 교수 1인당 외부 연구비 수혜 금액이었다. DEA 효율성과 대학종합평가의 상관관계 분석 결과는 11개 모형 중 1개 모형에서만 효율성과 대학종합평가 점수 간 상관이 0.05% 수준에서 유의하였다.

윤홍주(2008)는 전국 11개 교육대학교 운영의 효율성을 분석하고자 연구모형을 교육, 연구, 종합 모형으로 구분하여 분석하였다. 투입변수로 교수당 학생수, 직원당 학생수, 학생당 교육비, 주당 수업시수, 산출변인으로 교수당 졸업생수, 교수당 게재논문수, 취업률을 선정하였다. 연구결과 교육대학 간의 효율성에 차이가 있었으며, 특히 연구부분의 차이가 두드러졌다. 또한 투입최소화를 지향할 경우 주로 기술적 효율성이 문제가 되었으며, 산출최대화를 지향할 경우에는 주로 규모의 효율성이 문제가 된 것으로 분석하였다.

이황원(2009)은 국내 56개 대학을 대상으로 투입변수로 시간강사 의존률, 교수1인당 학생수, 교수 1인당 주당수업시간, 세입 중 등록금 비율, 세출 중 인건비 비율, 산출변수로 취업률, 교수1인당 국제학술지 논문수, 교수1인당

국내학술지 논문수를 선정하여 대학의 조직효과성을 분석하였다. 연구결과 DEA기법을 활용하여 대학의 효율성을 분석하기 위해서는 변인의 선정 관점, 투입과 산출변수의 관계, 변수의 단위, 연구모형의 세분화 등을 고려하여야 한다고 주장하였다. 효율적인 대학은 비효율적인 대학에 비해 재정과 교수인력이 우수하며 교육과 연구실적이 높은 것으로 나타났다.

김민희·나민주(2010)는 국내 대학 129개교의 연구 생산성 분석을 위해 투입변수로 교수수, 대학원생수, 연구비수혜액, 산출변수로 학술지논문수, 기타 실적을 이용하였다. 연구결과 대학의 연구생산성은 대학별로 상당한 차이가 있었고, 전체적으로는 낮은 수준을 보였으며, 설립유형간 차이가 있었다. 특히 우리나라 대학은 기술적인 문제보다는 적정한 규모를 유지하지 못해 연구생산성이 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 대학별 발전전략의 차별화, 대학평가 및 재정지원제도 전환, 교수업적평가제도 보완 등의 제고방안을 제시하였다.

평가대상을 대학뿐만 아니라 학과 및 특정 전공별 학과를 대상으로 한 연구도 진행되어 왔다. 분석 단위를 대학 학과로 선정하여 효율성을 분석한 국내 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

최홍·손소영(1999)은 Y대학교 공과대학 내에 속해 있는 14개 학과를 대상으로 DEA를 이용한 다양한 효율성 평가를 실시하여 각 학과들의 운영 상태와 문제점을 규명하고 이에 대한 개선책을 제시하였다. 투입변수는 운용면적, 전임교수, 산출변수로는 연구논문, 수주연구비, 순수취업률, 대학원진학률이었고, 여러 가지 가상 시나리오에 따른 각 학부 및 학과의 효율성의 추이를 살펴보고 이를 통해 최적의 학부 형태를 선택하는 결론을 제시하였다.

송미자·김우제(2006)는 대학의 학과평가를 위한 효율적인 방법으로 S대학의 20개 학과에 대해 DEA를 이용하여 효율성 평가를 실시하였다. 투입요소는 학과의 운영에 필요한 주요 요인으로 금융자원, 인적 자원, 공간자원으

로 구분하고 금융자원은 학과별 예산, 인적 자원은 학과의 교수 및 직원 수, 공간자원은 학과의 보유면적을 사용하였다. 산출요소는 학과 운영의 주요 결과물로 교육적 측면, 연구적 측면, 봉사적 측면의 요소를 적용하여 교육적 측면의 산출요소로는 학생의 취업률, 봉사적 측면의 요소는 학과에서의 수상건수, 연구적 측면에서는 교수의 국내·외 연구실적으로 설정하였다(김현태, 2012). 이를 통해 DMU간 효율성을 비교함으로써 효율적인 학과와 비효율적인 학과를 선별하여 효율성을 중심으로 학과를 설명하고 비효율의 원인이 발생하는 DMU는 투입변인의 수준을 낮추고 산출변인의 수준을 높임으로써 비효율성의 원인을 개선할 수 있다는 결론을 제시하였다.

김현태(2012)는 인적변인으로 전임교원 1인당 학생수를, 물적변인으로는 학생1인당 교육비, 재학생1인당 장학금, 학생1인당 장서수, 전임교원1인당 연구비를 선정하였고, 산출변인으로는 취업률과 전임교원 1인당 연구실적을 선정하여 49개 특수교육과를 대상으로 효율성을 분석하였다. 이 연구에서는 특히 특수교육과의 개별적 배경특성과 교육 및 연구여건에 대한 판단을 근거로 효율성 개선전략의 차별화와 특성화를 도모할 필요가 있다고 평가하였다.

국외 연구로 George, Nickolaos & Stavros(2010)는 그리스 테살리 대학의 16학과를 대상으로 효율성을 분석하였는데 투입변수로는 전임교원수, 직원수, 학생수, 예산을, 산출변수로는 졸업생수, 간행물수를 선정하였다. 각 학과간의 상대적 효율성과 비효율성을 비교한 결과 학과운영의 비효율성을 개선하기 위해 이 연구에서 선정된 투입 및 산출변수와 같은 자원의 적절한 배분이 필요하다는 결론을 제시하였다.

Martin(2003)은 스페인 사라고사 대학의 52개 학과를 대상으로 효율성을 분석하였는데 투입변수는 대상 학과를 인적자원, 재정자원, 물적자원으로 구분하고, 여러 영역에서 학과 간에 강점과 차이점이 존재한다는 점을 분석하였다.

이상의 대학 및 학과를 대상으로 한 효율성 분석의 선행연구들을 종합하여 투입변수와 산출변수 별로 분석하면 다음과 같다. 먼저 투입변수의 경우 크게 인적변인과 물적변인의 두 가지로 구분되었다. 인적변인의 경우 교수수, 학생수, 직원수 등이 주를 이루었고, 물적변인의 경우는 인건비, 교육비, 장학금, 예산, 관리비 등이다. 산출변수의 경우 크게 인력배출과 연구실적의 두 가지로 구분되고, 인력배출의 경우 취업률이 대표적 지표로 활용되었다. 연구실적의 경우 논문 및 저서 수나 논문 피인용지수 등을 연구실적의 대표적 지표로 활용하였다. 이러한 변수선정을 통해 효율성을 분석한 연구들은 분석단위를 학과보다는 대학으로 선정하였거나(황보창수, 2000; 신현대, 2006; 김성훈·이호섭, 2008; 윤홍주, 2008; 이황원, 2009; 김민희·나민주 2010), 학과 단위의 분석을 하였더라도 대학 내 단과대학에 속한 일부 학과만을 분석 대상으로 선정하거나(최홍·손소영, 1999; 송미자·김우제, 2006), 대학들간 학과의 비교에 있어서도 전체 학과가 아닌 특정학과의 효율성을 분석(김현대, 2012)함으로써 대학에 속한 전체 학과에 대한 통합적인 정보가 아닌 것으로 한계가 있다고 볼 수 있다.

3. 에너지 · 자원 인력양성사업

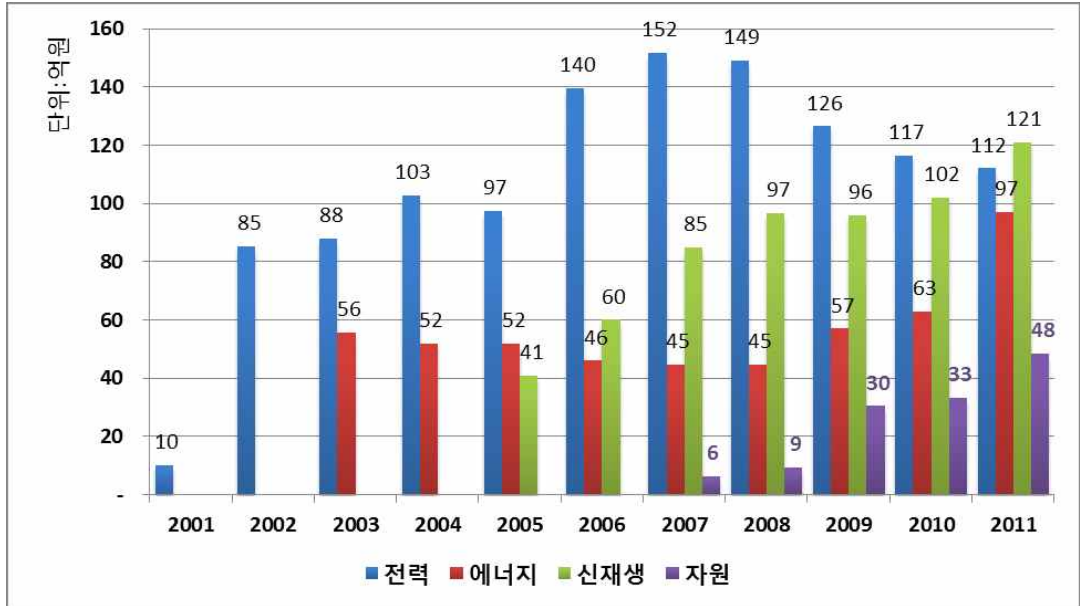
3.1. 우리나라 에너지 · 자원 인력양성사업

3.1.1. 정부의 에너지 · 자원 인력양성 정책

에너지 산업은 거의 모든 산업과 연계되고 산업 자체의 고용 · 생산유발효과도 큰 기반산업으로 국가주도의 인력양성이 필요하다는 것이 정부의 입장이다. 에너지자원의 인력 공급 측면에서는 자원공학과 등 대학교육 축소되는 등 인력수급 전략이 미흡하고 인력 수요 부분은 시장여건에 따른 수요변동성이 크고 독자적 인력양성이 어렵다고 할 수 있다. 특히, 전문지식과 현장경험을 갖춘 고급인력은 단기에 수급할 수 없기 때문에, 독자적으로 양성하기 어렵다. 우리나라 정부는 ‘인력사업 통합관리 방안(’09. 6)’에 따른 인력사업통합 및 개편으로 에너지 산업의 신성장동력화 및 수출산업화를 선도할 수 있는 ‘에너지 인력 저변 확대’ 및 ‘R&D 전문인력 양서’에 초점을 두고 인력양성사업을 주도하였다.

2011년까지 전력기술인력(전력기금), 에너지자원인력(에특), 신재생인력(전력기금) 사업에 총 2,420억 원 지원하였다. <그림 4>에서 보듯이 전체 에너지 자원 인력양성사업 중 자원분야 누적 지원액은 128억 원으로 총 지원액의 5.3%에 불과하다.

<그림 4> 에너지자원 인력양성사업 지원 실적



자료 : KETEP(2011), 에너지인력양성사업자료집

에너지자원 인력양성사업은 <표 9>에서 보듯이 기초, 고급 및 산업인력 교육으로 구성되어 있다. 기초인력양성은 전문대학 또는 대학 학부 에너지 분야 인력양성 목적별 트랙운영을 통해 에너지 인력 저변확대를 꾀하고 있다. 고급인력양성은 대학원 중심의 연구개발고급인력에 중점을 두고 산업인력교육은 산업전문 인력의 역량강화를 위해 재교육 형태로 진행하고 있다.

<표 9> 에너지·자원인력양성사업 구성도

	자원	에너지 /기후변화	신재생에너지	전력/원자력
기초 (학부)	·자원개발 특성화대학	·기초트랙	·기초트랙	·기초인력양상 ·기초트랙
고급 (대학원)	·학술진흥 ·자원개발 전문가양성 과정	·학술진흥 ·기후변화특성화 대학원 ·GET-future 연구실 ·정책연계 융복합 트랙	·최우수실험실 ·특성화대학원 ·GET-future 연구실 ·정책연계 융복합 트랙	·대학전력연구 센터 ·전력IT ·해외장학 ·GET-future 연구실 ·정책연계 융복합 트랙
산업 (재교육)	·자원개발 아카데미 ·자원개발 자산운용 전문가과정 ·국제지질자원 인재개발센터*	·인력양성센터 ·전문인력양성 센터	·핵심기술연구 센터 ·전문인력양성 센터	·산업현장인력 양성 ·전문인력양성 센터

자료 : KETEP(2011), 에너지인력양성사업자료집, pp.11 - 일부 내용 수정

3.1.2. 자원개발 인력양성 정책

우리나라는 자원 부족국으로 에너지 자원의 약 95% 이상을 수입하고 있다. 1970년대부터 급격한 경제발전으로 제조업의 성장으로 에너지 소비는 세계 5대 소비국 중 하나이다. 우리나라의 자원외교 등 자원 확보 노력으로 주요 자원의 자주개발률이 크게 증가하였다. 석유는 2003년 3.0%에서 2011년 13.7%로 증가하였고, 유연탄의 경우 26.8%에서 52.2%로, 철은 0.8%에서 15.3%로 증가하였다. 이러한 성과에도 불구하고 다른 자원빈국인 프랑스, 이탈리아, 일본 등과 비교하여 낮은 수준이다. 또한 이탈리아의 Total사, 프랑스 슬럼프저사는 세계적인 자원개발 E&P 회사로 전세계적으로 자원개발사업과 자원개발 전문인력을 통해 자주개발률을 높이고 있다. 우리나라도 해외자원개발 활성화를 위해 한국석유공사, 한국광물자원공사 확대, 용자사업 등 정책적 지원을 하고 있다.

자원개발 인력양성을 위하여 산업자원부는 2004년 자주개발률 목표달성을 위한 기술 향상 및 인력양성체계 구축을 중점 추진과제로 하는 제2차 해외자원개발기본계획 수립하고 정책연구를 수행하였으며 2005년 “해외자원개발 성과극대화를 위한 고급인재교육 방안 및 R&D 연구(2005.06-2005.09)”를 통해 대학교육의 정상화, 현장중심의 인재양성 체제 구축 및 인재양성을 위한 교육·연구 인프라 구축의 필요성을 제기하고 기술개발 및 인재양성을 위한 연구·교육 전담 관리기관의 발족 및 해외자원개발인력에 대한 병역특례제도 도입을 건의하였다. 또한 2006년 “해외자원개발인력양성방안 연구(2006.08-2007.04.)” 과제를 통하여 단기적으로는 자원개발아카데미, 중·장기적으로는 자원개발특성화대학 및 자원개발전문대학원을 중심으로 하는 인력양성 프로그램을 제안하였다.

이명박 정부가 들어서면서, 국가에너지기본계획, 그린에너지 발전전략 등

에너지 중심의 정책안이 나오고 있는 가운데, 에너지 산업 전문인력 양성을 위해 크게 세 가지 기본방향을 설정하여 진행하고 있다. 우선 에너지 산업 구조개편, 기후변화협약 등에 대응하기 위한 신규인력 양성, 에너지 분야 여건 변화에 대응한 산업현장 인력의 재교육 프로그램 강화, 에너지 환경정책을 추진할 고급전문인력 강화에 초점을 맞추고 있다(임성진, 2008).

이러한 기본방향을 기반으로 자원개발 사업의 기초기반 학술연구지원을 통해 고급전문인력 신규 확대, 기술의 발전방향과 산업여건 변화를 반영하는 수요자 중심의 체계적인 교육 시스템 지원, 사전기획 강화를 통한 통합적인 인력양성 및 프로그램 다변화, 통합운영으로 사업관리 효율성을 높여 연구 생산성제고 등을 중점적으로 추진하고 있다. 2007년 한국에너지자원기술기획평가원을 신설하여 에너지 부문 인력양성 사업을 일원화하여 장기적이고 종합적인 에너지 인력양성 계획 수립하고 추진하고 있다. 그러나 이러한 정부의 노력에도 불구하고 현재까지 인력수요 대비 인력양성의 결과는 부족한 것이 현실이다.

<표 9>의 2001년~2007년도까지의 분야별 인력양성 현황을 보면 전력사업 분야는 52,692명으로 전체의 81.5%로 매우 높았고, 에너지 자원 분야는 11,660명으로 18%, 신재생에너지분야가 337명인 0.5% 정도로 에너지 분야별 인력편중 현상이 심하다.

<표 10> 에너지·자원분야 성별·학위별 인력양성 현황

{단위 : 명}

구분		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	계	
에너지 자원분야	박사	남자	-	-	21	24	35	42	27	149
		여자	-	-		3	2	11	1	17
	석사	남자	-	-	26	77	99	102	106	410
		여자	-	-	2	10	21	19	27	79
	학사	남자	-	-	98	27	47	69	36	277
		여자	-	-	23	6	12	14	4	59
	기타	남자	-	-	298	1,264	2,929	2,790	2,831	10,112
		여자	-	-	-	-	-	557	0	557
합계	남자	-	-	443	1,392	3,110	3,003	3,000	10,948	
	여자	-	-	25	19	35	601	32	712	
신재생에너지 분야	박사	-	-	-	-	-	122	-	122	
	석사	-	-	-	-	-	111	-	111	
	학사	-	-	-	-	-	104	-	104	
	기타	-	-	-	-	-	-	-	0	
	합계	-	-	-	-	-	337	-	337	
전력 산업분야	박사	남자	0	19	55	61	183	113	75	506
		여자	0	1	3	3	8	5	1	21
	석사	남자	1	50	197	202	401	443	360	1,654
		여자	0	2	9	10	19	21	12	73
	학사	남자	0	248	567	632	2,509	1,648	2,827	8,431
		여자	0	12	27	30	117	78	51	315
	기타	남자	48	1,614	8,530	12,728	5,444	5,476	6,101	39,941
		여자	0	76	402	600	256	258	157	1,749
	합계	남자	49	1,931	9,349	13,624	8,537	7,680	9,363	50,533
		여자	0	91	441	643	401	362	221	2,159

자료 : 지식경제부, '에너지 자원 R&D 주요통계', 2008

또한 <표 10>를 보면 세부자원별로 2007년~2015년까지 범용인력은 108% 초과 공급이지만, 석·박사급 전문인력은 8,700명(19%)의 인력 부족이 예상되고 있다. 1998년 외환위기 이후 자원개발 기술인력이 급격히 감소하였다. 80년대 13개 대학의 자원공학과에서 매년 520명의 인력이 배출되었으나, '08년에는 6개 대학에서 110명이 배출되는 등 인력양성 인프라가 부족하다. 전문인력을 양성할 대학교의 자원공학 전공도 타학과로 통합·흡수 되었다. 또한 해외에너지자원개발 인력양성을 위한 투자 부문도 부족하다. 특히 석유개발기술 인력 양성을 위하여 사용되던 석유개발교육기금이 고갈된 이후 인력양성 투자를 중단한 상태이고, 정부의 R&D 지원자금 편성시 자원개발 인력양성을 위한 예산이 별도로 책정되어 있지 않았다.

<표 11> 에너지 자원 전문인력 수급차(2007년 ~ 2015년)

구분	전력	원자력	신재생	에너지 효율향상	온실가스 저감	자원개발	총계
신규수요	26,600	3,100	2,400	7,200	2,400	3,500	45,200
수급차	-400	-1,900	-300	-2,600	-1,600	-1,900	-8,700
비율(%)	-2	-61	-13	-36	-67	-54	-19

자료 : 한국에너지자원기술평가원, '에너지자원 전문인력 수급전망'. 2008

이에 정부에서는 외환위기 이후 붕괴상태에 있는 자원개발 관련 교육을 정상화하고, 경쟁국에 비해 양과 질에서 크게 부족한 전문인력의 양성 및 공급 시스템 구축의 필요성을 인식하고 2006년 하반기부터 긴급하게 부족한 생산 인력 보충을 위하여 '자원개발아카데미'를 설치운영하고, 2009년 10개 대학을 '자원개발특성화대학'으로 선정하는 등 해외자원개발인력양성 사업을 수행 중이다.

‘자원개발아카데미’ 사업은 자원개발 관련 대학교육이 정상화하는데 걸리는 시간 동안 단기적으로 시급하게 부족한 전문인력 해소를 위하여 개발분야의 간접종사자 또는 타 전공의 학사출신의 인력을 자원개발 인력으로 전환하는 단기교육 프로그램이다.(변중무 외, 2008). 1년에 두 번, 6개월 단위 집중프로그램을 개설하여 1주 당 25강좌씩 16주 동안 실무위주의 집중교육방식(full-time)을 이용하여 있다. 2006년 하반기 30명의 수료생을 시작으로 2007년부터 2012년 상반기까지 매년 90명씩 간접종사자 500명 이상을 교육하여 자원개발 인력으로 전환 공급하였다. ‘자원개발 자산운용전문가과정’은 ‘자원개발아카데미’ 위탁사업으로 변호사, 회계사, 금융기관 종사자를 대상으로 해외자원개발 투자운용인력 양성을 위한 교육과정이다. 교육은 주당 8시간씩 12주 동안 집중 프로그램으로 운영되며, 주요 교육 프로그램은 해외자원개발사업에 필요한 자원개발프로세스 및 경제성 및 사업성 평가방법이다.

3.2. 해외 인력양성사업

3.2.1. 일본의 인력양성 정책

일본에서는 석유·천연가스, 비철금속, 석탄 등의 개발에 관련된 산업계와 교육계의 의견교환의 협의체로서 ‘일본 국제자원개발인력육성검토회’를 설치하였다. 본 검토회는 인력육성의 현황과 중장기적인 관점에서 산업계에서 요구하는 인재상, 자원에 관련된 학과·전공이나 과정이 있는 대학이나 대학원의 교육 방향, 그 실행방책 등에 대해 논의하고 전문인력 양성의 효율성을 제고하는 것을 목적으로 한다. 일본 국제자원개발인력육성검토회는 자원에너지청 자원·연료부 석유·천연가스과, 석탄과, 광물자원과를 사무국으로 하여 문부과학성 고등교육국 전문교육과, 경제산업성 산업기술환경국 대학협력추진과의 참여하에 2007년 5월 발족하고, 산업계와 학계의 검토를 거쳐 2007년 7월 중간보고서 및 2008년 3월 최종보고서를 발표하였다.

일본에서는 국립대학의 법인화, 자원공학에서 환경·자원순환·지구시스템의 전공 명칭 변경이나 타 분야와의 통폐합 등이 1990년대 이후 이루어지고 있는 중이며, 대부분의 대학에서 지구과학 및 자원개발 등의 자원개발 분야의 상류부문의 과목수가 현저하게 감소하고 있다.. 본 위원회 보고서에 의하면 일본 와세다대학의 자원개발 관련 학과는 1910년 채광학과로 시작하여 1917년 채광야금학과, 1949년 광산학과, 1961년 자원공학과를 거쳐 1988년 이후 현재 환경자원공학과로 명명되었다.

그리고 자원개발학과로 진학한 학생 중에서도 자원개발 관련 기업으로 취직하지 않는 학생의 비율이 증가하였다. 일부 대학을 제외하고 자원개발학부 졸업생의 자원개발기업으로의 취직은 현재 10% 미만인 수준인데, 동경대학의 경우 자원개발 관련 대학생의 자원개발산업으로의 취직 비율의 추이는 70년

대 약 40%에서 80년대 전반 40% 정도, 80년대 후반 15% 정도, 90년대 전반 10% 정도로 급격히 떨어졌다.(김성용·안은영, 2008)

기업 내 교육훈련 실태를 알아보면, 채용한 직원 중 매년 3, 4명을 해외 미국의 텍사스 대학이나 영국의 임페리얼 대학 등의 해외 박사코스를 이수토록 해, 인맥 구축과 어학공부, 자격취득 등을 하게 하는 기업도 있다. 일본은 해외 현장이 줄고 있기 때문에 이전부터 해외연수를 실시해온 사우디 아람코(SAUDI ARAMCO)나 말레이시아 페트로나스(PETRONAS), 중동의 국영기업현장 등에 일본의 젊은 엔지니어를 파견해 교육 훈련을 시키고 있다. 비철 금속업계에서는 재단법인 국제자원대학교를 활용한 사회인 교육을 위한 펀드를 재단에 구축하여 올해부터 본격적인 연수코스(10주 중 2주는 해외)의 실시를 계획하고 있는 등 모든 업계에서 인력육성을 촉진시키는 움직임이 커져가고 있다. 강사로는 대학의 교원, 산업계의 중견 기술자·증권분석사 등을 초빙하고 있다. 이 강좌는 기술뿐만 아니라 이슬람의 문화나 해외에서 일을 하기 위한 건강관리, 안전관리 등 종합적인 인력육성을 목표로 하는 연수 커리큘럼으로 구성되어 있다.

일부 기업, 업계 단체는 자원개발 대학에 대해 지원을 해주고 있다. 석회석 광업협회에서는 자원·소재학회 등에의 적극적 참가, 학생교류회 개최, 하계 현장실습의 허가 등을 실시하고 있다. 석유천연가스·금속광물자원기구(JOGMEC)에서는 동경대학, 큐슈대학, 와세다 대학에 직원을 비상근강사의 형태로 파견해 강의를 하고 있다. 석유개발업계의 유력기업도 여러 대학과 공동으로 강좌 개설이나 연구를 실시하는 등 제휴를 시작하고 있다.. 그리고 미츠이 마츠씨마 인터내셔널(주)는 큐슈대학의 학생들에게 자사 소유의 인도네시아탄광 연수를 허가해 주었다. 그밖에 석유업계에서는 해외의 산유국에서 개발권을 확보할 경우 현지 학생의 교육훈련을 의무적으로 하는 일이 많다.

일본은 석유개발기술의 발전을 위해 1972년에 JNOC에 설치하였고, 2004년 JOGMEC의 출범으로 산하기구로 편입되었다. JOGMEC는 일본석유공단과 일본금속광업사업단의 기능이 집약된 기구로써 석유개발기술본부는 연구개발뿐만 아니라 석유기술자 훈련사업과 국내강좌를 개설하고 있다. 이는 일본 기업 내 기술 인력에 대해 새로운 지식 교육 및 연수기회를 제공하기 위해 개설되었으며 보통 4~5일정도 소요되는 단기 과정이다. 석유기술자 훈련사업은 일본 E&P 기업 내 신진 인력을 대상으로 1976년부터 시작했으며 국내외 대학, 연구소, 기업 등에서 기술연수를 실시하고 있다.

석유기술자 국내강좌는 신입에서 중견기술자까지 각각의 수준에 맞는 기술 강좌가 연간 수십 건 개최되며, 석유회사의 사무직 직원을 대상으로 한 석유·천연가스 개발기술 기초강좌도 실시하고 있다. <표 11>에 JOGMEC 및 석유개발기술본부에서 실시하는 기술강좌 목록을 정리하였다.

<표 12> JOGMEC 및 석유개발기술본부에서 실시하는 기술강좌 목록

분류	코스 이름	기간	레벨
3D 지진탐사 데이터 해석	Advanced Seismic Stratigraphy: A Sequence-Wavelet Analysis Exploration - Exploitation Workshop	5	중~상급
종합	실제 데이터를 이용한 석유 개발 연습 강좌	10	초~중급
검층 분석	Basic Logging Methods and Formation Evaluation	5	초~중급
시추기술	Advanced Drilling Technology	3	상급
시추, 유정완결 기술	Well Integrity	5	상급
생산 조업	Surface Facility Production Operations	5	초~중급
프로젝트 관리	Expanded Basic Petroleum Economics	5	초급
유층 시뮬레이션	유층 시뮬레이션	5	초~중급

<표 12> JOGMEC 및 석유개발기술본부에서 실시하는 기술강좌 목록

분류	코스 이름	기간(일)	레벨
일반	Status and Trends of HSE Issue in the Oil and Gas Industry	3	중~상급
생산시설	Basics of Corrosion Control Technologies in Oil and Gas Field	5	초~중급
층위학	Sequence Stratigraphy: An Applied Workshop	5	중급
생산 테스트	Well Test Analysis - Theory and Practice	5	초~중급
생산 시설	Basics of Offshore Production System	2	초~중급
지진 일반	Basics of Reflection Seismic Survey	4	초급
유층공학일반 (응용)	Applied Reservoir Engineering	5	초~중급
비전통	Reservoir Management of Shale Gas and CBM	5	중~상급
생산지질	Production Geology	5	초~중급
필드 세미나	Field Seminar - Carbonates Reservoir in Miyakojima	4박5일	초급
시추기술	Basic Drilling Technology Course	3	초급
시추기술	Basics of Drilling and Completion Fluids	5	초~중급
유정자극	Well Stimulation: Practical and Applied	5	초~중급
가스 생산기술	Gas production Engineering	5	중~상급
프로젝트 관리	Petroleum Risks and Decision Analysis	5	초~중급
저류층 암반 특성	Carbonate Reservoirs	5	초~중급
AVO, 탄성파속성분석	AVO and Seismic Attributes: Principles and Applications	5	중급
마무리 기술	Sand Control	5	중~상급

자료 : www.jogmec.go.jp

3.2.2. 호주의 인력양성 정책

최근 호주, 캐나다, 유럽의 대학이나 대학원에서는 대학간, 산업계 및 학계간의 협력을 추진하고 있다. 호주에서는 호주 최고 광산학과를 가진 3개 대학(Curtin University of Technology, The University of New South Wales, The University of Queensland)들이 통합하여 광산공학에 대한 세계 수준의 교육을 실시하고 있고 2008년도부터 광업고등교육협의회(MTEC, 1999년에 오스트레일리아 광업협회가 설립) 제휴 학교로 지정되어 교류하고 있다. 3개 대학의 통합 프로그램은 1, 2학년 과정을 마친 학생들이 입학가능하고 3, 4학년 과정을 운영하고 있다. 자원공학부 학생뿐만 아니라 다른 공학전공 학생들도 입학이 가능하며 3개 학교에서 강의를 조합하여 수강하거나 한 학교에서 교육을 받을 수 있는 등 유연한 성격을 가지고 있다. 기업이 원하는 교육을 제공할 수 있고 전문 기술을 갖춘 광산 기술자의 양성을 목표로 매 학기마다 3개의 필수과목과 1개의 선택과목을 수강한다. 각 학년의 필수과목과 선택과목은 <표 12>과 같다.

이론적 교육에 더하여 600여개가 넘는 기업체에 인턴십을 경험할 수 있고 이를 통해 현장중심의 교육을 진행하고 있다.

3학년 필수과정은 자원 평가 및 매장량 산출, 지질공학적 기초 조사, 광산 개발계획 및 가능성 조사, 채광법 원리 및 광물처리와 운송 시스템 설계, 암석 파쇄를 위한 폭발성/비폭발성 방법, 지하 광산의 통기 및 오염물질, 갱내수 등 재해 방지과목이 있다. 선택과목으로는 노천광에 대한 이론 및 진보된 기술, 지하광산에 대한 이론 및 진보된 기술 2가지 과목이 있다.

4학년은 6개의 필수과목과 4개의 선택과목이 있다. 3학년은 이론중심의 과정이고 4학년은 이론을 바탕으로 발표와 논문 중심의 프로그램이다.

<표 13> 호주 광업고등교육협의회 교육 과정

구분	3학년	4학년
필수 과목	• Resource Estimation and Project Evaluation	• Mining Design and Optimizing
	• Mining Systems	• Mine Feasibility
	• Mining Geomechanics	• Mine Geotechnical Engineering
	• Socio-Enviromental Aspect of Mining	• Mining Research Project I
	• Mining Planning	• Mining Research Project II
	• Mining Ventilation	• Mine Management
	• Rock Breakage	
선택 과목	• Surfaace Mining System	• Mining in a Global Environment
	• Underground Mining Systems	• Mining Asset Management and Services
		• Advenced Mining Ventilation
		• Advenced Geotechnical Engineering

<자료 : 자원개발 인력양성을 위한 시스템 개발 자료(2007) 재구성>

금속광산 및 석탄광산에 대해 팀별로 산업체 기준을 적용하여 기술적 설계, 프로젝트 평가 및 사업성에 대해 가능성 조사(feasibility test)를 하여 발표하는 과목과 자원공학과 관련된 연구 프로젝트에 대한 논문 및 발표하는 과목, 광산의 경영 원리 및 위기 관리, 안전에 대한 교육도 실시하고 있다. 선택과목에서 국제적 환경에서 광산 기술자나 경영자로서 필요한 지식, 광산 경영 서비스 및 의사결정법, 광산의 통기와 환경관리 심화과정, 암석역학 응용 기술 등을 가르치고 있다.

3.2.3. 중국의 인력양성 사례

중국을 대표하는 제1의 하이테크놀러지 석유대학인 ‘중국석유대학’의 사례를 살펴보겠다. 1953년 칭화대와 천진대학의 석유공학계열과 화공계열 기초교수들이 모여, 북경석유전문대 설립. 1960년 10월 전국 중점학교로 채택되었으며 1969년 산동의 동영승리 유전으로 이전하여, 화동석유전문대로 바뀌었다. 1981년 북경에 석유연구 생부를 설립 후, 1988년 북경석유대학으로 바뀌었고 본교는 북경에 위치해 있으며 분교는 화동에 위치하고 있다. 1989년부터 본과생을 모집하였다. 2005년 1월 ‘중국석유대학’으로 명칭 바뀌고 박사 후 유동소 4개, 박사학위수여권 1급학과 3개, 박사점 22개, 석사점47개, 공정석사학위수여권 영역 10개, 본과 학과가 55개이다(자원개발 인력양성을 위한 시스템 개발 자료, 2007).

1997년 국가 211 공정, 정식 중점 대학 선정되었고 2000년 6월, 중국 교육부 선정 공동연구소 설립하였다. 2000년 중국 최대 석유회사인 중국석유천연가스집단공사(CNPC) 석유대학교에 직속연구기관 설립하였다.

교수 1150명, 전임교수 750명, 일반교수 125명, 부교수 65명, 대학원교수 129명이며 본과생 6300여명, 석사과정 2800여명, 박사과정 500여명, 유학생 300여명으로 총 11,300여명이다(자원개발 인력양성을 위한 시스템 개발 자료, 2007).

3.2.4. 유럽의 인력양성 사례

가. 프랑스 국립석유연구소(IFP: Institut Francais 여 Petole)

1954년 설립과 함께 개설하였으며 석유 및 가스 전 분야에 대한 연구 및 교육을 담당하고 있다. 주요 연구분야는 E&P, 정유 및 석유화학 등이 있으며, 교육 및 훈련으로 주요 연구 분야 외에 경제 및 경영이 있다, 연구소의 인력은 Post-doc 48명, 박사과정 190, 석사 440여명이고 계속 교육과정생 1,000여명이 포함되어 있다. 예산은 2004년에는 253백만 유로이며, 교육 및 훈련 예산은 총 예산의 5.9%인 15백만 유로를 차지하고 있다(자원개발 인력양성을 위한 시스템 개발 자료, 2007).

나. 스페인 : Repsol

인력양성 시스템인 Employee attention service가 2003년도부터 인력 관리 팀과 직통선을 통해 불만접수 또는 제안이 가능하도록 하였다. 교육, 문화활동, 내부 순환보직 등 광범위한 인력관리 서비스를 제공하였으며, 회사 내 Professional Development Program도 운영하였다. 또한, 평생교육 과정이 대학 기관과 협력 하에 진행하고 있다.

연구, 개발, 혁신 및 기술적 지원을 위한 'New technology complex'은 Repsol사가 200백만 유로를 투자한 스폰서인 'Graduate School of Energy Studies'와 캠퍼스를 공동사용하며 설립 전 스페인 전역에 흩어진 기관들을 한 곳으로 통합시키는 역할을 하고 있다. 본 Master program에 등록한 학생은 100여명이다(자원개발 인력양성을 위한 시스템 개발 자료, 2007).

Repsol YPF 재단에 의해 설립된 ISE(Instituto Superior de la Energia)는 석사과정 및 계속교육과정을 운영하고 있다. 세부교육과정으로는 E&P, 정유·가스 및 Marketing, 석유화학, 에너지기술 및 기업경영 4가지로 구성된

다. 계속교육과정의 대상은 기업 관리자 이상이고 Navarre University와 함께 교육을 실시하고 있다.

다. 이탈리아

이탈리아의 대표적인 E&P회사인 ENI사의 총인원은 '04년 기준 약 7만여 명이며 그 중 57%가 이탈리아 본사에서 근무 중이다. 기관 내 인력양성시스템은 Eni Coporate University와 On-line training program으로 운영된다. 전자의 경우 Scientific Committee와 Departments의 두 개의 조직으로 구성되어 있는데, Scientific Committee는 ENI사의 연구개발을 담당하고 Departments는 Network, Information, Resources로 나누어 문화적, 과학 연구 및 에너지 선도 기업들¹⁾ 위한 역할을 담당하고 있다.

On-line training program은 직원들의 개인 스케줄을 고려하여 탄력적으로 수강이 가능하며 본부에서 개발한 '표준 코스과정'을 회사 내 전문 인력과 세계적인 네트워크를 활용한 강사풀을 가지고 있다.

전문 교육기관 위탁 교육 프로그램도 운영하고 있다. On-line training program과 같이 표준 교육과정을 기본으로 하고 있다. Scuola Superiore Normale di Pisa대학과 협정하여 hydrocarbon 및 science에 2년 과정의 post-graduate course, Millan Polytechnic과 연계해서 에너지와 탄화수소 연구에 관한 post-graduate course를 개설하였으며, University Roma, Catholic University in Millan, University of Bologna, Turin Polytechnic 등에서 교육을 받고 있다.

1) 자원개발 인력양성을 위한 시스템 개발(산업자원부) 2007. 11

4. 실증분석

4.1. 모형 설계

4.1.1. 분석자료

본 연구에서는 <표 13>과 같이 자원개발 특성화대학으로 선정된 10개 대학을 DMU로 놓고 「자원개발 특성화대학 사업」의 전담기관인 해외자원개발협회의 ‘자원개발 특성화대학 성과분석 보고서’의 2009년부터 2011년까지 자료를 인용하였다.

1) 자원개발 특성화대학 사업

2000년대 신고유가 도래 및 원자재난이 증폭되고 국제적인 에너지·자원 확보 경쟁의 가속화 및 에너지자원 민족주의의 확산이 대두되면서 정부는 안정적인 에너지·자원 공급을 위해 단기적 대책(비축)과 함께 중장기적 대책인 해외자원개발의 병행 필요성에 따라 제3차 해외자원개발기본계획에 기업의 자원 확보 역량 확대를 천명하였다. 90년대 말 우리나라의 외환위기로 붕괴상태에 있는 자원개발 관련 대학 교육을 정상화하고, 경쟁국에 비해 양과 질에서 크게 부족한 전문인력의 양성 및 공급시스템을 구축하고자 자원개발 인력 양성 사업인 「자원개발 특성화대학 사업」을 추진하였다.

지식경제부는 ‘08년 정부예산 및 공기업 매칭펀드를 조성하고 「자원개발 특성화대학」 사업 시행계획(선정 및 지원기준) 공고하였다. 제출된 사업계획서에 대한 서류평가와 현장실사를 거쳐 정부, 자원개발 공기업 및 민간기업, 연구기관 전문가 등 11명으로 구성된 ‘자원개발특성화대학 운영위원회’가 10개

대학을 선정하였다. 정부는 자원개발 특성화대학 사업을 통해 2014년 이후에는 매년 400~500명의 전문인력을 배출하여 해외자원개발 현장요원 및 연구요원, 교수요원으로 공급함으로써 해외자원개발 분야가 필요로 하는 전문인력을 안정적으로 확보할 수 있을 것으로 기대하였다. 특히, 현장실습 학점제 도입 및 인턴십 강화를 통해 기업이 원하는 현장중심의 실무형 전문인력 양성에 크게 기여할 것으로 기대하고 있다.

<표 14> 자원개발특성화대학 현황(2008년 대학 선정시)

구분	선정대학
우수대학	서울대, 한양대
집중 육성대학	강원대, 동아대, 부경대, 전남대, 조선대, 해양대
신설대학	세종대(신설), 인하대(복원)

2) 변수 선정

일반적으로 DEA에서 고려하는 투입요소는 조직의 비용을, 산출요소는 조직의 편익을 의미한다(Aigner, Lovell & Schmit, 1977). 이러한 관점에서 교육기관에 대한 효율성 분석 선행연구를 참조하여 투입변수와 산출변수를 선정하였다. 아울러 본 연구대상인 「자원개발 특성화대학 사업」의 목적 및 기대효과를 고려하였다. 투입요소로는 조직의 비용을 의미하는 인력과 예산을 고려하여 교수수, 사업비, 교과목 개설분야수, 현장실습 참여율, 인턴십 참여율을 선정하였다. 산출변수는 최종산출물, 성과의 수량성, 본 사업의 기대효과를 고려하여 교수논문실적, 취업자수, 취업률, 진학률, 교원확보실적의 5개 변수를 적용하였다. 교수수는 특성화대학 학과의 전임교원수와 겸임교

원수에 0.5를 곱한 합으로 산출하였다. 특성화대학의 규모를 고려한 단위지수로 교수수를 재학생 수로 나눈 재학생 1인당 교수수도 인적투입변수로 적용하였다. 물적 투입변수로 총사업비와 인력양성지원비 및 교수인력확충비로 구성하였다. 교수수와 학생수는 학과의 규모를 결정하며, 논문수와 연구생산성과 높은 상관을 가진다. 공동연구 등과 같은 시너지 효과가 존재하고, 대규모학과는 우수한 연구자를 유치하는데 더 유리하기 때문이다(Kyvik, 1995). 또한 교수수가 많을수록 교육의 질이 높아지고 학생의 교육뿐만 아니라, 취업까지 영향을 미칠 수 있다. 「자원개발 특성화대학」사업의 실시로 해당 대학에서 현장중심 인력양성교육으로 현장실습 및 인턴십 프로그램을 신설하였다. 투입변수로 현장실습 참여율과 인턴십 참여율은 현장실습 참여 총 인원과 인턴십 참여 총 인원을 학생수로 나누어 계산하였다.

산출변인은 자원개발 특성화대학 사업의 성과인 인력양성의 지표가 되는 취업자수와 취업률을 사용하였다. 취업률은 취업자 수를 졸업자 수에서 진학자, 외국인유학자, 군입대자를 뺀 수를 나눈 값이다. 신규교원확보실적은 전임교원 신규 채용 인원, 겸임교원 신규 채용 인원에 0.5를 곱한 수의 합으로 산출하였다.

적용 대상의 선정은 선행연구를 중심으로 살펴본 것으로, 우선 Ahn, Anord, Chanes & Cooper(1990)의 연구와 Cyrii & Green(1988), 안태식·조균제·박태중(1998)의 연구를 바탕으로 산출변수로 적용하였다.

<표 15> 투입요소 및 산출요소, 및 산출방법

구분		내용		
		요인	단위	상세내용 및 산출방법
투입	인력 투입	교수수 재학생 1인당 교수수	명 명	전임교원수 + 겸임교원*0.5 교수수/재학생수
	예산	총사업비 인력양성사업비 교수인력확충비	천원 천원 천원	특성화대학별 총 사업비 인력양성사업비 교수인력확충비
	교육 과정	교과목 개설분야수 현장실습 참여율 인턴십 참여율	개 % %	자원개발 관련 교과목 개설 분야 수
산출	인력 양성	취업자수 취업률	명 %	취업자수/(졸업생수-진학자수 -군입대자수) × 100
	연구 성과	교수 논문실적 진학률 신규 교원확보실적	편 % 명	등재(후보)지 논문 대학원, 박사 진학생수/학생수 해당연도 신규 채용 교원수

4.1.2. 분석모형

「자원개발 특성화대학」 사업의 지원대상인 10개 대학을 평가대상인 DMU로 적용하고 분석기간은 2009년부터 2011년까지 3년으로 설정하였다. DEA를 활용한 비영리기관 효율성 분석 선행연구에 따르면, 효율성 지수는 DMU의 수 및 투입요소, 산출요소의 수에 따라 신뢰도가 달라질 수 있다. DMU의 수가 지나치게 적을 경우에는 효율적인 DMU로 판명되는 투입 및 산출요소의 수가 증가할 수록 저하된다. 투입 및 산출요소의 수의 합의 3배 이상의 DMU 수를 권장하고 있다(김선애, 2007, 신현대, 2005, Banker et al., 1984). Fitzsimmons 외(1994)와 Dyson 외(2001)에 따르면 DMU의 적정수는 투입요소와 산출요소 수의 합의 2배 이상이며, 이러한 관계는 DEA 모형을 사용한 실증분석 결과에 의한 것으로 알려졌다.

(1) 종합효율성 분석

「자원개발 특성화대학」 사업의 종합효율성 분석을 위해 <표 15>와 같이 투입 및 산출변수를 적용하였다. 특성화대학으로 선정된 10개 대학이 의사결정단위(DMU)이고, 제2장에서 언급하였듯이, DMU수는 투입요소수와 산출요소수의 2배 이상이 되어야 하므로, 투입 및 산출변수의 수를 총 5개로 정하였다.

<표 16> 종합효율성 분석 모형

분석모형	연도별('09, '10, '11년)	
	투입변수	산출변수
CCR-O BCC-O Window-O	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교수수 ○ 총사업비 ○ 교과목 개설분야수 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취업자수 ○ 교수 논문실적

「자원개발 특성화대학」 사업의 목적은 자원개발 관련 대학교육 지원을 통해 해외자원개발사업 활성화에 필요한 전문인력 양성과 교수의 연구능력 제고이다. 이 목적에 부합하는 투입요소로 교수수, 각 대학별 총사업비, 자원개발 교과목 개설분야 수를 선정하였고, 산출변수로 취업자수, 교수의 논문실적 합을 선정하였다.

(2) 인력양성 부문 효율성 분석

「자원개발 특성화대학」 사업의 기대효과 중 현장 인력 양성 및 연구와 교수 등 전문인력 양성 효율성 분석을 위해 <표 16> 및 <표 17>와 같이 투입변수와 산출변수를 적용하였다. 현장 인력 양성 효율성 측정을 위해 산출변수를 취업률 하나로 선정하고 다양한 투입변수를 적용하였다. 취업률 향상을 위해 특성화대학 전담기관의 사업비 투입 실적에 따르면 총사업비 중 인력양성 지원비 비중이 높은 것으로 나타났다. 이에, 인력양성 부문 효율성 측정에 대한 투입변수로 인력양성 지원비를 선정하였다. 10개 대학의 규모 및 학생수, 교수수가 다르므로 변수 적용시 총합수가 아닌 단위지수를 이용하였다. 산출변수는 취업자수가 아닌 취업률을 적용하였고 투입변수도

재학생 1인당 교수수, 현장실습 참여율, 인턴십 참여율을 적용하였다.

연구 및 교수 등 전문인력 양성에 대한 효율성 분석 시에 산출변수는 진학률, 투입변수는 인력양성사업비, 재학생 1인당 교수수, 참여교수 1인당 논문수를 적용하였다.

<표 17> 인력양성 부문 효율성 분석 모형 1

분석모형	연도별('09, '10, '11년)	
	투입변수	산출변수
CCR-O BCC-O	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인력양성사업비 ○ 재학생 1인당 교수수 ○ 현장실습 참여률 ○ 인턴십 참여률 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취업률

<표 18> 인력양성 부문 효율성 분석 모형 2

분석모형	연도별('09, '10, '11년)	
	투입변수	산출변수
CCR-O BCC-O	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인력양성사업비 ○ 재학생 1인당 교수수 ○ 참여교수 1인당 논문수 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진학률

(3) 연구부문 효율성 분석

자원개발사업 관련 연구에 대한 성과를 나타내는 교수 논문실적과 신규교원 확보실적과 참여교수 1인당 논문실적을 산출변수로 선정하였다. 신규교원 확보실적은 연도별로 0인 대학이 있어서 산출변수 단독으로 사용하지 못하였다. 투입변수는 사업비 중 교수인력확충비, 재학생 1인당 교수수, 교과목 개설분야수이다.

<표 19> 연구부문 효율성 분석 모형

분석모형	연도별('09, '10, '11년)	
	투입변수	산출변수
CCR-O BCC-O	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교수인력확충비 ○ 재학생 1인당 교수수 ○ 교과목 개설분야수 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교원확보실적 ○ 참여교수1인당 논문실적

4.2. 효율성 분석 결과

4.2.1. 종합효율성 분석

1) 기술통계량 분석

<표 19>은 종합효율성 분석에서 사용된 투입변수와 산출변수의 기술통계 결과를 요약한 것이다. 교수수, 전체사업비, 개설분야수 평균은 매년 증가한 것으로 나타난다. 취업자수 평균은 '09년이 가장 높으며, 매년 소폭 하락하였지만 표준편차는 줄어들었다. 취업자 수의 경우 2008년 유가 및 원자재 가격이 급상승하여 자원개발사업의 투자와 고용이 늘어났고, 2009년을 기점으로 유가 및 원자재 가격이 소폭 하락하여 취업자 수가 감소한 것으로 보인다. '09년 교수수의 최소값이 1명이었고 '11년은 6명으로 최소값이 크게 증가하였다. 논문실적 변수의 경우에도 '09년 최소값이 1이고 '11년 최소값이 5이며, '09년 취업자수와 개설분야수는 최소값이 0으로, 이는 '09년도에 자원개발 특성화대학 사업을 시행하면서 특성학과가 신설된 대학이 있기 때문인 것으로 판단된다.

<표 20> 투입 및 산출변수 기술 통계 분석

구분	2009년				2010년				2011년			
	최대값	최소값	평균	표준편차	최대값	최소값	평균	표준편차	최대값	최소값	평균	표준편차
교수수	11	1	7.30	2.61	11.00	3.7	8.37	2.03	11.00	6.00	8.86	1.62
전체사업비	972	175	644.6	246.50	1,387	691	1,040.8	228.56	1,462	692	1,098	218.95
개설분야수	10.00	-	8.50	2.97	10.00	-	8.20	3.63	10.00	8.00	9.80	0.60
취업자수	34.20	-	16.13	11.51	21.00	-	13.00	7.00	23.00	2.00	12.4	6.84
논문실적	42	1	16.00	10.52	41	6	14.10	9.88	40.00	5.00	20.7	9.34

2) CCR모형 및 BCC모형 효율성 분석 결과

2009년부터 2011년까지의 CCR-O 및 BCC-O 모형을 사용한 종합효율성 분석 결과를 <표 20>에 정리하였다. 효율성 분석값이 1인 경우는 의사결정 단위 중에 상대적으로 효율적이라는 의미이고 1보다 적은 값은 상대적으로 비효율적이라는 것을 나타낸다. 분석 결과, 효율적인 대학은 2009년도에 D, E, I 이고 2010년도 D, F, H, I, 2011년도는 D, E, I, J이다. 특히, D와 I대학은 3년 연속 CCR 및 BCC모형에서 효율적으로 나타났다.

BCC모형의 결과는 순수한 기술적 효율성을 고려하게 되므로, CCR모형 값을 BCC모형 값으로 나눈 값은 규모의 효율성을 나타낸다. 2009년도에 A, B, C, G, J대학은 기술적 비효율이 나타나는데 비해 규모의 효율성은 높게 나타난다. 이는 규모면에서는 적정한 수준이나 기술적 효율성 대학보다 낮은 것으로 볼 수 있다. 반면, F대학은 BCC모형 효율성 값은 1이지만, CCR모형 효율성 값은 0.262로 규모면에서 비효율적이라고 볼 수 있다. 2010년도에는 기술적 효율성이 비효율의 원인인 DMU는 A, C, J이고 규모의 효율성이 규모의 비효율을 나타내는 것은 E와 J이다. 2011년은 비효율의 원인이 기술적 효율성에 기인하는 대학은 A, C, G이고 규모의 비효율이 나타나는 대학은 F이다.

<표 21> 종합효율성 분석 결과

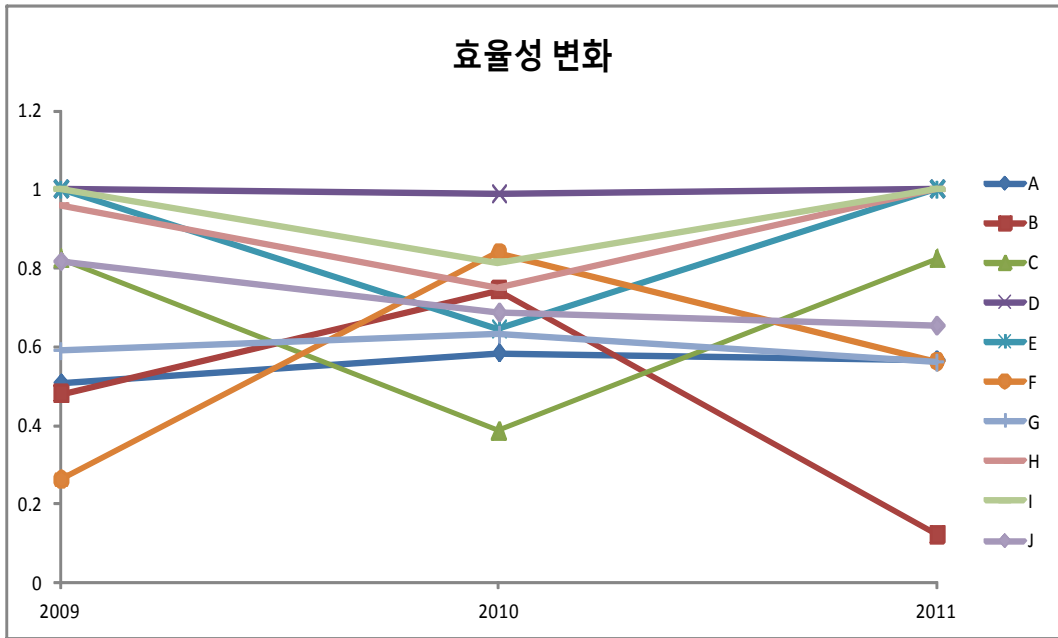
DMU	'09년			'10년			'11년		
	CCR	BCC	SE	CCR	BCC	SE	CCR	BCC	SE
A	0.508	0.518	0.982	0.667	0.737	0.906	0.565	0.577	0.981
B	0.479	0.497	0.964	0.952	0.952	1	0.125	0.125	1
C	0.823	0.878	0.938	0.527	0.535	0.985	0.824	0.86	0.959
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	0.786	1	0.786	1	1	1
F	0.262	1	0.262	1	1	1	0.563	1	0.563
G	0.589	0.634	0.93	0.81	0.81	1	0.56	0.569	0.985
H	0.959	0.959	1	1	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	0.815	0.851	0.957	0.941	1	0.941	0.652	0.652	1
평균	0.744	0.834	0.892	0.868	0.903	0.961	0.729	0.778	0.937

3) DEA/Window 모형 효율성 분석 결과

DEA/Window 분석 결과는 <표22>과 <그림5>에 나타내었다. 2009년부터 2011년까지 3년의 기간의 효율성 측정하기 위해 제2장에서 설명한 DEA/Window 특성에 따라 윈도우 폭을 2로 정하였다. DMU 평균을 살펴 보면 효율성 1인 DMU는 없고 D가 0.994로 가장 높은 효율성 지수를 나타내었다. <그림4>에서 보면 2010년에 전체적으로 효율성이 하락하였다가 2011년도에 다시 반등하는 형상이다. DMU B와 F는 반대로 2010년에 효율성이 2009년보다 상승하고 2011년도에 다시 하락하는 형태를 보인다.

<표 22> DEA/Window 분석 결과

	2009	2010	2011	연도평균	평균
A	0.508	0.557		0.532	0.560
		0.611	0.565	0.588	
B	0.479	0.616		0.548	0.522
		0.870	0.122	0.496	
C	0.823	0.333		0.578	0.604
		0.435	0.823	0.629	
D	1	0.976		0.988	0.994
		1	1	1	
E	1	0.502		0.751	0.822
		0.786	1	0.893	
F	0.262	0.676		0.469	0.625
		1	0.562	0.781	
G	0.589	0.523		0.556	0.603
		0.739	0.560	0.650	
H	0.959	0.669		0.814	0.864
		0.829	1	0.915	
I	1	0.647		0.823	0.907
		0.982	1	0.991	
J	0.815	0.595		0.705	0.710
		0.779	0.652	0.716	



<그림5> 종합효율성 변화 추이

4.2.2. 인력양성 부문 효율성 분석 결과

1) 기술통계량 분석

인력양성 부문 효율성 분석 시 투입 및 산출변수의 기술통계량은 <표 22>에 정리하였다. 투입변수인 재학생1인당 교수수의 평균은 '09년 값이 가장 크며 매년 평균값과 최대값은 감소하였다.

<표 22> 취업률 관련 효율성 분석 투입 및 산출변수 기술통계량

2009년 기술통계량					
	재학생1인당 교수수	인력양성 지원비	인턴쉽 참여율	현장실습 참여율	취업률
최대값	0.667	498822	0.150	2.487	0.9
최소값	0.025	44957	0	0	0
평균	0.118	312462.9	0.067	0.738	0.438
표준편차	0.189	132357.0	0.052	0.839	0.277
2010년 기술통계량					
	재학생1인당 교수수	인력양성 지원비	인턴쉽 참여율	현장실습 참여율	취업률
최대값	0.184	756135	0.148	4.432	0.826
최소값	0.027	221306	0.043	0.155	0
평균	0.060	506243.2	0.093	1.278	0.528
표준편차	0.044	163591.4	0.035	1.163	0.229
2011년 기술통계량					
	재학생1인당 교수수	인력양성 지원비	인턴쉽 참여율	현장실습 참여율	취업률
최대값	0.130	657452	0.192	5.038	1.000
최소값	0.032	304161	0.036	0.070	0.490
평균	0.061	527375.1	0.111	1.807	0.739
표준편차	0.029	118052.8	0.052	1.401	0.181

인력양성지원비 평균값은 매년 증가하였고, 최대값과 최소값 편차는 줄었다. 인턴십 참여율과 현장실습 참여율의 경우 평균, 최대값 및 최소값이 증가추세를 보인다. 산출변수인 취업률도 투입변수들과 마찬가지로 평균과 최소값이 늘어났음을 알 수 있다.

산출변수 진학률의 경우 '10년의 최대값과 평균은 '09년 보다 하락하였다가 '11년에 다시 상승하였다. 평균값은 3개년 모두 0.4 이하이다. 교수1인당 논문실적 변수는 진학률과 마찬가지로 '10년에 소폭 하락하였다가 '11년에 다시 증가하는 경향을 보였다.

<표 23> 진학률 관련 효율성 분석 투입 및 산출변수 기술통계량

2009년 기술통계량					
	재학생1인당 교수수	인력양성 지원비	교수 1인당 논문실적	교원확보실 적비율	진학률
최대값	0.667	498822	2.800	0.143	0.667
최소값	0.025	44957	0.300	0	0
평균	0.118	312462.9	1.657	0.076	0.362
표준편차	0.189	132357	0.747	0.064	0.249
2010년 기술통계량					
	재학생1인당 교수수	인력양성 지원비	교수 1인당 논문실적	교원확보실 적비율	진학률
최대값	0.184	756135	3.000	0.500	0.422
최소값	0.027	221306	0.200	0	0
평균	0.060	506243.2	1.303	0.176	0.217
표준편차	0.044	163591.4	0.750	0.173	0.112
2011년 기술통계량					
	재학생1인당 교수수	인력양성 지원비	교수 1인당 논문실적	교원확보실 적비율	진학률
최대값	0.130	657452	2.500	0.517	0.864
최소값	0.032	304161	0.500	0	0
평균	0.061	527375.1	1.353	0.251	0.282
표준편차	0.029	118052.8	0.625	0.187	0.245

2) 효율성 분석

2009년부터 2011년까지의 CCR-O 및 BCC-O 모형을 사용한 종합효율성 분석 결과를 <표24>과 <표25>에 정리하였다. 현장인력 양성에 대한 효율성 분석, 즉 산출변수를 취업률을 적용한 결과는 다음과 같다. 효율적인 대학은 2009년도에 A, B, D, G, I, J 이고 2010년도 6개 대학이, 2011년도는 CCR-O 모형 6개, BCC-O 모형 8개로 나타났다. 특히, D와 I대학은 3년 연속 CCR 및 BCC모형에서 효율적으로 나타났다. 연도별 평균은 '09년도 0.916 과 0.925로 분석기간 중 가장 높았으며, '10년도에 소폭 하락하였다가 '11년도에 다시 상승하였다. D와 E는 '09년과 '10년도에 졸업생이 없어 취업자 수가 0이므로 효율성 지수를 산출할 수 없었다.

<표25>은 진학률에 대한 효율성 분석 결과를 정리하였다. 효율적인 대학은 2009년도에 두 모형 모두 효율적인 DMU는 A, B, C, H이고, BCC 모형에서 효율적으로 나타난 DMU는 D와 J이다. 2010년도 C, D, I, J가 효율적이며, 2011년도에 효율적인 DMU의 수는 CCR-O 모형 2개, BCC-O 모형 5개로 나타났다. 연도별 평균에서 보듯이 진학률 부문 효율성은 점차 효율성 지수가 떨어지는 추세이다. 이는, 대학 졸업자들이 진학보다 취업하는 수가 더 많기 때문인 것으로 사료된다.

D와 E는 취업률 부문 효율성 결과와 마찬가지로 '09년에서 '11년도에 진학생이 없어 효율성 분석 결과를 산출할 수 없었다.

<표 25> 취업률 관련 효율성 분석 결과

DMU	'09년		'10년		'11년	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
A	1	1	0.453	0.501	1	1
B	1	1	1	1	0.447	0.556
C	0.738	0.747	0.432	0.436	0.668	0.749
D	1	1	1	1	1	1
E	-	-	1	1	1	1
F	-	-	-	-	1	1
G	1	1	0.746	0.749	0.727	1
H	0.629	0.656	1	1	0.898	1
I	1	1	1	1	1	1
J	0.961	1	1	1	1	1
평균	0.73	0.74	0.76	0.77	0.87	0.93

<표 26> 진학률 관련 효율성 분석 결과

DMU	'09년		'10년		'11년	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
A	1	1	0.510	0.576	1	1
B	1	1	0.510	0.525	0.795	1
C	1	1	1	1	0.317	0.318
D	0.253	1	1	1	1	1
E	-	-	1	1	-	-
F	-	-	-	-	-	-
G	0.777	0.862	0.801	1	0.730	0.776
H	1	1	0.957	1	0.297	0.355
I	0.413	0.9998	1	1	0.321	1.000
J	0.615	1	1	1	0.877	1
평균	0.61	0.79	0.78	0.81	0.53	0.64

4.2.3. 연구 부문 효율성 분석

1) 기술통계량 분석

투입변수 중 개설분야수 및 교수수는 최대값은 매년 같은 값이고 최소값과 평균은 상승하였다. 교수인력확충비의 최대값과 평균은 '10년도에 가장 크게 나타났다. 신규교원확보실적은 매년 크게 증가함을 보였으며, 교수1인당 논문실적 평균값도 증가추세를 보였다.

<표 27> 연구 부문 효율성 분석 투입 및 산출변수 기술통계량

2009년 기술통계량					
	개설분야수	교수수	교수인력 확충비	신규교원확 보실적	교수1인당 논문실적
최대값	10	11	117600	1	42
최소값	0	1	0	0	1
평균	8.5	7.3	36354.2	0.6	16
표준편차	2.975	2.610	36365.164	0.490	10.517
2010년 기술통계량					
	개설분야수	교수수	교수인력 확충비	신규교원확 보실적	교수1인당 논문실적
최대값	10	11	176888	3.5	41
최소값	0	3.7	8736	0	6
평균	8.2	8.37	58402.9	1.3	14.1
표준편차	3.628	2.028	48805.7	1.327	9.884
2011년 기술통계량					
	개설분야수	교수수	교수인력 확충비	신규교원확 보실적	교수1인당 논문실적
최대값	10	11	142218	4.5	40
최소값	8	6	0	0	5
평균	9.8	8.86	46862.5	2.11	20.7
표준편차	0.6	1.618	41468.3	1.45220522	9.339

2) 효율성 분석 결과

<표 27>은 에 대한 효율성 분석 결과를 정리하였다. 효율적인 대학은 2009년도에 두 모형 모두 효율적인 DMU는 A, B, C, H이고, BCC 모형에서 효율적으로 나타난 DMU는 D와 J이다. 2010년도 C, D, I, J가 효율적이며, 2011년도에 효율적인 DMU의 수는 CCR-O 모형 2개, BCC-O 모형 5개로 나타났다. 연도별 평균에서 보듯이 진학률 부문 효율성은 점차 효율성 지수가 떨어지는 추세이다. 이는, 대학 졸업자들이 진학보다 취업하는 수가 더 많기 때문인 것으로 사료된다.

D와 E는 취업률 부문 효율성 결과와 마찬가지로 '09년에서 '11년도에 진학생이 없어 효율성 분석 결과를 산출할 수 없었다.

<표 28> 연구부문 효율성 분석 결과

DMU	'09년		'10년		'11년	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
A	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	0.556	0.556
C	1	1	0.062	0.067	0.560	0.560
D	1	1	0.424	0.500	1	1
E	1	1	1	1	1	1
F	0.030	0.112	1	1	1	1
G	1	1	0.288	0.3	1	1
H	1	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	0.878	0.878
J	1	1	0.943	1	0.411	0.999
평균	0.90	0.91	0.77	0.79	0.84	0.90

4.3. 효율성 결과 분석

4.3.1. 모형별 준거집단 및 참조횟수

1) 종합효율성

참조준거집단이란 평가대상 중 투입 및 산출변수 수준이 비슷한 효율적 DMU로서 비효율적 DMU의 벤치마킹 대상이 될 수 있다. 참조횟수는 다른 비효율적 DMU들이 그 횟수만큼 준거집단으로 삼는다는 의미이다. 가령, A라는 DMU의 참조횟수가 3이라면 A를 벤치마킹 대상으로 삼는 비효율적 DMU가 3개라는 의미이다. 2011년도의 산출기준 CCR 및 산출기준 BCC 모형 효율성 분석의 참조준거집단과 참조횟수를 <표 28>에 제시하였다.

<표 29> 2011년도 종합효율성 참조준거집단 및 참조횟수

DMU	'11년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	0.565	D(0.71), I(0.19)	0.577	D(0.65), E(0.07), H(0.28)
B	0.125	D(1)	0.125	D(1)
C	0.824	D(0.80), E(0.02)	0.860	D(0.5), E(0.27), H(0.23)
D	1	5	1	4
E	1	2	1	3
F	0.563	D(0.02), E(0.83)	1	0
G	0.560	D(0.83), I(0.01)	0.569	D(0.75), E(0.08), H(0.17)
H	1	0	1	3
I	1	3	1	1
J	0.652	I(1)	0.652	I(1)
평균	0.729		0.778	

산출기준 CCR모형에서 참조횟수가 가장 높은 효율적 DMU는 D로 비효율적 DMU인 A, B, C, F, G의 준거집단으로 참조횟수는 5회로 나타났다. 효율적 DMU인 I는 참조횟수가 3회, E는 2회를 나타내고 있다. BCC모형에서도 D가 4회의 참조횟수로 가장 높은 횟수를 보이고 있으며, CCR 모형에서 참조횟수 2회인 E가 BCC 모형에서는 참조횟수 3회를 나타내고 있다. H는 CCR 모형에서 참조횟수가 0인 반면, BCC 모형의 참조횟수는 3회로 모형마다 벤치마킹 대상이 다르다는 것을 알 수 있다.

준거집단 옆의 괄호 안의 수치는 복수의 준거집단이 존재할 때, 효율적 DMU가 되기 위한 벤치마킹 DMU의 가중치를 의미한다. 가령, CCR 모형 결과 A의 효율성을 개선하기 위해서 준거집단 D와 I를 0.71, 0.19의 가중치를 활용하여 투입 및 산출변수 조정하면 효율적 DMU가 될 수 있다.

이와 같이 준거집단과 가중치를 이용하여 비효율적 DMU가 효율성 개선을 위한 목표치 및 조정비율을 계산 할 수 있다. 각 모형별로 비효율적 DMU의 효율성 개선을 위한 목표치와 조정비율에 대해 4.4.2장에 서술하였다.

2) 인력양성 부문

산출변수가 취업률인 인력양성 부문 산출기준 CCR모형 분석의 준거집단 및 참조횟수는 <표 29>와 같다. 참조횟수가 가장 높은 효율적 DMU는 I이며, 비효율적 DMU인 B, C, G, H의 준거집단이 된다. 효율적 DMU인 D는 참조횟수가 3회, A는 1회로 종합효율성 분석 결과와 같음을 알 수 있다. BCC모형에서는 D와 F가 각 2회의 참조횟수로 가장 높은 횟수를 보이고 있으며, I의 참조횟수는 1이다.

<표 30> 취업률 관련 준거집단 및 참조횟수

DMU	'11년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	1	1	1	0
B	0.447	D(0.27), I(1.06)	0.556	D(0.66), F(0.11), I(0.23)
C	0.668	D(0.94), I(0.02)	0.749	D(0.87), F(0.13)
D	1	3	1	2
E	1	0	1	0
F	1	0	1	2
G	0.727	A(0.51), I(0.40)	1	0
H	0.898	D(0.25), I(0.49)	1	0
I	1	4	1	1
J	1	0	1	0
평균	0.874		0.930	

진학관련 인력양성 부문 산출기준 CCR모형 분석의 준거집단 및 참조횟수는 <표 30>와 같다. 효율적 DMU인 D의 참조횟수는 3회로 비효율적 DMU인 C, G, H, I의 벤치마킹 대상이다. 효율적 DMU인 D는 참조횟수가 3회, A는 1회를 나타내고 있다. BCC모형에서도 D가 참조횟수로 가장 높은 횟수를 보이고 있으며, J와 I의 참조횟수는 2회, 1회이다.

<표 31> 진학률 관련 준거집단 및 참조횟수

DMU	'11년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	1	1	1	1
B	0.795	A(0.8)	1	0
C	0.317	A(0.45), D(0.59)	0.318	A(0.39), D(0.61)
D	1	3	1	3
E	-	-	-	-
F	-		-	-
G	0.730	D(0.79)	0.776	D(0.53), J(0.47)
H	0.297	D(0.58)	0.355	D(0.004), J(0.96)
I	0.321	D(0.68)	1.000	0
J	0.877	A(0.005), D(0.51)	1	2
평균	0.667		0.806	

3) 연구 부문

교육인력확충비, 재학생 1인당 교수수, 교과목 개설분야수를 투입변수로 교원확보실적 및 교수1인당 논문실적이 산출변수인 연구 부문 CCR모형 분석에서 효율적 DMU는 A, D, E, F, G, H이며, 준거집단 및 참조횟수는 <표 31>와 같다. 참조횟수가 가장 높은 효율적 DMU는 H로 비효율적 DMU인 C, I, J의 준거집단이라 할 수 있다. 효율적 DMU인 G의 참조횟수가 2회, E는 1회로나타났다. BCC모형에서는 H와 I의 참조횟수가 각 2회로 나타났다.

<표 32> 연구 부문 준거집단 및 참조횟수

DMU	'11년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	1	0	1	0
B	0.556	G(1)	0.556	G(1)
C	0.560	E(0.39), H(0.21)	0.560	H(1)
D	1	0	1	0
E	1	1	1	0
F	1	0	1	0
G	1	2	1	2
H	1	3	1	2
I	0.878	G(0.48), H(0.52)	0.878	G(0.48), H(0.52)
J	0.411	H(0.97)	0.999	0
평균	0.841		0.899	

4.3.2. 효율성 개선방향 분석

1) 종합효율성

앞서 살펴본 준거집단 및 가중치로 비효율적 대학이 효율성을 개선하기 위한 목표치와 조정비율을 설정할 수 있다. <표 32>와 <표 33>는 '11년도의 모형별로 비효율적 DMU 3개의 목표치와 조정비율을 나타낸 것이다.

<표 32>의 CCR 모형 분석결과는 다음과 같다. DMU B의 경우, 효율성 지수는 0.125인데, 효율성을 개선하기 위해서 투입변인인 전체사업비를 25.65% 줄여야 하고 산출변수인 취업자수는 950%, 교수 논문실적은 700% 늘려야 한다는 것을 나타낸다. 이는 취업자수와 논문 실적이 현저히 낮게 산출되고 있다는 의미이다.

F대학은 전체사업비 6.24%, 개설분야수 31.85% 감소시키고 취업자수와 논문실적을 77.72% 증가시켜야 효율적 DMU가 될 수 있다.

DMU G는 효율성 지수가 0.56으로 F 효율성 지수 0.563과 유사하지만, 전체사업비는 19.43%, 개설분야수 7.35%의 비율로 줄이고 취업자수와 논문실적은 78.61% 늘려야 효율성 개선을 할 수 있다. 3개의 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율에서 투입변수보다 산출변수인 취업자수와 논문실적의 개선비율이 높은 것을 알 수 있었고 이는 효율적 DMU에 비해 투입 비율 산출 결과가 낮게 나타남을 보여주고 있다.

<표 33>의 규모수익가변 가정의 BCC 모형의 DMU A결과를 살펴보면, 전체사업비 3.6%, 개설분야수 1.45% 감소시키고 취업자수와 논문실적은 73.44% 증가시키면 효율성 지수가 높아짐을 의미한다.

<표 33> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
B	0.125	교수수	명	11	11	0.00%
		전체사업비	천원	1462	1087	-25.65%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	2	21	950.00%
		논문실적	편	5	40	700.00%
F	0.563	교수수	명	6	6	0.00%
		전체사업비	천원	692	648.85	-6.24%
		개설분야수	개	10	6.82	-31.85%
		취업자수	명	3	5.33	77.72%
		논문실적	편	13	23.10	77.72%
G	0.56	교수수	명	10	10	0.00%
		전체사업비	천원	1242	1002.00	-19.32%
		개설분야수	개	10	9.26	-7.35%
		취업자수	명	11	19.65	78.61%
		논문실적	편	20	35.72	78.61%

<표 34> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.577	교수수	명	9.6	9.6	0.00%
		전체사업비	천원	1161	1119.2	-3.60%
		개설분야수	개	10	9.85	-1.45%
		취업자수	명	11	19.08	73.44%
		논문실적	편	19	32.95	73.44%
B	0.125	교수수	명	11	11	0.00%
		전체사업비	천원	1462	1087	-25.65%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	2	21	950.00%
		논문실적	편	5	40	700.00%
G	0.56	교수수	명	10	10	0.00%
		전체사업비	천원	1242	1097.62	-11.62%
		개설분야수	개	10	9.85	-1.51%
		취업자수	명	11	19.35	75.89%
		논문실적	편	20	35.18	75.89%

2) 인력양성 부문 분석

(1) 취업률 관련 부문

취업률을 산출변수로 적용하였을 때, 2011년도 CCR 모형 분석결과 비효율적 대학과 효율성 개선을 위한 변수들의 목표치와 조정비율은 <표 34>와 같다. DMU B의 경우, 효율성 지수는 0.447인데, 효율성을 개선하기 위해서 투입변인인 현장실습 참여율은 30.81%, 인턴십 참여율 4.24% 줄여야 하고 산출변수인 취업률은 123.670% 늘려야 한다는 것을 나타낸다.

C대학은 B와 같이 재학생 1인당 교수수와 인력양성지원비의 조정은 필요 없고, 현장실습 및 인턴십 참여율을 줄이고 취업률을 높여야 효율성이 올라갈 수 있겠다.

DMU G는 효율성 지수가 0.727로 인력양성지원비 24%, 현장실습 참여율을 34.48% 줄이고 취업률을 37.56% 늘려야 효율성이 개선될 수 있음을 알 수 있다.

<표 35>는 규모수익가변 가정의 BCC 모형의 분석 결과를 나타내고 있다. 비효율적 대학은 B와 C 2개이고, B의 효율성은 0.558로 인력양성지원비 약 36%, 현장실습 참여율을 65% 줄이고 취업률을 약 80% 늘려야 효율성이 개선될 수 있음을 알 수 있다. C대학도 마찬가지로 인력양성지원비와 현장실습 및 인턴십 참여율 투입을 줄이고 취업률은 약 34%의 조정이 필요함을 알 수 있다.

<표 35> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
B	0.447	재학생1인당 교수수	명	0.06	0.06	0.00%
		인력양성 지원비	천원	657452	657452	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.18	0.12	-30.81%
		인턴쉽 참여율	%	1.38	1.32	-4.24%
		취업률	%	0.5	1.12	123.67%
C	0.668	재학생1인당 교수수	명	0.06	0.06	0.00%
		인력양성 지원비	천원	487316	487316	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.14	0.06	-59.15%
		인턴쉽 참여율	%	2.02	1.57	-21.86%
		취업률	%	0.69	1.03	49.76%
G	0.727	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	651402	494945.15	-24.02%
		현장실습 참여율	%	0.14	0.09	-34.48%
		인턴쉽 참여율	%	0.38	0.38	0.00%
		취업률	%	0.49	0.67	37.56%

<표 36> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
B	0.556	재학생1인당 교수수	명	0.06	0.06	0.00%
		인력양성 지원비	천원	657452	416530.79	-36.64%
		현장실습 참여율	%	0.18	0.06	-64.78%
		인턴쉽 참여율	%	1.38	1.38	0.00%
		취업률	%	0.5	0.90	79.71%
C	0.749	재학생1인당 교수수	명	0.06	0.06	0.00%
		인력양성 지원비	천원	487316	386577.07	-20.67%
		현장실습 참여율	%	0.14	0.05	-65.47%
		인턴쉽 참여율	%	2.02	1.53	-24.15%
		취업률	%	0.69	0.92	33.60%

(2) 진학률 관련 부문

진학률을 산출변수로 적용하였을 때, 2011년도 CCR 모형 분석결과 비효율적 대학과 효율성 개선을 위한 변수들의 목표치와 조정비율은 <표 36>와 같다. DMU C의 효율성 지수는 0.317인데, 효율성을 개선하기 위해서 투입변인인 재학생 1인당 교수수 4%, 교원확보실적비율 42% 줄여야 하고 산출변수인 진학률은 215.62% 늘려야 한다는 것을 나타낸다.

DMU H는 효율성 지수가 0.297로 인력양성지원비 64%, 현장실습 교수1인당 논문실적 56%, 교원확보실적비율 95% 줄이고 진학률을 237% 늘려야 효율성이 개선될 수 있음을 알 수 있다.

I대학은 H와 같이 인력양성지원비 47%, 현장실습 교수1인당 논문실적 0.3%, 교원확보실적비율 92% 줄이고 진학률을 211% 늘려야 효율성이 올라갈 수 있겠다. 투입보다 산출변수의 증가가 절실함을 보여준다고 할 수 있다.

<표 37>는 규모수익가변 가정의 BCC 모형의 분석 결과를 나타내고 있다. C대학의 효율성은 0.318로 교수1인당 논문실적을 제외한 3가지의 투입을 줄이고 진학률을 약 215% 늘려야 효율성이 개선될 수 있음을 알 수 있다. G대학과 H대학은 재학생 1인당 교수수를 제외한 3가지의 투입을 줄이고 진학률의 조정이 필요함을 알 수 있다.

<표 37> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
C	0.317	재학생1인당 교수수	명	0.06	0.06	-4.01%
		인력양성 지원비	천원	487316	487316	0.00%
		수1인당논문 실적	편	1.4	1.4	0.00%
		교원확보실적 비율	%	0.17	0.10	-42.18%
		진학률	%	0.21	0.65	215.62%
H	0.297	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	647366	230808.72	-64.35%
		교수1인당논 문실적	편	2.5	1.10	-56.04%
		교원확보실적 비율	%	0.5	2.63E-02	-94.74%
		진학률	%	0.15	0.50	237.19%
I	0.321	재학생1인당 교수수	명	0.04	0.04	0.00%
		인력양성 지원비	천원	517063	272268.80	-47.34%
		교수1인당 논문실적	편	1.3	1.30	-0.28%
		교원확보실적 비율	%	0.39	0.03	-92.02%
		진학률	%	0.19	0.59	211.48%

<표 38> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
C	0.318	재학생1인당 교수수	명	0.06	0.06	-7.37%
		인력양성 지원비	천원	487316	464355.92	-4.71%
		교수1인당 논문실적	편	1.4	1.4	0.00%
		교원확보실적 비율	%	0.17	0.09	-46.66%
		진학률	%	0.21	0.65	214.84%
G	0.776	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	651402	508136.86	-21.99%
		교수1인당 논문실적	편	1.6	1.47	-7.85%
		교원확보실적 비율	%	0.45	0.05	-88.84%
		진학률	%	0.5	0.64	28.87%
H	0.355	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	647366	621261.73	-4.03%
		교수1인당 논문실적	편	2.5	1.03	-58.68%
		교원확보실적 비율	%	0.5	0.06	-88.96%
		진학률	%	0.15	0.42	181.49%

3) 연구 부문 분석

교원확보실적 및 교수1인당 논문실적을 산출변수로 적용하였을 때, 2011년도 CCR 모형 분석결과 비효율적 대학과 효율성 개선을 위한 변수들의 목표치와 조정비율은 <표 38>와 같다. DMU B의 효율성을 개선하기 위해서는 재학생 1인당 교수수 20%, 교수인력확충비 9% 줄이고 교원확보실적 80%, 교수 1인당 논문실적 220%를 증가시켜야 한다. C대학의 효율성을 개선하기 위해서는 투입변인인 교수인력확충비 37.9% 줄이고 산출변수인 교원확보실적 81%, 교수 1인당 논문실적 79%를 늘려야 한다.

DMU J는 효율성 지수가 0.411로 개설분야수 3%, 교수인력확충비 38% 줄이고 교원확보실적 581%, 교수 1인당 논문실적 143%를 늘려야 한다. 이는 산출의 성과가 미흡하다고 판단된다.

<표 39>는 규모수익가변 가정의 BCC 모형의 분석 결과를 나타내고 있다. DMU B는 CCR모형의 결과와 같으며, C대학의 효율성은 0.56으로 재학생 1인당 교수수 47%, 교수인력확충비 31%만큼 투입을 줄이고 교원확보실적 133%, 교수1인당 논문실적 79% 늘려야 효율성이 개선될 수 있음을 알 수 있다. I대학은 효율성 0.878로 1에 가깝다고 할 수 있으며, 변수 조정 비율도 높지는 않았다.

<표 39> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
B	0.556	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.06	0.05	-20.45%
		교수인력 확충비	천원	81031	74023	-8.65%
		교원확보실적	명	2.5	4.5	80.00%
		교수 1인당 논문실적	편	0.5	1.6	220.00%
C	0.56	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.06	0.06	0.00%
		교수인력 확충비	천원	49390	31335.87	-36.55%
		교원확보실적	명	1.5	2.71	80.82%
		교수 1인당 논문실적	편	1.4	2.5	78.57%
J	0.411	개설분야수	개	10	9.72	-2.78%
		재학생 1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		교수인력 확충비	천원	53068	32960.28	-37.89%
		교원확보실적	명	0.5	3.40	580.56%
		교수 1인당 논문실적	편	1	2.43	143.06%

<표 40> 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
B	0.556	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.06	0.05	-20.45%
		교수인력 확충비	천원	81031	74023	-8.65%
		교원확보실적	명	2.5	4.5	80.00%
		교수 1인당 논문실적	편	0.5	1.6	220.00%
C	0.56	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.06	0.03	-46.84%
		교수인력 확충비	천원	49390	33902	-31.36%
		교원확보실적	명	1.5	3.5	133.33%
		교수 1인당 논문실적	편	1.4	2.5	78.57%
I	0.878	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.04	0.04	0.00%
		교수인력 확충비	천원	142218	53327.76	-62.50%
		교원확보실적	명	3.5	3.98	13.83%
		교수 1인당 논문실적	편	1.3	2.06	58.79%

5. 결 론

5.1. 요약 및 결론

인적자원은 ~~국가경쟁력의 원천을 확보하는 방법이며~~ 고급인력의 양성은 대학교육의 목표이자 성과이다. 이에, 대학교육 성과에 대한 평가는 그 어느 때 보다도 중요하다(김태유·허은녕, 2000). 본 연구에서 우리나라의 대학평가 제도를 살펴보고 정부가 추진하는 인력양성사업의 평가방법에 대하여 정리하여 보았다.

세계적인 유가 및 원자재 가격의 급등으로 해외자원개발사업의 중요성이 부각되고 우리나라의 자원개발 인력이 극히 적고 인력양성 시스템의 부재로 자원개발 인력양성정책이 5년 전부터 활발하게 추진되고 있다.

「자원개발 특성화대학」 사업은 우리나라 최초의 자원개발 기초인력양성사업의 일환으로 지난 2009년부터 시행하기 시작하였다. 이 사업으로 외환위기 이후 붕괴상태에 있는 자원개발 관련 대학교육을 정상화하고, 전문인력의 양성 및 공급시스템을 구축할 것으로 기대하고 있다. 정부는 「자원개발 특성화대학」으로 10개 대학을 선정하여 지원하고 있다.

본 연구는 공공기관 및 교육조직 등 비영리 기관의 상대적 효율성을 평가하는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)을 이용하여 인력양성사업의 효율성 분석을 시도하고 효율적 및 비효율적 기관의 특성을 규명하는 데 그 목적이 있다. 「자원개발 특성화대학」사업의 실증분석을 통해 인력양성사업의 대학 간 효율성 분석을 실시하였다.

「자원개발 특성화대학」사업의 목적과 선행연구를 고려하여 투입변수와 산출변수를 선정하였다. 투입변수로는 해당 사업의 인력과 예산을 고려하여

교수수, 사업비, 교과목 개설분야수, 현장실습 참여율, 인턴십 참여율을 선정하였다. 산출변수는 교수논문실적, 취업자수, 취업률, 진학률, 교원확보실적의 5개 변수를 적용하였다. 투입 및 산출변수의 수가 효율성 분석에 민감하게 반응하기 때문에, DMU의 적절한 개수는 투입 및 산출변수 개수의 합의 2배라는 선행연구에 따라 변수를 설정하였다

평가대상인 DMU가 특성화대학 10개이기 때문에 투입 및 산출변수의 합을 5개 이하로 선정하였다. 투입 및 산출요소 수의 제한으로 「자원개발 특성화대학」 사업 효율성을 종합효율성, 인력양성 부문 및 연구 부문 효율성으로 분해하여 분석하였고 분석 결과는 다음과 같다.

종합효율성 분석 결과, 효율적 대학은 4 ~ 6개로 나타났으며, '10년도의 효율성 지수 평균과 효율적 대학 개수가 가장 높게 나타났다. 이는 석유 및 원자재 가격 상승과 함께 우리나라의 자원개발사업 활성화로 취업 및 연구가 활발하게 이루어졌기 때문으로 된다. 인력양성 부문 중 취업률 관련 분석결과는 종합분석 보다 연도별 평균이 모두 높고 '11년도의 경우 8개 대학이 BCC모형에서 효율적으로 나타났다. 진학률 관련 분석결과는 취업률보다는 평균과 효율적 대학이 적게 나타났다. 연구부문 효율성 분석에서는 '09년에 9개 대학이 효율적으로 나타난 반면, '11년도는 6개 대학이 효율적이었다. DEA/Window 분석은 분석기간 동안의 효율성 추이를 파악하여 DMU의 효율성이 개선되는지 또는 떨어지는지 여부를 관측할 수 있다. '09년 ~ '11년의 3년 동안의 DEA/Window 분석 결과는 3년 동안 효율성 변화가 거의 없는 대학, 효율성이 '10년이 가장 낮은 V분포 및 '10년 효율성이 가장 높은 ^분포를 보이는 3가지 분류로 나눌 수 있었다.

비효율의 원인을 기술적 효율성과 규모의 효율성으로 나누어 분석하고 투입/산출 구조가 유사한 효율적 참조집단을 파악하여 벤치마킹 대상을 알기 위한 준거집단 및 참조횟수를 파악해 보았다. E와 F대학은 BCC모형에서는

효율적인 DMU로 규모의 비효율이 나타났다. 비록 다른 대학들보다 규모의 면에서는 부족하지만 효율적으로 운영하고 있다는 것을 알 수 있다. '11년도 기준으로 참조횟수가 높은 준거집단은 종합효율성에서 D, E, I 대학, 취업률 관련에서 D, I대학, 진학률 관련에서 A, D대학, 연구 부문에서 G, H대학으로 나타났다.

비효율적 대학의 효율성 개선하기 위한 투입 및 산출변수의 목표치와 조정 비율을 분석하였다. 종합효율성 분석 결과에서는 비효율적 대학들은 사업비가 20~30% 과다투입, 취업자수와 교수 논문실적은 효율적 대학들보다 적게 산출된 것으로 나타났다. 인력양성 부문 효율성 분석에서는 인력양성 지원비, 현장실습 참여율, 교원확보실적 등 투입은 높은 반면, 취업률 및 진학률은 부족한 것으로 보였다. 연구부문에서 비효율적 대학들의 경우에도 개설분야수를 제외한 투입 및 산출변수의 조정이 필요한 것으로 나타났다.

5.2. 정책 제언

「자원개발 특성화대학」 사업은 정부의 자원개발 인력양성정책의 일환으로 정부와 공기업이 출연한 매칭펀드를 재원으로 하는 5개년 계획사업이다. 지난 3년간 정부와 공기업의 출연금이 연간 10억 정도로, 향후 대규모 금액 출연은 힘든 실정이다. 또한 인력 수요기업은 다수의 인력을 배출하기 보다는 자신의 기업에 취업 후 실무에 빠르게 적응하고 전문지식을 습득한 인력을 희망한다.

「자원개발 특성화대학」 사업은 특성화대학의 학부생 및 대학원생(석사 및 박사과정 등) 모두를 대상으로 장학금, 인턴십 및 현장실습 등 지원하고 있다. 우리나라 대학원 특징을 살펴보면 예산, 교직원, 시설 등 학부와 공동으로 운영되고 있으며, 학생수가 많은 학부에 더 관심과 집중을 받는 측면이 있다. 학부 학생들은 전공과 무관한 기업에 취업하는 경우가 다수 있고 중도 탈락하는 확률도 대학원생보다 월등히 높다. 대학원 과정은 전공에 대한 높은 수준의 전공 지식 및 연구를 통해 전공에 대한 전문인력을 양성하는 교육과정이라 할 수 있다. 이에, 정부 재정과 배출인력의 질을 고려하여 자원개발분야에 취업의지가 있고 높은 수준의 교육을 받은 전문인력양성에 집중 투자를 하는 것이 「자원개발 특성화대학」 사업의 효율성을 높일 수 있을 것이다. 대학원에 대한 집중 지원을 통해 학부와 분리하여 대학원을 전담하는 교원 및 연구기반에 대한 개선이 필요하다.

본 연구의 종합평가 효율성 분석 결과를 살펴보면, 비효율적 대학의 경우 사업비는 효율적 대학보다 투입이 많은 반면, 취업자수는 최고 950%, 논문 실적은 700% 부족하다는 결과를 보였다. 인력양성 부문의 효율성 분석 결과에도 현장실습과 인턴십 참여율은 높지만, 취업률은 낮아 비효율적 DMU로 분석되었다. 효율적 대학들에게 보상을 주고 비효율적 대학이 효율적 대

학들은 효율적 대학을 벤치마킹하고 효율성을 높이는 촉진제가 될 수 있도록 인센티브를 주는 것도 해당 사업의 전반적 효율성을 높일 수 있을 것으로 생각한다.

에너지 다소비국이며, 에너지의 98%를 수입하는 우리나라의 여건을 볼 때, 자원개발사업 및 인력양성은 시급하다고 볼 수 있다. 지난 '07년 정부의 조사에 따르면 자원개발분야 전반적으로 2016년까지 필요한 신규 인력이 3,800명인데 반해, 「자원개발 특성화대학」 사업으로 배출한 인력은 연평균 400명 정도로 수요에 비해 공급이 아직 부족하다고 볼 수 있다.

본 연구의 서론에 언급한 자원개발 인력양성사업 전체적으로 살펴보면, 해당 사업은 2006년 '자원개발 아카데미'가 시초이며, 「자원개발 특성화대학」 사업과 '국제지질자원인재개발센터' 프로그램으로 크게 3가지가 존재한다. '자원개발 아카데미' 사업은 에너지자원 공기업 및 자원개발기업의 재직자 대상 단기교육으로 시행 결과로 '06년 하반기부터 '12년 상반기까지 매년 약 90명씩 약 500명의 인력을 공급하였다. 자원개발펀드 등 금융기관 종사자들을 위한 '자원개발 자산운용전문가과정'의 경우 '07년부터 '10년까지 총 270명의 인력을 배출하였다. 자원개발분야의 산업인력 양성도 수요에 비해 양과 질에서 부족하므로, 재직자 교육의 확대가 필요하다. 2000년대 초반부터 자원개발사업이 급격하게 확대되어 자원개발기업에서 자원개발분야 배출 인력에 비해 비전공자의 비중이 높다. 우리나라의 해외자원개발사업의 활성화 및 세계적 메이저 수준으로 발돋움하기 위해 지속적인 재직자 교육이 필요하다.

5.3. 한계점 및 향후 연구과제

본 연구는 정부의 인력양성사업의 평가는 주로 성과지표를 이용한 정성적 효과 분석이 이루어졌다. 본 연구는 효율성 개념을 기초로 하는 DEA 방법을 활용하여 자원개발분야의 인력양성사업인 「자원개발 특성화대학」 사업의 목적과 기대효과에 따른 투입 및 산출변수를 선정하여 해당 사업에 대해 상대적 효율성을 분석을 시도하였다. '09년에 시작된 「자원개발 특성화대학」 사업을 대상으로 3년이라는 길지 않은 분석기간의 투입 및 성과자료를 이용하여 단기 자료에 대해 분석 가능한 DEA기법을 적용하였다. 자원개발분야뿐 만 아니라 에너지 등 기타분야의 인력양성사업의 결과분석에 적용 가능하고 효율성 평가 분석을 통해 투입과 산출변수간의 관계 및 특성을 활용하여 향후 인력양성사업 계획과 평가에 응용할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 비효율적 대학은 자신과 유사한 효율적 DMU인 준거집단과 투입 및 산출변수의 조정이나 최적생산규모의 확보를 효율성 제고를 위한 노력이 요구된다. 또한 효율적 대학들은 산업인력 및 연구인력 양성 등으로 세부 특성화를 위한 투입 및 산출변수 조정할 수 있겠다. 종합, 인력양성 및 연구 부문 모두 효율적인 대학도 있고 특정 부문에 효율적인 대학도 있었다. 인력양성 부문에 효율적인 대학은 자원개발사업 취업에 중점을 두고 연구부문 효율적인 대학은 자원개발분야 연구 및 교수인력 양성에 집중하는 전략을 이용할 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점으로 DEA를 활용한 효율성 값은 상대적인 값으로 효율성 지수가 1이라고 하더라도 절대적으로 효율적이라고 볼 수 없다는 것이다. 이번 분석결과 효율성 지수가 1인 DMU라도 향후 「자원개발 특성화대학」 사업 수행 시 효율성 증진에 노력하여야 할 것이다.

투입 및 산출변수에 따라 민감하게 반응하는 DEA기법의 특성에 따라 투

입과 산출변수 선택에 조금 더 심도 있는 고찰이 필요할 것으로 판단된다. 추후 「자원개발 특성화대학」 사업의 실행주체인 각 대학별 학생, 교수, 교직원의 만족도 등 질적 요인을 추가할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 2009년 처음 사업을 시작하여 사업기간이 3년인 「자원개발 특성화대학」 사업 대상으로 분석을 하다 보니 데이터가 한정되어 있었다는 점에서 투입 및 산출요소를 선정하는데 한계가 있었다. 앞으로 사업기간이 늘어남에 따라 취업자 및 배출인력이 증가하고 평가대상 별 규모의 차이가 줄어들어 효율성 분석 결과의 신뢰도가 높아질 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

1. 광영진, DEA를 이용한 대학도서관의 효율성 추세분석. <경영논총> 9권 제1호. 1993
2. 고영선·윤희숙·이주호, 공공부문의 성과관리. 한국개발연구원 연구보고서 2004-02, 2004
3. 김성용, 안은영, 일본 자원개발인력육성시책 분석을 통한 우리나라 자원 개발 인력양성에 관한 시사점 제시, <지질학회지> 제44-6, pp803-816, 2008
4. 김성훈·이호섭, 자료포락분석(DEA) 모형에 따른 대학의 효율성과 대학평가결과 비교, <교육평가연구>제21권 1호, 1-26, 2008
5. 김인재, 대학의 재정지원에 대한 효과성 측정연구, 교육인적자원부. 2000
6. 김주백, DEA기법을 이용한 주요 철강 업체의 효율성 측정과 R&D 투자 간의 관계 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
7. 김태유, 허은녕, 유영제, 대학평가의 체계 정립 및 평가기구 설립방안 연구, 교육정책연구 1999-일-25. 교육부
8. 김현태, DEA를 이용한 특수교육과의 효율성 분석, 중부대학교 대학원 박사학위 논문, 2012
9. 나민주·김민희, DEA를 활용한 대학교육의 효율성 국제비교, <교육재정경제연구> 제14권 2호 pp. 205-237, 2005
10. 문춘걸, 자료포락분석법 및 그 변형기법을 통한 공공부문의 생산성 측정: 한국중소도시의 생산성 분석, 한국조세연구원. 정책보고서 98-02., 1998
11. 민재형·김진한, 부분 효율성 정보를 이용한 DEA모형의 투입·산출 요소 선정에 관한 연구. <한국경영과학학회지>. 23(3): 75-90., 1998
12. 지가영, DEA를 활용한 대학운영효율성 평가, 성균관대학교 박사학위논문, 2011
13. 서상범·박명섭, 비모수기법 기반의 조직성과평가 의사결정지원시스템

- 구현에 관한 연구, <경영정보학회 하계통합학술대회 발표논문집>, 2004
14. 신현대, 자료포락분석을 통한 대학의 상대적 효율성 평가연구, 교육평가 연구, 19(3), 2006
 15. 안태식·조군제·박태중, 한국 대학의 효율 행태와 영향요인, <회계학연구>, Vol. 23 No. 2, 1998
 16. 윤홍주, 지방교육자치제의 구현조건으로서 교육재정분권화의 논리와 과제, <교육행정학연구> Vol. 21 No.3, 2006
 17. 엄준용, DEA를 활용한 대학원의 효율성 분석, 고려대학교 대학원 박사학위논문, 2009
 18. 윤경준. 공공부문 효율성 측정을 위한 DEA의 활용: 평가와 제언, <정부학연구>. 9(2): 7-31., 2003
 19. 이동건, 동태적 DEA 모형을 활용한 정부출연연구기관의 효율성 평가 및 모형 체계화 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문, 2008
 20. 이상섭·김규덕. 자료포락분석(DEA)에 의한 지방정부 공공서비스의 상대적 효율성 측정: 쓰레기수거서비스를 중심으로, <한국지방자치학회보>, 23, 1998
 21. 이영학, 대학순위평가의 국가간 비교연구, <비교교육연구> 제17권 제3호, 2007
 22. 이정열, 제1단계 두뇌한국(Brain Korea 21)사업 효율성 분석. 서울대학교 대학원 박사학위논문, 2010
 23. 이황원, 경합가치모형에 의한 대학의 조직효과성 분석, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 2009
 24. 천세영, DEA 기법을 이용한 학교재정 효율성 평가모델 연구, 교육행정학연구, 20(1), pp. 281-303, 2002
 25. 최태성·김성호·김영기, 비영리 조직의 효율성평가를 위한 DEA의 활용,, <인하대학교 경영연구소 경영논집> 제6집 제1호, 1997
 26. 최홍·손소영, 경영환경 변화와 IQM / Session8 / 통계적 공정관리2 : 학부제 효율성 예측을 위한 Interval DEA 및 Fuzzy DEA 연구, 한국품

질경영학회 Vol.1999 No.1, 1999

27. 허은녕, 이유아, 김진수, 최적인적자본모형을 이용한 국내 가스하이드레이트 R&D사업의 인력양성효과 추정에 관한 연구, 한국지구시스템공학회지 Vol 45, No.5, 2008
28. 황보창수, Data Envelopment Analysis를 활용한 대학의 효율성 평가, 경일대학교 산업대학원 석사논문, 1999
29. 유금록. <공공부문의 효율성 측정과 평가: 프런티어분석의 이론과 적용>. 서울: 대영문화사, 2004
30. 이정동, 오동현, <효율성 분석 이론>, 지필미디어, 2012.
31. 산업자원부, *자원개발 인력양성을 위한 시스템 개발*, 2007
32. 해외자원개발협회, *자원개발특성화대학사업 성과분석 보고서*, 2012
33. 일본 JOGMEC, www.jogmec.go.jp
34. 한국교육협의회, <http://eval.kcue.or.kr>
35. Ahn, T., Arnold, V., Chanes, A. & Cooper, W. W.(1990). DEA and ratio efficiency analysis for public institutions of higher learning in texas. *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, Vol. 5, 165-185.
36. Ahn, T.S., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1988). Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(6), 259-269.
37. Ahn, T.S., & L. Seiford.(1993). Sensitivity of DEA results to variable sets in a hypothesis test setting, Quorum Books.
38. Andersen, P. and N C.Petersen.(1989). A Procedure For Ranking Efficient Unit in DEA, *Management Science*. 39(10): 1261-1264.
39. Bessent A. Bessent W, Kennington J and Reagon B, (1982). An Applicaion of mathmatical Programming to Assess productivity in the Houston Independent School District. *Management Science*, Vol28,

No12, pp.1355-1367.

40. Burkhead, Jesse & Parrick J. Hennigan.(1978). Productivity Analysis: A Search for Definition and Order; PAR. Vol.38. No.1.Jan./Feb:34.
41. Charnes A., W. Cooper and E. Rhodes(1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research 2, pp. 429-444.
42. Charon1, A. and J.-P. Wauters(2008). University ranking: a new tool for the evaluation of higher education in Europe. Nephrol Dial Transplant 23, pp. 62-64
43. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E., Evaluating program and managerial efficiency - An application of data enveloping analysis to Program Follow Through. Educational Quarterly, Vol. 16., 1978
44. Charnes A., W. W. Cooper, A. Y. Lewin, and L. M. Seiford, Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications, Kluewr Academic Publishers, 1997.
45. W. Cooper, L. M. Seiford, and K. Tone,Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses, With DEA-Solver Software and References, Springer Science + Business Media,Inc., 2006.
46. Cyrij, T. & R. Green, Summer.(1988). An experiment in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting. Financial Accountability & Management. pp.147-162.
47. M. J. Farrell, "The Measurement of Productive Efficiency," Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Vol.120, No.3, pp.253-281,1957.
48. Emrouzejad, A(2000). A SAS Application for Measuring and Productivity of Decision Making Units. *SUGI27 Proceedings*, Cary, NC: SAS Institute Inc.
49. George E. Halkos, Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, An

application of statistical interference in DEA models: An analysis of public owned university departments' efficiency, EERI Research Paper Series No.17, 2010

50. Sinuany-Stern, Z., A. Mehrez, and A. Barboy. Academic departments efficiency via dea. *Computers & Operations Research* 21: 543-556.1994

Appendix

- [표 41] 종합효율성 참조준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)
- [표 42] 취업률 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)
- [표 43] 진학률 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)
- [표 44] 연구부문 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)
- [표 45] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)
- [표 46] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)
- [표 47] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)
- [표 48] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)
- [표 49] 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)
- [표 50] 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)
- [표 51] 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)
- [표 52] 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)
- [표 53] 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년

BCC모형)

[표 54] 진학을 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)

[표 55] 진학을 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)

[표 56] 진학을 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)

[표 57] 진학을 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)

[표 58] 진학을 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

[표 59] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)

[표 60] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)

[표 61] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)

[표 62] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)

[표 63] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

[표 64] 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)

<표 41> 종합효율성 참조준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)

DMU	'09년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	0.667	D(0.46), H(0.37)	0.737	D(0.35), F(0.24), H(0.41)
B	0.952	I(1)	0.952	I(1)
C	0.527	H(0.31), I(0.65)	0.535	H(0.01), I(0.66), J(0.33)
D	1	2	1	1
E	0.786	D(0.2), F(0.75)	1	0
F	1	1	1	1
G	0.810	I(1)	0.810	I(1)
H	1	3	1	2
I	1	3	1	3
J	0.941	H(0.88)	1	1.000
평균	0.868		0.903	
DMU	'10년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	0.667	D(0.46), H(0.37)	0.737	D(0.35), F(0.24), H(0.41)
B	0.952	I(1)	0.952	I(1)
C	0.527	H(0.31), I(0.65)	0.535	H(0.01), I(0.66), J(0.33)
D	1	2	1	1
E	0.786	D(0.2), F(0.75)	1	0
F	1	1.000	1	1
G	0.810	I(1)	0.810	I(1)
H	1	3.000	1	2
I	1	3	1	3
J	0.941	H(0.88)	1	1.000
평균	0.868		0.903	

<표 42> 취업률 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)

DMU	'09년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	1	1	1	1
B	1	2	1	1
C	0.738	A(1.06), I(0.01)	0.747	A(0.92), I(0.08)
D	1	1	1	1
E	-	-	-	-
F	-	-	-	-
G	1	0	1	0
H	0.629	B(0.52), I(0.76)	0.656	B(0.12), D(0.2), I(0.68)
I	1	3	1	2
J	0.961	B(0.01), D(0.02)	1	0
평균	0.916		0.925	
DMU	'10년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	0.453	B(0.31), D(0.37), I(0.45)	0.501	B(0.50), D(0.42), J(0.08)
B	1	3	1	3
C	0.432	B(0.36), D(0.28), I(0.1)	0.436	B(0.44), D(0.27), J(0.29)
D	1	2	1	2
E	1	0	1	1
F	-	-	-	-
G	0.746	B(0.71), H(0.21), I(0.07)	0.749	B(0.65), E(0.01), H(0.21)
H	1	1	1	B(0.12), D(0.2), I(0.68)
I	1	3	1	1
J	1	2	1	2
평균	0.848		0.854	

<표 43> 진학률 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)

DMU	'09년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	1	1	1	1
B	1	4	1	1
C	1	1	1	1
D	0.253	B(0.63)	1	0
E	-	-	-	-
F	-	-	-	-
G	0.777	A(0.26), B(0.77), C(0.1)	0.862	A(0.13), B(0.49), C(0.38)
H	1	1	1	0
I	0.413	B(0.78), H(0.14)	0.9998	0
J	0.615	B(0.91)	1	0
평균	0.61		0.79	
DMU	'10년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	0.510	C(0.19), D(0.27), J(0.82)	0.576	D(0.55), J(0.45)
B	0.510	C(0.52), J(0.57)	0.525	C(0.42), D(0.09), J(0.48)
C	1	2	1	1
D	1	3	1	2
E	1	0	1	0
F	-	-	-	-
G	0.801	D(0.5)	1	0
H	0.957	D(0.35)	1	0
I	1	0	1	0
J	1	2	1	2
평균	0.61		0.79	

<표 44> 연구부문 준거집단 및 참조횟수('09년, '10년)

DMU	'09년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	1	1	1	0
B	1	0	1	0
C	1	0	1	0
D	1	0	1	0
E	1	1	1	1
F	0.030	A(1.43), E(3.0)	0.112	E(1)
G	1	0	1	0
H	1	0	1	0
I	1	0	1	0
J	1	0	1	0
평균	0.90		0.91	
DMU	'10년			
	CCR	준거집단 및 가중치	BCC	준거집단 및 가중치
A	1	0	1	0
B	1	1	1	0
C	0.062	F(0.34), H(1)	0.067	H(1)
D	0.424	F(0.77), H(1)	0.500	H(1)
E	1	0	1	0
F	1	3	1	0
G	0.288	F(0.18), H(1)	0.3	H(1)
H	1	4	1	3
I	1	1	1	0
J	0.943	B(0.49), H(0.26), I(0.13)	1	0
평균	0.90		0.91	

<표 45> 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.508	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	732	425.1	-41.93%
		개설분야수	개	7	7	0.00%
		취업자수	명	12.16	23.9	96.88%
		논문실적	편	16	32.5	103.25%
B	0.479	교수수	명	7	7	0.00%
		전체사업비	천원	897	464.3	-48.23%
		개설분야수	개	10	7.8	-22.22%
		취업자수	명	11.47	23.9	108.58%
		논문실적	편	4	12.4	211.11%
C	0.823	교수수	명	7	7	0.00%
		전체사업비	천원	782	322.6	-58.74%
		개설분야수	개	9	6.4	-29.29%
		취업자수	명	9.99	21.8	117.85%
		논문실적	편	22	26.7	21.49%
F	0.262	교수수	명	1	1	0.00%
		전체사업비	천원	175	46.1	-73.66%
		개설분야수	개	10	0.9	-90.91%
		취업자수	명	0	3.1	999.90%
		논문실적	편	1	3.8	281.82%

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
G	0.589	교수수	명	8	8	0.00%
		전체사업비	천원	719	368.7	-48.72%
		개설분야수	개	9	7.3	-19.19%
		취업자수	명	14.4	24.9	72.73%
		논문실적	편	18	30.5	69.70%
H	0.959	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	972	597	-38.58%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	29.51	30.8	4.24%
		논문실적	편	14	16	14.29%
J	0.815	교수수	명	7	7	0.00%
		전체사업비	천원	795	405.2	-49.03%
		개설분야수	개	10	7.2	-28.12%
		취업자수	명	18.763	23.0	22.70%
		논문실적	편	15	18.4	22.70%

<표 46> 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.518	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	732	440.35232	-39.84%
		개설분야수	개	7	7	0.00%
		취업자수	명	12.16	23.497331	93.23%
		논문실적	편	16	30.917541	93.23%
B	0.497	교수수	명	7	7	0.00%
		전체사업비	천원	897	491.49878	-45.21%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	11.47	23.070038	101.13%
		논문실적	편	4	12.250009	206.25%
C	0.878	교수수	명	7	7	0.00%
		전체사업비	천원	782	370.41896	-52.63%
		개설분야수	개	9	9	0.00%
		취업자수	명	9.99	19.152171	91.71%
		논문실적	편	22	25.060085	13.91%
G	0.634	교수수	명	8	8	0.00%
		전체사업비	천원	719	410.3209	-42.93%
		개설분야수	개	9	9	0.00%
		취업자수	명	14.4	22.717865	57.76%
		논문실적	편	18	28.397332	57.76%

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
H	0.959	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	972	597	-38.58%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	29.51	30.76	4.24%
		논문실적	편	14	16	14.29%
J	0.851	교수수	명	7	7	0.00%
		전체사업비	천원	795	444.29065	-44.11%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	18.763	22.043775	17.49%
		논문실적	편	15	17.622801	17.49%

<표 47> 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.667	교수수	명	8	8	0.00%
		전체사업비	천원	1112	875.76992	-21.24%
		개설분야수	개	10	8.2744063	-17.26%
		취업자수	명	10	14.986807	49.87%
		논문실적	편	17	25.477573	49.87%
B	0.952	교수수	명	10	10	0.00%
		전체사업비	천원	1186	961	-18.97%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	20	21	5.00%
		논문실적	편	7	16	128.57%
C	0.527	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	1035	1035	0.00%
		개설분야수	개	10	9.6262887	-3.74%
		취업자수	명	10	18.962629	89.63%
		논문실적	편	7	16.028351	128.98%
E	0.786	교수수	명	7	4.9886541	-28.73%
		전체사업비	천원	692	692	0.00%
		개설분야수	개	2	2	0.00%
		취업자수	명	2	3.8	90.00%
		논문실적	편	10	12.722142	27.22%

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
G	0.810	교수수	명	10	10	0.00%
		전체사업비	천원	1387	961	-30.71%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	17	21	23.53%
		논문실적	편	10	16	60.00%
J	0.941	교수수	명	7	7	0.00%
		전체사업비	천원	1176	1148	-2.38%
		개설분야수	개	10	8.75	-12.50%
		취업자수	명	14	14.875	6.25%
		논문실적	편	9	15.75	75.00%

<표 48> 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.737	교수수	명	8	8	0.00%
		전체사업비	천원	1112	1003.2104	-9.78%
		개설분야수	개	10	7.5774593	-24.23%
		취업자수	명	10	13.576167	35.76%
		논문실적	편	17	23.079484	35.76%
B	0.952	교수수	명	10	10	0.00%
		전체사업비	천원	1186	961	-18.97%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	20	21	5.00%
		논문실적	편	7	16	128.57%
C	0.535	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	1035	1035	0.00%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	10	18.674234	86.74%
		논문실적	편	7	13.742185	96.32%
G	0.810	교수수	명	10	10	0.00%
		전체사업비	천원	1387	961	-30.71%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	17	21	23.53%
		논문실적	편	10	16	60.00%

<표 49> 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.565	교수수	명	9.6	9.6	0.00%
		전체사업비	천원	1161	976.69833	-15.87%
		개설분야수	개	10	9.079803	-9.20%
		취업자수	명	11	19.455369	76.87%
		논문실적	편	19	33.604729	76.87%
C	0.824	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	1132	891.11134	-21.28%
		개설분야수	개	10	8.2243299	-17.76%
		취업자수	명	14	16.990515	21.36%
		논문실적	편	27	32.767423	21.36%
J	0.652	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	1122	1034	-7.84%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	15	23	53.33%
		논문실적	편	12	26	116.67%

<표 50> 종합부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
C	0.860	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	1132	1046.0688	-7.59%
		개설분야수	개	10	9.4643725	-5.36%
		취업자수	명	14	16.286708	16.33%
		논문실적	편	27	31.410079	16.33%
J	0.652	교수수	명	9	9	0.00%
		전체사업비	천원	1122	1034	-7.84%
		개설분야수	개	10	10	0.00%
		취업자수	명	15	23	53.33%
		논문실적	편	12	26	116.67%

<표 50> 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
C	0.738	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.04	-3.69%
		인력양성 지원비	천원	385029	385029	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.07	0.02	-64.19%
		인턴쉽 참여율	%	0.2	0.2	0.00%
		취업률	%	0.333	0.5	35.42%
H	0.629	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	498822	472291.9	-5.32%
		현장실습 참여율	%	0.1	0.1	0.00%
		인턴쉽 참여율	%	2.1	0.6	-72.86%
		취업률	%	0.49	0.8	59.02%
J	0.961	재학생1인당 교수수	명	0.02	0.02	0.00%
		인력양성 지원비	천원	340161	340161	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.1	0.1	0.00%
		인턴쉽 참여율	%	2.5	0.4	-84.08%
		취업률	%	0.6	0.7	4.08%

<표 51> 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
C	0.738	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.04	-12.69%
		인력양성 지원비	천원	385029	360516.15	-6.37%
		현장실습 참여율	%	0.07	0.0315138	-55.88%
		인턴쉽 참여율	%	0.21	0.21	0.00%
		취업률	%	0.33	0.45	33.87%
H	0.961	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	498822	342562.47	-31.33%
		현장실습 참여율	%	0.1	0.1	0.00%
		인턴쉽 참여율	%	2.1	0.6	-72.52%
		취업률	%	0.49	0.7	52.36%

<표 52> 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.453	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	610823	610823	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.12	0.12	0.00%
		인턴쉽 참여율	%	1.3	1.3	0.00%
		취업률	%	0.38	0.84	120.98%
C	0.432	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	517800	517800	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.1	0.1	0.00%
		인턴쉽 참여율	%	1.96	1.96	0.00%
		취업률	%	0.32	0.75	131.45%
G	0.746	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	634846	634846	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.1	0.05	-46.22%
		인턴쉽 참여율	%	0.6	0.6	0.00%
		취업률	%	0.5	0.67	34.10%

<표 53> 취업률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.501	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	610823	489140.54=	-19.92%
		현장실습 참여율	%	0.12	0.09	-24.77%
		인턴쉽 참여율	%	1.3	1.3	0.00%
		취업률	%	0.38	0.76	99.51%
C	0.436	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	517800	508907.6	-1.72%
		현장실습 참여율	%	0.15	0.09	-7.22%
		인턴쉽 참여율	%	1.96	1.96	0.00%
		취업률	%	0.323	0.74	129.17%
G	0.749	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	634846	634846	0.00%
		현장실습 참여율	%	0.1	0.06	-42.29%
		인턴쉽 참여율	%	0.6	0.6	0.00%
		취업률	%	0.5	0.7	33.58%

<표 54> 진학률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
D	0.526	재학생1인당 교수수	명	0.06	0.01	-73.90%
		인력양성 지원비	천원	227024	227024	0.00%
		교수1인당 논문실적	%	2	0.50==	-74.94%
		교원확보실적 비율	%	0.09	0.08	-1.57%
		진학률	%	0.1	0.3946228	294.62%
G	0.777	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	413895	413895	0.00%
		교수1인당 논문실적	%	1.3	1.2	-10.75%
		교원확보실적 비율	%	0.125	0.125	0.00%
		진학률	%	0.55	0.71	28.77%
I	0.413	재학생1인당 교수수	명	0.02	0.02	0.00%
		인력양성 지원비	천원	372629	350040.3	-6.06%
		교수1인당 논문실적	%	2.8	0.9	-67.04%
		교원확보실적 비율	%	0.1	0.1	0.00%
		진학률	%	0.23	0.56	142.28%
J	0.615	재학생1인당 교수수	명	0.02	0.02	0.00%
		인력양성 지원비	천원	340161	330320.51	-2.89%
		교수1인당 논문실적	%	1.4	0.7	-47.92%
		교원확보실적 비율	%	0.14	0.13	-8.86%
		진학률	%	0.35	0.57	62.66%

<표 55> 진학률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
G	0.862	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	413895	370708.83	-10.43%
		교수1인당 논문실적	%	1.3	1.2	-6.19%
		교원확보실적 비율	%	0.125	0.125	0.00%
		진학률	%	0.55	0.64	16.05%
I	0.999	재학생1인당 교수수	명	0.02	0.02	0.00%
		인력양성 지원비	천원	372629	372624.9	0.00%
		교수1인당 논문실적	%	2.8	2.79	-0.02%
		교원확보실적 비율	%	0.1	0.1	0.00%
		진학률	%	0.231	0.231047	0.02%

<표 56> 진학률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.526	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	610823	610823	0.00%
		교수1인당 논문실적	%	1.6	1.6	0.00%
		교원확보실적 비율	%	0.375	0.18	-52.93%
		진학률	%	0.2	0.4	95.94%
B	0.777	재학생1인당 교수수	명	0.04	0.04	0.00%
		인력양성 지원비	천원	610156	556135.92	-8.85%
		교수1인당 논문실적	%	0.9	0.9	0.00%
		교원확보실적 비율	%	0.3	0.12	-59.34%
		진학률	%	0.15	0.29	95.98%
G	0.413	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	634846	173458.3	-72.68%
		교수1인당 논문실적	%	0.9	0.76	-15.86%
		교원확보실적 비율	%	0	0	0.00%
		진학률	%	0.17	0.21	24.84%
H	0.615	재학생1인당 교수수	명	0.02	0.02	0.00%
		인력양성 지원비	천원	756135	121522.65	-83.93%
		교수1인당 논문실적	%	3	0.5	-82.32%
		교원확보실적 비율	%	0	0	0.00%
		진학률	%	0.14	0.15	4.53%

<표 57> 진학률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
A	0.862	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		인력양성 지원비	천원	610823	417526.32	-31.65%
		교수1인당 논문실적	%	1.6	1.4550467	-9.06%
		교원확보실적 비율	%	0.375	0.096	-74.31%
		진학률	%	0.23	0.39	73.57%
B	0.999	재학생1인당 교수수	명	0.04	0.04	0.00%
		인력양성 지원비	천원	610156	496493.48	-18.63%
		교수1인당 논문실적	%	0.9	0.9	0.00%
		교원확보실적 비율	%	0.3	0.1028421	-65.72%
		진학률	%	0.15	0.29	90.62%

<표 58> 진학률 부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
B	0.795	재학생1인당 교수수	명	0.05	0.04	-18.14%
		인력양성 지원비	천원	657452	452486.4	-31.18%
		교수1인당 논문실적	%	0.5	0.5	0.00%
		교원확보실적 비율	%	0.2	0.1	-45.00%
		진학률	%	0.2	0.25	25.71%
G	0.730	재학생1인당 교수수	명	0.04	0.04	0.00%
		인력양성 지원비	천원	651402	316438.32	-51.42%
		교수1인당 논문실적	%	1.6	1.51	-5.83%
		교원확보실적 비율	%	0.45	0.03	-91.99%
		진학률	%	0.5	0.68	36.98%
J	0.877	재학생1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		인력양성 지원비	천원	629741	232665.37	-63.05%
		교수1인당 논문실적	%	1	1	0.00%
		교원확보실적 비율	%	0.05	0.03	-43.68%
		진학률	%	0.4	0.46	14.03%

<표 59> 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
F	0.030	개설분야수	개	10	0.01	-100.00%
		재학생 1인당 교수수	명	1	1	0.00%
		교수인력 확충비	천원	0	0	0.00%
		교원확보실적	명	0	0	0.00%
		교수 1인당 논문실적	편	1	2.4	140.00%

<표 60> 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('09년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
F	0.112	개설분야수	개	10	0	-100.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.67	0.2	-70.00%
		교수인력 확충비	천원	0	0	0.00%
		교원확보실적	명	0	0	0.00%
		교수 1인당 논문실적	편	0.3	2.67	790.00%

<표 61> 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
C	0.06	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.06	0.05	-20.45%
		교수인력 확충비	천원	81031	74023	-8.65%
		교원확보실적	명	2.5	4.5	80.00%
		교수 1인당 논문실적	편	0.5	1.6	220.00%
D	0.424	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.06	0.06	0.00%
		교수인력 확충비	천원	49390	31335.87	-36.55%
		교원확보실적	명	1.5	2.71	80.82%
		교수 1인당 논문실적	편	1.4	2.5	78.57%
G	0.288	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.06	0.06	0.00%
		교수인력 확충비	천원	49390	31335.87	-36.55%
		교원확보실적	명	1.5	2.71	80.82%
		교수 1인당 논문실적	편	1.4	2.5	78.57%
J	0.943	개설분야수	개	10	9.72	-2.78%
		재학생 1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		교수인력 확충비	천원	53068	32960.28	-37.89%
		교원확보실적	명	0.5	3.40	580.56%
		교수 1인당 논문실적	편	1	2.43	143.06%

<표 62> 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('10년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
C	0.067	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.05	0.05	0.00%
		교수인력 확충비	천원	77030	14080.2	-81.72%
		교원확보실적	명	0	0.34	999.90%
		교수 1인당 논문실적	편	0.2	3.24	999.90%
D	0.500	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.07	0.07	0.00%
		교수인력 확충비	천원	36000	17806.646	-50.54%
		교원확보실적	명	0	0.77	999.90%
		교수 1인당 논문실적	편	1.5	3.5	135.83%
G	0.3	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.04	0.04	0.00%
		교수인력 확충비	천원	92247	12668.4	-86.27%
		교원확보실적	명	0	0.18	999.90%
		교수 1인당 논문실적	편	0.9	3.1	247.30%

<표 63> 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 CCR모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
I	0.878	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.04	0.04	0.00%
		교수인력 확충비	천원	142218	53327.76	-62.50%
		교원확보실적	명	3.5	3.98	13.83%
		교수 1인당 논문실적	편	1.3	2.06	58.79%

<표 64> 연구부문 비효율적 DMU의 목표치 및 조정비율('11년 BCC모형)

DMU	효율성	변수	단위	현재	목표치	조정비율
J	0.999	개설분야수	개	10	10	0.00%
		재학생 1인당 교수수	명	0.03	0.03	0.00%
		교수인력 확충비	천원	53068	53060.8	-0.01%
		교원확보실적	명	0.5	0.501	0.21%
		교수 1인당 논문실적	편	1	1.0005	0.05%

Abstract

An Efficiency Analysis of 「Korea Energy and Mineral Resources Engineering Program」 using Data Envelopment Analysis

Jooyeon Lee

Environmental, Energy and Engineering Economics

Department of Energy system Engineering

The Graduate School

Seoul National University

There are several training program in department of energy resources. 「Korea Energy and Mineral Resources Engineering Program」 is the first government-funded training program. Started in 2009, the program support 10 universities has funded by government.

The purpose of this study is to assess the relative efficiency of the 10 universities in this program. In order to do so, 「Korea Energy and Mineral Resources Engineering Program」, which ran from 2009 to 2011, was analyzed by Data Envelopment Analysis.

Data Envelopment Analysis helps in identifying the reference sets for inefficient universities and objectively determines productivity improvements. As such, it can be a valuable benchmarking tool in efficiently allocating scarce resources.

Input and Output variables are selected considering the size and characteristics of the program. Three performance models that serve as criteria for evaluation are overall performance, performance on employment, and research performance. The efficiencies of 10 universities in this program were evaluated empirically using output-based CCR, output-based BCC, and window model by analyzing trend of the efficiency of the universities of 3 years.

The empirical findings are as follows: First, there are 4 ~ 6 universities are efficient in overall performance in three years. 8 universities are efficient in performance on employment at 2011. Second, the efficiency trend of 7 universities was essentially unchanged. Last, inefficient universities need downward adjustment as input variables in order to become efficient universities and vice versa.

This study has the implications that it is the first attempt to analyze the relative efficiency of the training program in energy field.

keywords : **Energy resources workforce training program, Relative efficiency, Data Envelopment Analysis**

Student Number : **2009-21055**