미래교육학연구
The Educational Research for Tomorrow
2021, Vol. 34, No. 3, 27-52
DOI http://doi.org/10.35283/erft.2021.34.3.27

고등교육정책의 효율성 분석에 관한 연구 : 자료포락분석(DEA)기법을 활용한 BK21플러스 사업을 중심으로

허 정[†] 박 성 민[††]
한국연구재단 성균관대학교

본 연구는 고등교육정책 사업인 BK21 플러스 사업이 얼마나 효율적으로 운영되었는가에 대해 경제적 관점에서 성과분석을 함으로써, 효율적 사업운영에 구체적 정보를 제공함에 있다. 이를 위해 과학기술분야 265개 사업단(팀)을 대상으로 국고지원금과 참여인력을 투입변인으로, 사업성과를 산출변인으로 자료포락기법을 활용하여 효율성 분석을 하였다. 분석결과, 첫째, 효율성 점수 100점대 사업단(팀)이 CCR모형에서는 32개였지만, BCC모형에서는 52개로 투입요소의 규모를 적절히 조절하면 사업의 효율성 제고가 가능함을 시사한다. 둘째, 사업단과 사업팀의 효율성 값을 상호 비교해보았을 때, 사업팀의 효율성이 높은 것으로 나타났다. 셋째, 투입 요소들의 효율성에 미치는 영향을 로짓모형으로 분석한 결과, 참여교수 수와 참여대학원생 수가 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 사업단(팀)에 규정하고 있는 일률적인 참여비율 적용보다는 학문분야나 학과의 특성을 고려한 체계적인 참여비율 적용이 필요하다는 실무적 함의와 투입 및 산출 성과에 대한 적극적인 공개·환류 제도의 필요성을 시사한다.

주요어 : 고등교육정책, 자료포락분석(DEA), 효율성, BK21플러스 사업, 로짓모형

---

* 본 논문은 교육부 및 한국연구재단의 BK21FOUR「공감과 혁신을 위한 플랫폼 거버넌스 교육연구단」에서 지원을 받아 수행된 연구임(관리번호 4199990114294).
† 제1저자: 허정, 한국연구재단
†† 교신저자: 박성민, 성균관대학교 행정학과/국정전문대학원 교수, (03063) 서울시 종로구 성균관로 25-2
E-mail: sm28386@skku.edu

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서론

4차 산업혁명 시대의 시작과 함께 국가들은 지식기반, 기술 중심, 국제화를 추구하고 있고, 창의적 사고나 혁신 인재양성 혹은 '인적자원개발'이 국가의 경쟁력을 좌우하는 요인이자 사명이라는 의견이 전 세계적으로 지속되고 있다(이찬 등, 2012; 홍미영, 2019). 우리나라에서는 2000년 이후 이공계 기피 현상과 관련 분야 인력의 질적·양적 하락 등에 대응하여 정부는 2001년부터 5년마다 '국가 인적자원개발 기본계획'을 수립하여 추진하고 있다(김병주, 2007; 박기범, 2009; 백일우, 박경호, 2007a; 홍미영, 2019). 이와 같은 상황에서 정부는 지식기반 사회에서 대학의 역할과 중요성을 인식하고 다양한 사업을 지원하고 있고, 그 최초의 지원정책이 BK21사업이다. BK21사업은 기존 연구자 중심 연구비 지원방식에서 벗어나 대학원생 및 신진연구인력 등 미래 학문 후속세대의 양성에 역점을 두고 1999년 시작된 우리나라 최초의 대학 연구역량 강화 사업이다. 이러한 BK21사업은 1999년부터 시작되어 1단계(1999~2006), 2단계(2006~2013), 3단계(2013~2020)를 거치며 20년 이상 지속되고 있으며, 학문 후속세대가 안정적으로 학업 및 연구에 전념할 수 있도록 각 학문분야별 사업단과 사업팀을 선정하여 대학원생 연구장학금, 신진연구인력 인건비, 국제화 경비 등을 지원하고 있다.

우리나라 과학기술분야의 SCI 논문편수는 1999년 9,444편으로 세계 18위 수준에서 1단계 BK21 사업이 종료된 2005년에는 23,515편, 2~3단계 사업을 통해 2016년에는 59,628편으로 세계 12위로 성장하여, 양적인 측면에서 세계 유수의 국가들과 견줄 수 있는 성장을 가져왔다는 점은 이 사업의 큰 성과라고 할 수 있다(BK21사업 백서, 한국연구재단). 이러한 양적성과와 함께 우수 대학원생들의 수도권 대학원 진학으로 인한 지방대학원의 위기 초래, 양적인 논문 생산에 치중하여 인재양성 사업의 본질적 측면을 상대적으로 경시, 과도한 수의 대학과 사업단(팀) 선정으로 인한 자원의 분산 및 투자 효과 약화 등이 지속적으로 지적되어 왔다. 특히 투자효과와 관련해서는 우리나라와 같이 전체 교육예산 가운데 고등교육 예산의 비율이 높지 않고 민간 부담이 높은 상황에서 이처럼 많은 예산이 투입된 사업에 대해서는 대학재정의 효율성 논의가 매우 중요하다(김병주, 2006; 손소용, 주용규, 2004; 이정열, 2012). 그러나 지금까지 BK21사업의 성과분석 연구는 대부분 사업 전ㆍ후의 논문편수(김진영, 2015; 백일우, 박경호, 2007; 최인엽, 남궁근, 2010), 특허(김기형, 설성수, 2015), 취업률(백일우, 박경호, 2007), 학생만족도(김병주, 이영, 2005) 변화 등을 중심으로 이루어졌고, BK21사업을 수행하는 조직들이 사업목표 달성을 위해 얼마나 효율적으로 운영되고 있는지, 그리고 효율성을 높이기 위한 방안은 무엇인지에 대한 구체적인 연구는 부족하다. 이러한 문제의식으로 본 연구는 다음과 같은 연구문제를 설정하였다. 첫째, BK21사업단(팀)들의 효율성은 어떠하고, 사업단과 사업팀의 규모에 따른 상대적 효율성의 차이는 있는가? 둘째, 효율적인 사업단(팀)은 어떠한 특성이 있는가? 셋째, 효율성 개선에 중요한 영향변인은 무엇인가?

본 연구는 이러한 연구문제를 통해 BK21 플러스사업 효율성에 대한 실증적 평가모델을 적용하여 효율적 사업운영에 관한 구체적인 정보를 찾아냄으로써, 4단계 BK21사업의 정책결정자와 정책수행자에게 사업운영 및 성과관리 방향에 대한 유익한 정보를 제공하고자 한다.

www.kci.go.kr

Ⅱ. 이론적 배경

1. 국내 고등교육 재정지원 정책의 변화

그 간 대학에 대한 정부의 재정지원 정책은 ‘설립자 부담의 원칙’과 ‘수익자 부담의 원칙’에 기반하고 있었기 때문에, 고등교육에 대한 정부의 재정지원은 대체로 활발하지 못했으며, 열악한 경제 사정으로 인해 지원규모 역시 미미한 수준이었다(윤정일, 2001b). 설립자 부담의 원칙이란, 국립학교는 국가가, 공립은 지방자치단체가, 그리고 사립학교는 법인이 1차적으로 교육비를 부담해야 한다는 것이다. 따라서 국·공립대학은 정부가 운영에 필요한 경상적 경비를 부담하고, 대학의 세입 및 세출을 엄격하게 통제하는 정책을 유지하였다. 반면, 사립대학에 대해서는 별도의 경상비를 지원하지 않았으며, 법인이 재정 책임을 담당하도록 하였다(곽영우, 1996: 윤정일, 2001a에서 재인용). 그러나 당시 대학재정에 대한 정부와 학교법인의 기여는 매우 빈약한 수준이었으며, 결국 대학들은 거의 학생들의 등록금에 의존하여 운영되어 온 것이 사실이다(윤정일, 2001a). 정부는 이를 수익자 부담의 원칙으로 규정하고, 대학으로 하여금 시설물이나 교육서비스를 이용하는 학생들로부터 등록금을 징수할 수 있도록 하였다.

1994년 이전에는 정부지원 수준이 미미하였고 주로 등록금과 장학금 대상으로 형평성에 입각한 일률적 균등배분을 원칙으로 하였다. 80년대 이전에는 대학부설연구소나 일부 이공계학과에 연구비 및 장학금을 지원하는 등 제한적인 재정지원이 이루어졌으며, 80년대 후반부터 사립대학에 대한 규제 완화와 고등교육 재정지원이 확대되기 시작하였다[1].

1999년에서 2003년 기간에는 대학의 다양화·특성화를 위해 1995년 교육개혁위원회의 대학평가와 재정지원 연계 제안으로 평가기반의 차등적 재정지원이 이루어졌다. 공과대학중점육성지원사업(연 4백억원)을 시작으로 점진적으로 특수목적사업이 확대되었고 특히 본 연구의 분석대상인 BK21사업이 1999년에 시작되었다.

2004년에서 2006년에는 선별과 집중을 통한 차등지원이 이루어졌다. 2003년 교육혁신위원회는 “교육인적자원개발 혁신 로드맵”에서 세계수준의 경쟁력 육성을 위해 대학재정지원방식을 선별과 집중으로 전환할 것을 주문하였다. 이에 따라 대학재정지원정책은 특정목적을 위한 사업단위 지원, 장학금 등 학생단위 지원, 국·공립대 경상비 및 시설비 등 기관단위 지원으로 구분하였고, 대학 구조조정을 유도하고 신성장동력산업과 국가전략분야(6T)의 과학기술분야 중심 대학연구력 제고에 집중 투자하였다. 동 기간에 2단계 BK21사업이 추진되었고 지방대학 특성화사업(NURI) 및 전문대학특성화 등 인력양성 사업들이 추진되었다.

2007년에서 2009년은 평가기반 차등지원에 대한 문제제기로 2008년부터 포뮬러에 의한 재정지원 방식을 도입하고, 기존의 대학 여건을 중심으로 평가하는 방식에서 대학의 성과를 활용하는 방식으로 변경되었다. 2008년 교육부의 고등교육 지원 예산은 4조 2천억원으로 크게 확대되었다. 재정지원사업의 경우, 대학 및 전문대학 교육역량강화사업에 포뮬러펀딩 방식을 도입하였고, 2009년에는 기존의 NURI사업, 전문대학특성화사업, 수도권대학특성화사업 등을 대학 및 전문대학 교육역량강화사업으로

1) 이하 재정지원정책 변화양상은 교육부 정책자료(2019) 및 허정(2021)을 활용하여 재편집함.

www.kci.go.kr

통·폐합하였다.

2010년에서 2017년에는 취업률 및 NCS기반 산업수요 중심 선정지표와 연계하여 특수목적 형태의 대학재정지원사업이 증대되었다. 이명박 정부(2008~2012)는 교육역량강화사업, ACE, LINC, BK21 PLUS, 박근혜 정부(2013~2017)에서는 ACE+, LINC+, BK21 PLUS, CK, SCK, PRIME, CORE, 평생교육단과대학지원, We-Up 사업 등 이 기간에 다양한 정책사업들이 기획·추진되었다. 그러나 사업목적이 다른 대학재정지원사업 선정과 대학구조개혁평가가 동시에 진행되어 대학 부담이 증가되고, 사업목적과 직접 관련 없는 선정지표를 통한 지원대학 선정, 정부주도의 사업목적 선정으로 대학재정 수요와 맞지 않는 사업지원, 일부 대학에 사업 선정 편중과 사업 간 중복성 문제 등이 발생하였다.

2018년부터 현재는 대학의 자율적 발전을 지원하기 위해 기존 양적조정 위주의 대학 구조개혁 평가는 “2018년 대학 기본역량 진단”으로 개선하고, 진단결과 일정 수준 이상의 대학을 자율개선대학으로 선정하여 일반재정지원 형태로 진행되고 있다. 특히 기존 복잡한 특수목적 사업구조를 단순화하여 대학 및 전문대학 혁신지원사업, 국립대학육성사업의 일반재정 지원으로 일원화하고 특수목적 지원은 최소화하여 연구(BK21사업) 및 산학협력(LINC)사업으로 지원하고 있다.

2. 고등교육재정지원 논리 및 가치

고등교육이 국가발전의 핵심 요소라는 점에 대해서는 이론이 없다. 이러한 고등교육에 정부의 재정지원을 확대해야 한다는 근거로 제기되는 일반적 근거로 재화의 성격, 고등교육의 외부효과, 정치적 선택 등이 주로 활용된다. 첫째, 재화의 성격 측면에서 고등교육은 공공재(public goods)로서의 성격을 갖는다. 공공재는 비경합성(non-rivalry)과 비배제성(non-excludability)을 갖는다. 공공재의 이러한 특성 때문에 생산과 공급을 시장에 맡겨둘 경우 무임승차(free-rider) 문제가 발생하고 이로 인해 적정 수준의 공공재 생산과 공급이 힘들게 된다. 이러한 논리에서 공공재는 정부가 시장에 개입하여 적정 생산과 공급수준을 조절하는 것이 적절하다고 여겨진다. 그러나 현실에서는 순수한 공공재의 존재는 힘들고 대부분 두 가지 성격 중 하나만 가지고 있거나, 가지고 있더라도 불완전한 정도로만 갖는 경우가 더욱 흔하다(이준구, 2011). 고등교육도 이러한 불완전한 공공재의 하나로, 배제성은 높으나 경합성은 중간 정도인 공공재라고 할 수 있다(백일우, 2007). 즉 대학에서 등록금 납부에 따라 학생별 교육제공 여부를 쉽게 결정할 수 있다는 측면에서 완전한 배제가능성을 갖는다고 볼 수 있다. 그러나 대학교육은 경합성을 갖지만, 학생 정원이내에서는 학생의 수가 늘어도 혼잡성이 문제가 되지 않기 때문에 완전한 경합성은 아니라고 할 수 있다(이준구, 2011). 이러한 불완전한 경합성을 갖는 공공재에 부과되는 가격이 과연 공공재의 최적조건을 달성할 수 있는 수준인가 하는 점이 문제이다(Buchanan, 1965). 이러한 이유로 정부는 고등교육에 대한 재정지원을 통해 사회가 필요로 하는 최적량까지 고등교육이 공급될 수 있도록 시장에 개입하게 된다(김훈호, 2014).

다음으로 고등교육은 투자재(capital goods)로서의 성격을 갖는다. 투자재는 자원을 투자하고 상당기간 이후에 그 효과가 나타나는 경향이 있다(윤정일, 2001a). 따라서 개별 경제주체는 미래의 소득 또는 투자의 효과를 정확히 예측하기 어렵고 투자효과에 대한 개인의 불확실성은 사회적 불확실성보다

www.kci.go.kr

큰 특징을 갖는다(Cullis & Jones, 2009). 따라서 투자규모를 민간에게 맡겨둘 경우, 위험성이 큰 분야는 투자량이 점차 작아지게 된다. 즉 교육은 투자의 회수기간이 비교적 길고, 투자의 효과 역시 수혜자에 따라 크게 달라질 수 있기 때문에 투자효과의 불확실성이 상당히 높은 특징을 갖는다(반상진, 2008; 백일우, 2007; 윤정일, 2001a). 그러므로 정부는 고등교육지원 등 교육에 개입해야 하며, 사회적으로 적정 수준의 투자가 이루어질 수 있도록 정책마련과 지원이 필요하다. 고등교육은 가치재(merit goods)로의 특징도 있는데, 가치재는 개인이 스스로 시장을 통해 구입하여 소비하는 양보다 더 많은 소비를 유도하는 것이 사회적으로 바람직할 경우, 정부가 공적 예산을 투입하여 사적소비를 촉진할 필요가 있는 재화를 말한다(소병희, 2004; 윤정일, 2001a). 정부가 의무교육을 제공한다든가, 무상급식을 제공하는 것도 이것들이 모두 가치재의 성격을 가지고 있기 때문이라고 할 수 있다(김훈호, 2014). 즉 배제성이 상당히 강한 고등교육의 특성상, 비용을 감당하기 힘든 계층에게는 자연스럽게 고등교육을 직접 제공하거나 재정지원 정책을 실시하는 당위성을 갖는다.

둘째, 고등교육의 외부효과(spillover effect) 측면이다. 고등교육의 재정지원이 학생 개인에게는 자아실현이나 신분상승, 고소득 등 다양한 사회·경제적 혜택을 갖게 해주며, 기업은 대학으로부터 우수한 인적자원을 제공받게 되기 때문에 정부의 재정지원을 반대하는 입장에서는 재정지원 주체는 개인과 기업이 되어야 한다고 주장한다(윤정일, 2001a). 그러나 고등교육의 효과는 개인과 기업 외에 시민의식 고취나 지식의 생산 및 보급, 학문적 발전, 기술 및 문화의 창조, 국가 경쟁력 향상, 사회통합 등 고등교육이 갖는 효과는 지역사회나 국가에 미치는 금전적·비금전적 외부효과가 상당하다(Bowen, 1977; Kezar, Chambers, & Burkhardt, 2005). 이처럼 고등교육이 제공하는 사회적 수익과 함께 인적자본론(human capital theory) 관점에서는 고등교육에 대한 투자는 인적자본을 형성하고 이를 통해 국가경제에 상당한 영향을 미쳐 경제성장과 소득분배, 인구이동, 국제무역, 노동시장과 지역발전 등의 효과를 가져온다(Becker, 1994; Rosen & Grayer, 2010). 결과적으로 고등교육에 대한 정부의 재정지원은 사회적 수익과 경제적 수익에 이르기까지 광범위한 외부효과를 가져오게 되므로 국가지원에 대한 당위성을 제공한다.

셋째, 각국의 정당정치가 고등교육 재정지원정책을 결정하는데 영향을 미친다는 주장도 있다(Boix, 1997; Jungblut, 2015). Busemeyer(2007)는 좌파정당이 집권할 경우 고등교육 예산이 증가한다고 보는데 그 이유는 좌파정당이 고등교육 예산증가를 통해 수혜계층인 중산층을 지지 세력으로 포섭하기 때문이다. 이와 달리 우파 정당이 집권할 경우 고등교육 예산이 증가한다는 주장도 있다. 고등교육 수혜집단이 일부 계층에 국한되는 엘리트 모형에서는 고등교육 예산이 우파 정당 지지자들에게 주로 편익이 집중되므로 우파 정당이 예산을 주도할 수 있다는 논리이다(Ansell, 2010). 이런 경우, 중산층이나 저소득층의 세금이 부유층 자녀들의 학비로 지원되어 고등교육 재정지원 정책이 역진적 정책이 될 수 있고, 이를 해결하기 위해 소득수준에 따라 장학금을 지급하는 국가장학금 등의 제도 도입이나 등록금 인상을 통해 고등교육의 형평성을 제고하고자 한다. 그러나 이러한 논리 역시 무상 고등교육을 제공하는 북유럽의 사례에는 설득력을 갖지 못한다(Johnstone & Marcucci, 2010). 이처럼 고등교육재정의 정치성에 대한 연구는 많은 진전을 이루었지만 단순히 이데올로기적 지향에 의해 고등교육 재정지원정책 형성을 일반화할 수 없음을 시사한다.

www.kci.go.kr

위에서 살펴본 고등교육재정지원 논리를 기반으로 고등교육정책의 성공적인 수행을 위해서는 재정의 배분과 운영에 대한 원칙과 가치가 중요하다. '재정'이란 국가 및 공공단체가 국민의 요구에 부응하기 위해 필요한 금전적 수단을 관리·사용하는 정부의 경제활동이며, 보다 구체적으로는 국가나 공공단체가 '국가 및 사회의 공익활동을 지원하기 위해 필요한 재원을 확보·배분·운용·평가하는 일련의 경제활동'으로 설명된다(송선영, 2006; 박형준 등, 2013). 같은 맥락에서 고등교육재정은 국가 및 공공단체, 고등교육기관이 교육의 목적을 달성하기 위해 고등교육 서비스를 생산·공급하는데 필요한 재원을 확보·배분·운영·평가하는 일련의 경제활동이라고 볼 수 있다(이정미 등, 2011).

교육재정의 합리적 배분과 운용은 일반적으로 효율성과 형평성이라는 가치를 중심으로 논의되어 왔다. 효율성의 원칙은 최소의 비용으로 최대의 성과를 얻고자 하는 것을 의미한다. 즉 일정하게 주어진 재원 혹은 노력을 투입하여 최대의 산출을 얻고자 하는 측면과 정해진 목표 혹은 산출에 있어 최소의 재원과 노력을 투입하는 측면으로 구분된다(김병주, 2001; Rogers & Ruchin, 1971). 공평성은 형평성 원칙의 확장 개념으로 개인의 능력에 따라 인간을 대우하여 차이를 인정해야 한다는 관점으로 적극적 의미에서의 차별을 통해 정의를 실현하려는 취지를 포함한다(McMahon & Geske, 1982). 이러한 효율성, 형평성, 공평성을 포함하여 추가적으로 고려하고 지향해야 할 다양한 원칙과 가치들이 고등교육재정지원이나 고등교육재정 배분 및 운영에 관한 여러 연구들을 통해 제시되었다. 먼저, 윤정일(2004)은 고등교육재정에 대한 단계별 중요가치를 제시하였는데, 재정확보 단계에는 충족성과 적절성, 배분단계에는 효율성과 공정성, 지출단계에는 자율성과 적절성, 평가단계에는 효과성과 책무성을 강조하였다. 이후 나민주(2009)와 임후남 등(2012)의 연구에서는 고등교육재정 배분 및 운영에 초점을 맞추어 고려되어야 할 가치들을 제시하였는데, 역시 효율성과 형평성 또는 공정성과 자율성이 공통적으로 중요한 가치로 언급되고 있다. 최근에는 미래사회에 대비한 고등교육재정의 혁신 과제에 고등교육재정의 기본가치로 책무성, 자율성, 형평성, 대응성을 제시하고 있다(김병주, 2017).

한편 교육재정 배분과 관련된 연구 중에 교육재원 배분과 효율성 개념을 바탕으로 재원 배분의 효율성 평가 준거를 설정한 연구가 있다(송기창, 2008). 이 연구에서는 교육재정의 운영과정의 효율성과 배분 과정의 효율성은 다른 기준으로 평가되어야 한다고 하고 있다. 즉 고등교육재정지원의 재원배분 기준과 배분대상 선정, 교부방식의 효율성도 중요하지만 재정지원을 받은 대상의 사업운영 효율성 측면의 평가도 중요하다는 것이다. 이러한 측면에서 효율성에 기반을 둔 고등교육정책에 대한 본 연구의 분석은 당위성을 갖는다고 할 수 있다.

3. 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)

자료포락분석기법(이하 DEA)은 비모수효율성분석법 등으로도 불리는데, 다수의 투입요소를 사용하여 다수의 산출물을 생산하는 유사한 환경에 놓인 의사결정단위(Decision Making Unit, 이하 DMU[2]))들의 효율성을 상호 비교 분석하는 방법이다(김성호 등, 2007; 이정동 등, 2010). 즉 개별 조직들의 현재

2) DMU는 의사결정단위(Decision Making Unit)의 약자로 투입요소를 통해 산출물을 만들어내는 과정에서 독자적인 의사결정능력을 갖는 식별 가능한 조직의 단위를 말한다(안유정, 이만형, 2015).

www.kci.go.kr

상태와 함께 유사 조직들 속에서 상대적 효율성을 측정해주고, 비효율성을 보이는 조직의 최적화정보를 제공하여 성과개선을 위한 구체적인 실행방향을 제시할 수 있다(Nyhan & Martin, 1999).

DEA는 1970년대 후반 Charnes, Cooper, & Rhodes(1978)에 의해 개발된 선형계획기법으로 영리기관의 효율성 평가방법(비율분석, 회귀분석 등)이 지닌 문제점을 개선하여 비모수적 방법에 의해 개발된 모형이다. 통상적인 경제적 분석은 투입과 산출의 관계를 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수와 같은 특정 생산함수를 가정하고 관측된 자료에 기초하여 모수(parameter)를 측정한다. 그러나 DEA는 이러한 생산함수에 대한 가정을 하지 않고 주어진 자료만을 기반으로 투입-산출의 관계를 비모수적으로 추정한다. 이와 같이 DEA는 다수의 투입과 산출 존재 상황을 묘사할 수 있고, 잔차에 대해 통계적 분포가정이 필요 없으며, 함수형태에 대한 사전 가정이 필요 없다는 장점이 있다(이정동, 오동현, 2012). DEA는 투입-산출의 생산관계가 규모수익불변인가 규모수익가변인가에 따라 CCR(Charnes, Cooper, Rhodes)모형과 BCC(Banker, Charnes, Cooper)모형으로 나누어지며, 효율성을 측정할 때 투입기준 혹은 산출기준과 같이 어떤 지향을 가지고 있는가의 등으로 모형을 분류할 수가 있다(박만희, 2008; 안유정, 이만형, 2015). 자료포락기법 모형의 개요는 〈표 1〉과 같다.

〈표 1〉 자료포락기법 모형의 개요

구분	투입요소와 산출요소간의 관계	최적화의 초점
CCR모형	규모수익불변(CRS)	투입 지향
		산출 지향
BCC모형	규모수익가변(VRS)	투입 지향
		산출 지향

출처: 『Data envelopment analysis: Theory, methodology and application』 Chanes et al.(1994) 재구성.

Banker 등에 의해 개발된 BCC모형은 규모에 대한 수익가변(Variable Returns to Scale, VRS)을 가정하여 규모의 효율성과 기술효율성을 구분하기 위해 변형된 DEA 모형이다. 결국 BCC모형은 규모의 효과를 배제한 순수한 기술적 효율성을 나타낸다. 즉 BCC모형은 비효율적인 것으로 판명된 의사결정단위가 순수한 기술적 요인에 의해 비효율적으로 판명되었는지 아니면 규모의 요인에 의해 비효율적으로 평가되었는지를 비교해 볼 수 있다(배세영, 2011). 기본적으로 DEA가 비율모형이라는 점을 감안할 때, 효율적인 DMU들은 효율성 지수(h0=1)를 제공하고, 비효율적인 DMU들은 1보다 작은 효율성 지수(h0〈1)를 제공한다(박만희, 2008). 최근에는 Deprins, Simar, & Tulken(1984)에 의해 도입된 FDH(Free Disposability Hull)모형도 해외 DEA분석연구에서는 활용되고 있다. FDH모형은 기존 CCR이나 BCC모형과 달리 특별한 효율성 프론티어 라인을 가정하지 않고 실제로 효율적이라 관측된 DMU들의 효율성 값에 기초하여 나머지 DMU들의 효율성을 판단하기 때문에 조직의 운영 차원에서 보다 실질적인 시사점을 제공할 수 있다는 장점이 있다(Munim, 2020). 따라서 본 연구에서는 국내에서는 거의 활용된 적 없는 FDH모형도 분석모형에 추가하여 진행하였다.

www.kci.go.kr

4. 선행연구 검토 및 효율성 측정변인

지금까지 BK21사업에 대한 선행연구는 크게 인력양성 성과, 연구성과, 산학협력 및 국제화, 사업 참여학생들의 만족도 등을 중심으로 연구되어 왔으며, 본 연구와 같이 사업 효율성과 관련한 선행연구도 많지는 않았지만 각 사업단계 즉 1단계, 2단계 사업에 대해 제한적으로 이루어졌다. 먼저, 분류모형과 DEA를 이용하여 1단계 BK21 과학기술분야 26개 사업단과 인문사회분야 19개 사업단의 효율성을 분석한 연구(손소영, 주용규, 2004)의 결과는 다음과 같다. CCR모형에서는 과학기술분야는 26개 사업단 중 7개, 인문사회분야는 19개 중 3개 사업단이 효율적인 것으로, BCC모형에서는 과학기술분야 13개, 인문사회분야 7개 사업단이 효율적인 것으로 나타났다. 또한, 각 사업단 소속대학과 전공특성을 고려하여 그룹을 구성하였다. 즉 대학구분(국·공립대학/사립대학), 대학 소재지(서울소재/지방대), 대학특성(종합대/특수대), 전공분야(과학기술/인문사회)로 나누어 분석한 결과, 사업단 효율여부에 영향을 준 변인은 대학 소재지로 서울소재보다 지방소재 대학이 오히려 더 효율적인 것으로 나타났다.

BK21사업의 효율성 분석에서 보다 체계적으로 이루어진 연구로는 김병주(2006)가 있다. 본 연구는 1단계 BK21사업의 상대적인 효율성을 분석하였는데, 과학기술분야를 중심으로 BK21사업 지원을 받은 대학과 그렇지 않은 대학 간 SCI 논문수와 연구비 총액을 활용하여 양적으로 비교하였다. 집단 간 연구비 총액과 SCI 논문수를 분석한 결과 BK21사업 참여 대학은 그렇지 않은 대학에 비하여 상대적으로 적은 연구비로 SCI 논문을 산출하는 것으로 나타났다. 즉 BK21사업 지원의 효율성이 높음을 확인하였다. 2단계 BK21사업에 대한 효율성 분석연구는 이덕로 등(2007) 연구가 있는데, 본 연구에서는 BK21사업의 수혜 사업단에 대하여 사업성과를 인적자원과 재정자원 투입에 대비하여 동일 분야 내 상대적인 효율성 측면에서 분석하였다. 기존의 연구들과 달리 대학이 아닌 개별 사업단을 단위로 하여 투입요소와 산출요소 간의 상대적 효율성을 분석하였고, 투입요소와 산출요소도 재정지원액, 연구비 수주액, 참여인력별 연구실적, 인적자원구성, 취업률, 특허 등록 수 등으로 다양화하였고, DEA를 통해 동일 분야 내 개별사업단의 상대적 위치를 파악하여 효율성을 확인하였다. 분석결과는 다음과 같다. 핵심 기초과학분야 총 37개 중 21개 사업팀이 100% 효율성 점수를 나타내어 가장 높은 수준의 효율성을 보이는 것으로 나타났다. 세부 영향력에 대한 분석결과에서는 대형 기초과학분야에서는 참여교수 수가 부의 영향을 그리고 대학원생 연구 실적이 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 응용과학분야에서는 대학원생 연구 실적이 인문사회 분야에서는 교수의 연구 실적이 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 핵심 사업팀들에서는 참여교수 수와 함께, 취업률, 민간단체 연구비 수주, 특허 수가 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 BK21사업의 평가시스템이 교육과 연구역량 육성을 위해 학문분야와 개별 사업단 속성이 반영되도록 할 필요가 있다는 시사점을 제시하였다.

그간 선행연구를 통해 이루어진 대학원을 대상으로 한 효율성 분석 측정변인을 본 연구를 위하여 정리해보았다. 대학과 대학원에 대한 효율성 분석 선행연구에서 선정한 투입변인 및 산출변인을 유형화하면 투입변인은 크게 인적자원과 물적자원으로 구분하고 있다. 인적자원은 교수 수, 대학원생 수 등이 주를 이루며, 물적자원은 인건비, 연구비, 지원예산, 관리비 등이 주를 구성하고 있다. 산출변인의 경우 연구관련 항목들이 주로 활용되고 있으며, 연구의 양과 질로 나누어 볼 때, 양은 논문이나 저서의 수를

www.kci.go.kr

연구의 질은 논문의 피인용 지수, 교수 1인당 IF(Impact Factor) 등을 주로 활용하고 있다.

Ⅲ. 연구 설계

1. 연구대상 및 변인의 선정

본 연구에서의 연구대상은 BK21플러스 사업에 선정되어 지원받은 사업단과 사업팀이다. 이중 분석대상은 2013년에 선정되어 2017년까지 계속 지원받은 과학기술분야 265개 사업단(팀)으로 한정하였는데, 그 이유는 3단계 사업에서 신설된 세계수준의 연구중심대학 육성사업(WCU) 후속모델인 글로벌인재양성형 21개, 실무형인재양성을 위한 특화전문인재양성형 53개 사업단은 사업취지와 목적이 상이하여 분석대상에서 제외하였으며, 사업비와 참여인력 규모가 상대적으로 작은 인문사회분야 사업단(팀)들 역시 분석대상에서 제외하였기 때문이다.

본 연구에서 활용할 변인은 BK21플러스 사업 선정･중간평가의 주요 성과지표 항목을 활용하여 투입변인과 산출변인을 도출하였다(2013, 2015 평가기본계획, 한국연구재단). 자료포락분석기법에서는 의사결정단위체의 상대적 효율성을 파악하기 위하여 먼저 정량화될 수 있는 투입요소와 산출요소를 선정하여야 한다. 본 연구에서는 BK21사업에 초점을 두고 2014~2017년 연차실적보고서(한국연구재단)에 제시된 인적자원과 재정지원을 투입요소로 하였다. 인적자원은 참여교수 수, 참여대학원생 수, 신진연구인력 수를 모두 고려하였고, 재정지원은 국고지원금으로 하였다. 산출요소는 교수 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수, 신진연구인력 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수, 대학원생 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수, 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수, 교수 1인당 특허등록 환산건수, 교수 논문의 환산 보정 IF, 신진연구인력 논문의 환산 보정 IF, 대학원생 논문의 환산 보정 IF를 포함하여 연구실적의 양적･질적 성과를 모두 포함하였다. 다만, BK21플러스사업 평가의 주요 성과지표 중 세부 학문분야별 편차가 심하고 데이터의 불확실성이 높은 대학원생 취업률과 교수 1인당 연구비 수주실적 등은 제외하였다. BK21플러스 사업 성과지표 현황과 산출요소 선정 현황은 <표 2>와 같다.

www.kci.go.kr

〈표 2〉 BK21플러스사업 영역별 정량지표 및 산출요소 선정

영역	성과 지표	산출요소
연구 역량 영역	- 교수 1인당 연구비 수주실적 - 교수 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수 - 교수 논문의 환산 보정 IF - 교수 1인당 특허 등록 환산건수 - 교수 1인당 기술이전 실적	- 교수 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수 - 교수 논문의 환산 보정 IF - 교수 1인당 특허등록 환산건수
교육 역량 영역	- 대학원생 취업률 - 대학원생 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수 - 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수 - 신진연구인력 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수 - 대학원생 논문의 환산 보정 IF - 신진연구인력 논문의 환산 보정 IF - 외국어 강의비율, 외국인 교수비율, 학위논문 외국어 작성비율 등	- 대학원생 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수 - 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수 - 신진연구인력의 1인당 국제저명학술지 게재논문 환산편수 - 대학원생 논문의 환산 보정 IF - 신진연구인력 논문의 환산 보정 IF

출처 : BK21플러스 사업 기본계획(교육부, 2015, 2019)

BK21사업의 효율성 분석과 관련한 기존 연구(이덕로, 2007; 이정열, 2012)들은 투입시점과 산출시점 각 단년도의 데이터를 기반으로 분석을 한 경우가 대부분이었으나, 본 연구에서는 Cheon 등(2010)의 연구가 시도 했던 바와 같이, 효율성을 결정하는 라인이 불규칙적으로 출렁이는 것을 방지하기 위해 사업수행 기간 중 4년의 투입 및 산출요소 데이터의 평균값을 활용하였다.

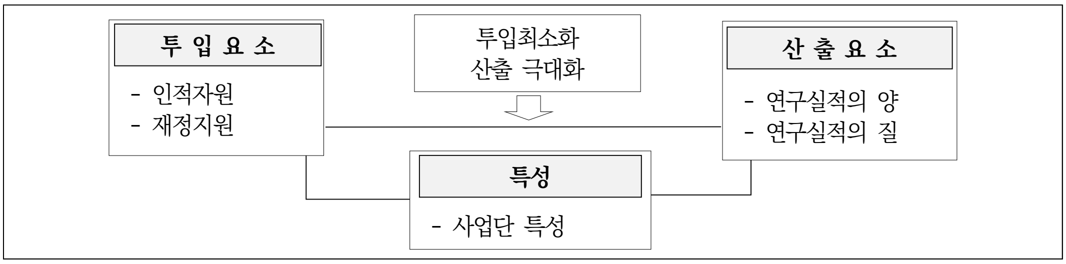
2. 분석 방법

본 연구는 BK21플러스사업 추진단위인 사업단(팀)의 효율성을 평가하기 위해 자료포락분석기법(DEA)을 적용하였는데, DEA의 핵심원리는 대상 조직들 간의 투입요소와 산출요소의 비교에 있다. 따라서 본 연구에서는 전체 분석대상 그룹에서 상대적 효율성이 가장 높은 사업단(팀)을 100% 기준으로 사업단(팀)들의 효율성 점수를 제시하였다. 이와 같이 전체 사업단(팀) 중에서 효율성 점수의 분포가 어느 정도인지를 확인함으로써 상대적으로 효율적인 사업단(팀)과 비효율적인 사업단(팀)의 분포를 확인함과 동시에, 규모로 구분되는 사업단과 사업팀의 효율성을 비교하였다.

이러한 DEA분석방법에는 투입중심의 접근법을 취할 수도 있고, 산출중심의 접근법을 취할 수도 있는데, 투입중심의 접근법은 산출량의 변화 없이 투입량의 감소비율을 측정할 수 있는 반면, 산출중심 접근법은 투입의 변화 없이 잠재적인 산출증가 비율을 예측할 수 있다. 본 연구는 BK21사업의 잠재적인 효과성 증대를 투입자원의 조정이 가능한 영역을 탐색하기 위해 투입 중심의 접근법을 취하기로 하였다. 투입 중심의 접근법에서 두 가지의 중요한 개념이 있는데 투입대비 고정 수익률을 의미하는

www.kci.go.kr

CRS(Constant Return to Scale; DEA-CCR)와 변동 수익률을 의미하는 VRS(Variable Return to Scale; DEA-BCC)이다. 선행연구에서는 DEA의 다양한 접근법을 종합적으로 살피는 것이 결과를 좀 더 유의미하게 만든다는 사실에 동의하고 있다. 따라서 본 연구에서는 대표적인 두 가지 CCR, BCC모형을 활용한 투입중심 접근법에 FDH모형을 추가하여 분석을 실시하였다. 본 연구의 연구모형은 [그림 1]과 같으며, 분석도구로는 R프로그램의 'Benchmarking' 패키지를 활용하였다.



[그림 1] 연구모형

본 연구에서는 추가적으로 자료포락기법을 활용하여 산출된 각 사업단들의 효율성 검증결과를 종속변인(효율적=1, 비효율적=0)로 하고, 투입요소(인적자원, 재정지원)를 독립변인으로 하여 로짓모형 분석을 통해 각 변인들이 가지는 영향력을 알아보았다. 종속변인으로 활용한 효율성 값은 BCC모형을 적용해 나온 순수 효율성 점수를 기준으로 100점 사업단(팀)을 1로 그 외 사업단(팀)을 0으로 두고 로짓모형을 분석하였다. 로짓모형 분석은 종속변인의 이분적 구분에 있어서 어떤 변인이 중요한 영향력을 갖는지를 탐색함에 활용된다(김영석, 2002; 이군희, 2005; 이정열, 2012). 실제로 조직관리 분야에서 동일한 목적을 추구하는 조직 간의 성과를 비교하는 이유는 해당 조직에서의 최고의 조직을 확인하려는 목적뿐 아니라, 이를 심층적으로 분석하여 그 외 조직들의 성과를 제고할 수 있는 전략을 도출하는 목적이 있다. 이를 위해 자료포락분석 후 로짓모형 분석을 활용하는 방법은 심층 분석의 과정을 최소화할 수 있는 장점이 있다(배태영, 이재효, 2006; 황혜성 등, 2008). 따라서 본 연구에서 이러한 이론적 강점을 바탕으로 로짓모형 분석으로 BK21플러스 사업단들의 효율성 제고에 중요한 투입변인을 탐색함으로써, 향후 사업기획 및 운영개선에 시사점을 제시하였다. 분석에는 STATA 14.0 프로그램을 활용하였다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 기술 통계

기술통계는 분석대상에 포함된 사업단(팀)들의 현황을 투입요소와 산출요소 측면에서 제시하였다. 먼저, 〈표 3〉에서처럼 투입요소들에 대한 기술통계 분석결과를 BK21사업을 수행하는 규모별 사업주체

www.kci.go.kr

를 의미하는 사업단(대형)과 사업팀(소형)으로 구분하여 살펴보았다.

물적 변인에 해당되는 국고지원금의 경우, 사업단은 평균 10억원, 사업팀은 평균 2억원 정도가 지원되고 있으며, 참여대학원생 수를 기반으로 사업비가 산정된다는 측면에서 사업단의 학과는 대부분의 소속 대학원생이, 사업팀의 경우는 실적 등을 고려하여 학과 내 일부 교수와 지도학생들로 구성된다. 표준편차의 경우도 사업단의 경우가 사업비의 변동 폭이 큰 것으로 나타나, 동일한 사업단 그룹 내에서 그 규모가 다양하게 구성되어 있음을 알 수 있다. 인적 변인에 해당되는 교수, 신진연구인력, 대학원생의 투입요소의 경우는 사업단은 22명의 참여교수, 7명의 신진연구인력, 147명의 대학원생이 사업에 평균적으로 참여하고 있는 것으로 나타났고, 사업팀은 참여교수 5명, 신진연구인력 1명, 대학원생 25명 정도로 구성되고 있는 것으로 분석되었다.

전체 투입요소 기준으로 살펴보면, 다양한 투입요소들 중 참여대학원생 규모의 편차가 가장 큰 것으로 나타났는데, 동일한 사업단 단위임에도 최소 12명에서 최대 700명, 사업팀도 최소 8명에서 최대 62명 규모로 나타났다. 국고지원금의 경우도 최소 1억 미만의 사업팀에서부터 연간 40억 넘게 지원되는 사업단까지 그 격차가 큼을 알 수 있다. 따라서 각각의 투입요소 대비 산출요소를 비교하여 효율성을 분석해보는 것은 다양한 측면에서 사업의 효과성과 사업 운영 개선점에 대한 시사점을 제공할 수 있다.

〈표 3〉 투입변인 기술통계

구분		단위	평균	표준편차	최소	최대
사업단 n=128	국고지원금	억원	10.08	6.99	1.5	40.25
	참여교수 수	명	22.91	12.17	9.8	71.4
	신진연구인력 수	명	7.13	4.85	0.8	24.4
	참여대학원생 수	명	147.51	116.15	12.2	701.4
구분		단위	평균	표준편차	최소	최대
사업팀 n=137	국고지원금	억원	2.09	0.54	0.63	3.03
	참여교수 수	명	4.61	1.47	2.8	11
	신진연구인력 수	명	1.45	0.79	0	4.4
	참여대학원생 수	명	25.68	10.96	8	62.6
전체 n=265	국고지원금	억원	5.95	6.30	0.63	40.25
	참여교수 수	명	13.45	12.50	2.8	71.4
	신진연구인력 수	명	4.19	4.44	0	24.4
	참여대학원생 수	명	84.53	101.41	8	701.4

산출요소 8개 변인들에 대한 기술통계 분석결과, 〈표 4〉에서 보듯이 전체적으로 IF(Impact Factor)가 가장 편차가 큰 것으로 나타났는데, 이는 동일한 과학기술 분야라 하더라도 공학, 자연과학의 학문분야는 물론 공학 내의 세부 학문분야에 따라서도 저널별 IF 평균값의 범위가 다양하기 때문이다. 세부적으로 참여대학원생 1인당 국제저명학술지 논문편수의 경우 전체적으로 1편에 미치지 못하는

www.kci.go.kr

것으로 나타났으며, 논문실적보다 학술대회 발표논문 편수가 더 많았다. 이는 과학기술분야 사업단(팀)의 경우 국제저명학술지(SCI, SSCI 등) 게재논문 편수만 사업실적으로 인정되기 때문에 상대적으로 수월한 학술대회발표 논문편수가 더 많이 나타난 것으로 보인다. 특히, 사업규모가 큰 사업단보다 소규모 사업팀이 1인당 참여교수 논문편수, 참여교수 특허건수, 참여대학원생 논문편수 및 학술대회발표 논문편수가 더 많은 것으로 나타나 전반적으로 사업단보다 사업팀의 1인당 연구 실적이 더 많은 것으로 분석되었다.

〈표 4〉 산출변인 기술통계

구분		평균	표준편차	최소	최대
사업단 n=128	참여교수 1인당 국제저명학술지 논문편수	4.99	2.33	1.4	12.8
	신진연구인력 1인당 국제저명학술지 논문편수	1.89	1.90	0	17.8
	대학원생 1인당 국제저명학술지 논문편수	0.35	0.36	0	1.6
	참여대학원생 1인당 학술대회발표논문	1.17	0.55	0	3
	참여교수 1인당 IF	18.76	13.44	1.4	65.4
	신진연구인력 1인당 IF	7.11	9.97	0	90.6
	참여대학원생 1인당 IF	1.56	1.12	0	8.4
	참여교수 1인당 특허건수	1.10	0.98	0	5.2
사업팀 n=137	참여교수 1인당 국제저명학술지 논문편수	5.66	3.00	1	16.6
	신진연구인력 1인당 국제저명학술지 논문편수	1.64	1.63	0	10.4
	대학원생 1인당 국제저명학술지 논문편수	0.46	0.40	0	1.6
	참여대학원생 1인당 학술대회발표논문	1.62	0.79	0	4.4
	참여교수 1인당 IF	15.70	10.97	1	46.4
	신진연구인력 1인당 IF	4.30	4.37	0	21.2
	참여대학원생 1인당 IF	1.40	1.17	0	5.2
	참여교수 1인당 특허건수	1.43	1.40	0	13.2

구분		평균	표준편차	최소	최대
전체 n=265	참여교수 1인당 국제저명학술지 논문편수	5.33	2.72	1	16.6
	신진연구인력 1인당 국제저명학술지 논문편수	1.76	1.77	0	17.8
	대학원생 1인당 국제저명학술지 논문편수	0.40	0.38	0	1.6
	참여대학원생 1인당 학술대회발표논문	1.40	0.72	0	4.4
	참여교수 1인당 IF	17.18	12.32	1	65.4
	신진연구인력 1인당 IF	5.65	7.74	0	90.6
	참여대학원생 1인당 IF	1.48	1.15	0	8.4
	참여교수 1인당 특허건수	1.27	1.23	0	13.2

www.kci.go.kr

2. 자료포락분석 결과

1) 전체 사업단(팀) 효율성

BK21 플러스사업 과학기술분야에 참여한 사업단(팀)을 대상으로 DEA를 통해 산출된 효율성 점수는 〈표 5〉와 같다. CCR 모형은 기술적 효율성과 규모의 효율성이 모두 포함된 점수이다(이정열, 2012). CCR모형의 효율성 값의 분포는 100점대의 효율성 점수를 나타내는 사업단(팀)은 32개로 전체의 12.1%이고, 90점대가 6개(2.3%), 80점대가 11개(4.2%)인 것으로 나타났다. 반면, 70점 미만의 아주 낮은 효율성을 나타내는 사업단(팀) 수는 216개로 전체의 81%인 것으로 나타났는데, 주로 30점대 미만 사업단(팀)이 54.7%인 것으로 나타났다.

〈표 5〉 상대적 효율성 값 분포

구분	CCR모형		BCC모형		Scale		FDH모형	
	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)
100점	32	12.1	52	19.6	32	12.1	126	47.5
90점대	6	2.3	14	5.3	50	18.9	7	2.6
80점대	11	4.2	16	6.0	53	20.0	12	4.5
70점대	12	4.5	25	9.4	38	14.3	8	3.0
60점대	17	6.4	17	6.4	31	11.7	15	5.7
50점대	23	8.7	18	6.8	30	11.3	4	1.5
40점대	19	7.2	8	3.0	19	7.2	15	5.7
30점대	27	10.2	14	5.3	8	3.0	14	5.3
20점대	26	9.8	34	12.8	4	1.5	30	11.3
10점대	49	18.5	48	18.1	0	0	27	10.2
10점 미만	43	16.2	19	7.2	0	0	7	2.6
평균	43.226		54.366		76.250		69.554	
합계	265	100	265	100	265	100	265	100

BCC 모형의 결과는 순수한 기술적 효율성의 측면을 고려하게 된다(이정열, 2012). BCC 모형에 따른 효율성 값의 분포를 살펴보면, 100점대의 사업단(팀)은 52개로 전체의 19.6%를 차지하고 있으며, 90점대가 14개(5.3%), 80점대가 16개(6%)로 나타났다. 그리고 70점 미만의 낮은 효율성 값을 보여주는 사업단(팀)은 183개로 전체의 69%를 차지하고 있다. 한편, CCR 및 BCC 모형 전체에서 100점대의 효율성 점수를 나타낸 사업단(팀)은 32개로 전체의 12%로 나타났다. 본 연구에서는 다른 선행연구보다 나아가 기존 접근법인 CCR 모형과 BCC 모형 외에 FDH 모형을 추가하여 분석을 실시하였는데, FDH 모형에 따르면 전체 사업단(팀) 중 126개가 100점대로 47.5%로 나타났으며, 70점 미만의 비효율성을 나타내는 사업단(팀)은 120개로 45.2%로 나타났다.

분석결과가 나타내는 시사점을 정리하면 다음과 같다. 순수 기술적 효율성 값을 나타내는 BCC 모

www.kci.go.kr

형의 효율성 평균은 54.4점이었고, 순수 기술적 효율성과 단위(규모) 효율성을 모두 고려한 전반적인 효율성을 나타내는 CCR 모형의 평균은 43.2점이었다. 그리고 BCC, CCR, FDH 모형 전체의 효율성 평균은 55.7점으로 나타났다. 이는 전체적인 비효율성의 원인은 순수 기술적 효율성이 낮기 때문이 아니라, 단위(규모) 효율성이 낮기 때문에 발생한다는 점을 알 수 있다. 따라서 사업단(팀)의 규모와 구성방법의 조정을 통해서 전반적인 효율성을 향상시킬 가능성이 존재한다고 볼 수 있다. 즉 100점대의 효율성을 보인 32개 사업단(팀) 이외의 대부분의 사업단(팀)의 경우도 투입변인의 조정을 통해서 효율성을 향상시킬 수 있음을 의미한다.

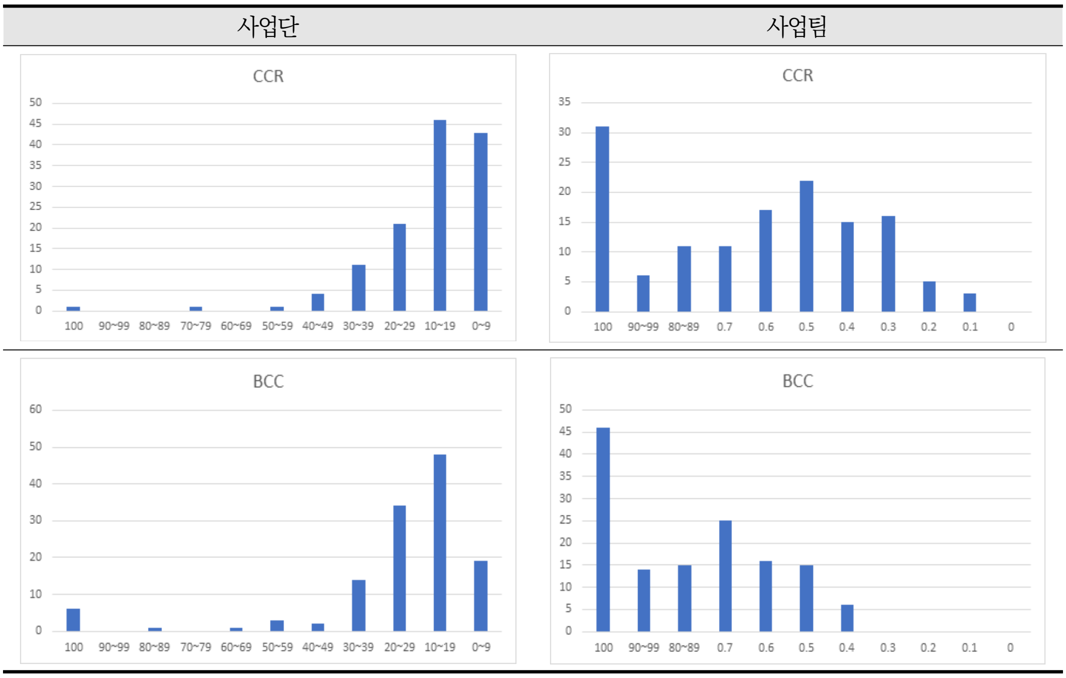
2) 사업 추진주체 규모별 효율성

BK21 플러스사업을 추진하는 대규모 단위조직인 사업단과 소규모 조직인 사업팀의 효율성 값을 비교해보았다. 구체적인 분석결과는 〈표 6〉과 같다. 사업단의 경우, 순수한 기술적 그리고 규모에 따른 효율성 등 전반적인 효율성을 나타내는 CCR모형에서는 100점의 효율성을 나타내는 사업단은 1개에 불과하였고, 효율성 평균값도 17점 정도로 효율성이 낮은 것으로 나타났다. 순수한 기술적 효율성을 의미하는 BCC모형에서는 100점 사업단이 6개 그리고 80점대 이상도 1개 사업단에 불과하였다. FDH모형을 포함한 전체 3개 모형의 효율성 값 평균은 29점 정도로 많은 사업비가 투입되고 많은 교수와 대학원생이 참여함에도 효율성이 낮은 것으로 판단되어 사업단 규모와 구성내역의 조정을 통해 효율성 제고가 필요할 것으로 보인다. 반면에, 학과 내 일부 교수와 해당 교수의 지도학생으로 구성되는 사업팀의 경우, CCR모형에서는 31개(22.6%), BCC모형에서는 46개(33.6%), FDH모형에서는 100개(73%)가 100점의 효율성을 나타내었고, 3개 모형의 평균값도 81점 정도를 나타내어 사업단과 비교해서 효율성이 평균값 기준 52점이나 높게 나타났다. 즉 학과 내에 연구력이 뛰어난 일부 교수 중심으로 구성된 사업팀이 학과 전체 차원에서 사업단위를 구성하는 사업단보다 투입되는 인적자원 구성과 사업비 집행에 더 효율적인 것으로 유추해볼 수 있다. 사업추진 단위에 따른 효율성 값의 분포도는 [그림 2]에서 볼 수 있는데, CCR과 BCC모형의 분포도만 보더라도 두 집단 간 효율성의 차이가 큰 것을 확인할 수 있다. 사업팀의 경우 100점대부터 50점대 이상에 많이 분포되어 있지만, 사업단의 경우 대부분 50점 이하에 분포되어 있음을 확인할 수 있다.

www.kci.go.kr

〈표 6〉 사업주체 규모별 상대적 효율성 값

구분	사업단						사업팀					
	CCR모형		BCC모형		FDH모형		CCR모형		BCC모형		FDH모형	
	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)
100점	1	0.8	6	4.7	26	20.3	31	22.6	46	33.6	100	73.0
90점대	0	0.0	0	0.0	1	0.8	6	4.4	14	10.2	6	4.4
80점대	0	0.0	1	0.8	1	0.8	11	8.0	15	10.9	11	8.0
70점대	1	0.8	0	0.0	3	2.3	11	8.0	25	18.2	5	3.6
60점대	0	0.0	1	0.8	2	1.6	17	12.4	16	11.7	13	9.5
50점대	1	0.8	3	2.3	2	1.6	22	16.1	15	10.9	2	1.5
40점대	4	3.1	2	1.6	15	11.7	15	10.9	6	4.4	0	0
30점대	11	8.6	14	10.9	14	10.9	16	11.7	0	0	0	0
20점대	21	16.4	34	26.6	30	23.4	5	3.6	0	0	0	0
10점대	46	35.9	48	37.5	27	21.1	3	2.2	0	0	0	0
10점 미만	43	33.6	19	14.8	7	5.5	0	0.0	0	0	0	0
평균	0.17		0.29		0.44		0.67		0.81		0.93	
합계	128	100	128	100	128	100	137	100	137	100	137	100



[그림 2] 규모별 상대적 효율성 분포도

www.kci.go.kr

3) 효율적 사업단(팀)의 특징

DEA분석에 활용한 방법론인 CCR모형, BCC모형 그리고 FDH 모형에서 모두 100점대 효율성 점수를 나타낸 사업단(팀)은 모두 29개였다. 이 중 사업단의 경우, 개별 모형에서는 여러 개의 100점대 사업단이 있었지만 3개 모형 모두에서 100점을 기록한 사업단 1개에 불과하였고, 사업팀은 28개로 대부분 사업팀에 집중되어 있다. 대학소재지에 따른 효율적 사업단(팀)의 분포는 수도권 중심의 전국단위가 16개, 지역소재 대학으로 구성되는 지역단위가 13개로 큰 차이가 없었으며, 연구대상 전체 총 265개(전국 149개, 지역 116개) 기준으로 비교해도 각각 11% 정도가 3가지 모형 모두에서 효율적 사업단(팀)으로 나타났다. 학문분야에 따른 효율적 사업단(팀)의 분포는 응용과학 분야가 20개 사업팀으로 전체 29개 사업단(팀) 중 69%를 차지하였고, 기초과학 분야는 9개 사업단(팀)으로 31%를 차지하였다. 전체 29개 사업단(팀) 중 유일하게 사업단은 1개가 3개 모형 전체에서 효율적 사업단으로 나타났는데, 해당 사업단은 기초과학 물리학 분야 사업단이었다.

효율적 사업단(팀)의 투입변인 현황은 〈표 7〉과 같다. 물적자원에 해당되는 국고지원금의 경우 평균 약 2억의 재원이 투입되고 있는 것으로 나타났는데, 연구대상 265개 사업단(팀)의 평균이 6억과 비교하여 낮은 재정투자 규모를 확인할 수 있다. 이는 효율적 사업단의 대부분이 학과 내 일부 교수와 대학원생으로 구성되는 소규모 사업팀에 해당되기 때문으로 볼 수 있다. 인적자원에 해당되는 참여교수 수, 신진연구인력 수, 참여대학원생 수의 경우 효율적 사업단(팀)의 평균이 참여교수 수는 4명, 신진연구인력 수는 1명, 참여대학원생 수는 24명 수준으로 나타났다. 이 역시 효율적인 사업수행 주체 대부분이 소규모 사업팀이기 때문으로 볼 수 있으나, 참여교수 수와 참여대학원생 수는 뒤에서 나오는 로짓모형 분석결과에서 효율성에 유의미한 영향을 주는 변인으로 확인됨에 따라, 사업팀들의 경우 해당 규모를 고려할 필요가 있을 것이다.

〈표 7〉 효율적 사업단(팀) 투입변인 현황

구분	지원금(억원)	참여교수 수(명)	신진연구인력 수(명)	참여대학원생 수(명)
전국단위(16개)	2.11	3.95	1.17	29.58
기초과학(5개)	2.29	3.4	1.2	28.92
응용과학(11개)	2.02	4.2	1.16	29.89
지역단위(13개)	1.75	4.6	1.66	19.04
기초과학(4개)	2.56	6.45	2.05	27.7
응용과학(9개)	1.38	3.77	1.48	15.2
전체 (29개)	1.95	4.24	1.39	24.86

효율적 사업단(팀)의 산출변인 현황은 〈표 8〉과 같다. 1인당 논문 수의 경우 참여교수 8.87편, 신진연구인력 3.07편, 참여대학원생 0.75편으로 전체 265개 사업단(팀) 평균(교수 5.33, 신진연구인력 1.76, 참여대학원생 0.4편)보다 상회하는 것으로 나타났다. 논문의 질적 우수성을 의미하는 IF 역시 참여교수 28.02, 신진연구인력 10.16, 참여대학원생 2.41로 전체 평균(교수 17.18, 신진연구인력 5.65,

www.kci.go.kr

참여대학원생 1.48)보다 높은 것으로 나타났다. 참여대학원생 국제학술대회 발표논문 실적과 교수 1인당 특허건수 역시 효율적 사업단(팀)이 전체 평균보다 상회하는 것으로 분석되었다.

<표 8> 효율적 사업단(팀) 산출변인 현황

구분	1인당 논문 수_참여교수	1인당 논문 수_신진연구인력	1인당 논문 수_참여대학원생	대학원생 1인당 학술대회 논문 수
전국	8.41	2.25	0.72	1.7
기초과학	7.64	2.44	0.48	1.6
응용과학	8.76	2.16	0.83	1.74
지역	9.44	4.09	0.8	2.07
기초과학	9.4	7.15	0.75	2.85
응용과학	9.46	2.73	0.82	1.73
전체	8.87	3.07	0.75	1.86
구분	1인당 논문 IF_참여교수	1인당 논문 IF_신진연구인력	1인당 논문 IF_참여대학원생	1인당 특허_교수
전국	28.27	6.95	2.55	2.8
기초과학	30.44	12.44	2.28	1.88
응용과학	27.29	4.45	2.67	3.21
지역	27.72	14.12	2.24	1.27
기초과학	29.25	28.45	1.8	1.1
응용과학	27.04	7.75	2.44	1.35
전체	28.02	10.16	2.41	2.11

3. 로짓모형 분석 결과

자료포락분석 결과 도출된 사업단(팀)별 효율성 점수를 이산형 종속변인으로 설정한 투입변인의 영향력을 로짓모형으로 분석해 보았다. 로짓모형 분석에 활용한 종속변인인 효율성 값은 100점대 사업단(팀)의 표본 수를 고려하여 BCC모형을 적용해 나온 순수 효율성 점수에 대한 로짓모형을 분석하였다. 본 연구에서는 DEA모형 중 BK21사업의 잠재적 효과성 증대를 위해 산출을 고정했을 때 투입자원의 조정이 가능한 영역을 탐색하기 위해 투입중심 접근법을 취했다. 따라서 분석대상을 투입요소로 한정하고 분석을 실시하였으며, 분석결과는 <표 9>와 같다.

분석결과를 보면, 사업의 기본 신청 단위인 사업단, 사업팀 여부 그리고 전국단위, 지역단위는 효율성 점수에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 투입요인 구성요소별로 살펴보면, 투입요인에 해당되는 국고지원금과 인적자원 요소(참여교수, 신진연구인력, 참여대학원생) 중 국고지원금은 사업단(팀)의 효율성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 인적자원 요소 중에는 참여교수 수와 참여대학원생 수가 효율성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

www.kci.go.kr

〈표 9〉 로짓모형 분석결과

구분	Odds Ratio	Std. Err.	z	P〉z	95% Conf. Interval	
group(단/팀)	5.682	6.827	1.450	0.148	0.539	59.875
region(전국/지역)	0.997	0.383	-0.010	0.993	0.469	2.118
국고지원금	0.781	0.121	-1.600	0.111	0.577	1.058
참여교수 수	0.639	0.089	-3.230	0.001	0.487	0.838
신진연구인력 수	1.045	0.180	0.260	0.798	0.745	1.466
참여대학원생 수	1.025	0.011	2.280	0.023	1.003	1.046
Constant	3.161	1.985	1.830	0.067	0.923	10.822

다음으로 로짓모형 분석결과를 백분율로 변환시켜 계산한 값을 제시하면 〈표 10〉과 같다. 분석결과를 보면, 참여교수 수의 조정으로 효율성 점수 100점에 도달하는데 1인당 36%를 높일 수 있는 것으로 나타났다. 즉 참여교수 1명을 줄일 경우 효율성 점수가 36점 향상될 수 있음을 의미한다. 아울러, 참여대학원생의 경우는 1명의 늘릴 경우 약 2.5%의 효율성을 높일 수 있는 것으로 나타났다. 결과적으로, 투입요소들 중 참여교수 수와 참여대학원생 수를 적정 수준으로 조정한다면 사업단(팀)의 효율성을 제고할 수 있다고 해석할 수 있다.

〈표 10〉 로짓모형 분석결과 백분율 변환결과

구분	b	z	P〉z	%	%StdX	SDofX
group(단/팀)	1.737	1.446	0.148	468.200	138.600	0.501
region(전국/지역)	-0.003	-0.008	0.993	-0.300	-0.200	0.497
국고지원금	-0.247	-1.595	0.111	-21.900	-79.000	6.315
참여교수 수	-0.448	-3.234	0.001	-36.100	-99.600	12.529
신진연구인력 수	0.044	0.255	0.798	4.500	21.700	4.452
참여대학원생 수	0.024	2.277	0.023	2.500	1073.100	101.611

V. 결론 및 제언

본격적인 무경계위험사회, 지식중심사회, 4차 산업혁명 시대 등 변혁적인 환경변화 시기에 보다 효과적으로 대응하기 위해서 각 대학 고등교육담당 기관 및 대학원 조직은 국가의 전략적 성장을 위하여 창의적이고 문제해결 능력이 우수한 고급 연구 인력을 양성해야 하는 역할을 가지고 있다. 특히, 미래 지향적 관점에서, 대학은 연구 참여자들의 연구역량을 획기적으로 제고시켜 나가기 위한 다양한 방식의 고등교육 혁신전략들을 고안해 나가야 할 것이다. 예를 들면, 새로운 고급지식의 창출과 확산을 위해서는, 각 학문별 핵심역량 중심의 교육 실시, 교육과 연구가 직접적으로 연계될 수 있는 융복합형, 창

www.kci.go.kr

의형 학습환경 마련, 대학 내 에듀테크 혁신과 맞춤형, 인공지능형 학습 플랫폼의 공유와 확대, 대학 간 자원공유와 협업 강화 등의 노력이 수반되어야 할 것으로 예측된다. 이를 달성하기 위한 중심에 연구중심대학이 있으며, 연구중심대학은 다양한 분야의 지식창조와 전파에 주력하는 동시에 석사, 박사급 고급인력을 양성해내며 높은 수준의 연구 환경을 구축·제공하는 데 있다. 선진국에서는 이미 이러한 연구중심대학 개념을 초월하는 '슈퍼 연구중심대학[3](Baker, 2014)'육성에 힘쓰고 있다.

BK21사업은 세계수준의 연구중심대학을 육성하여 고급 연구인력을 양성하기 위한 국가정책적 차원의 모색이며, IMF로 맞닥뜨렸던 생산경제의 한계를 극복하고 지식경제로의 이양을 완성하려는 국가 성장전략이다(Altbath & Balan, 2007). 이러한 거시적인 교육·연구 철학과 세부 전략 및 목표들을 바탕으로 각 대학 내 학문단위별 개별사업단(팀)을 구성하여 사업을 추진하고 성과관리를 하고 있다. 그러나 그간 1단계, 2단계를 거쳐 3단계 BK21 플러스사업에 이르기까지 성과관리 방식은 논문 편수 등 계량지표 중심의 단기평가체계형 성과관리가 되어왔다. 따라서, 그동안 대부분의 BK21사업의 성과분석 관련 선행연구들은 이러한 단기형, 계량중심형 성과관리체계에 기반하여 사업 수혜 전·후의 논문 수 변화 등 양적 연구실적 추이 비교에 연구적 초점이 맞추어져 왔다.

본 연구는 그간 BK21사업에 관한 선행연구들과의 차별성 확보와 지금까지의 성과관리 프로세스에서 측정, 진단, 발견되고 있는 제도적, 정책적 한계를 극복하고 실증적 근거와 제언들을 마련하고자 BK21사업 수혜 사업단(팀)의 물적 자원에 해당되는 국고지원금, 인적자원에 해당되는 참여교수, 신진연구인력, 참여대학원생 수를 투입요소로 두고 사업에서 주요 성과지표로 조작화, 변수화, 모형화 하고 있는 논문 수 등 연구실적 지표들을 산출요소로 하여 사업단(팀)의 상대적 효율성을 자료포락기법과 로짓모형을 활용하여 분석하였다.

기술통계 분석결과, 사업추진 규모로 대별되는 사업단과 사업팀의 국고지원금은 사업단은 평균 10억, 사업팀은 평균 2억 정도가 지원되는 것으로 나타났는데, 사업팀은 2~3억 범위 내로 사업팀 간 편차가 크지 않으나 사업단의 경우는 최소 1.5억에서 최대 40억 규모로 편차가 아주 큰 것으로 나타났다. 이는 BK21사업에서 사업비의 규모가 참여대학원생을 모수로 산정된다는 측면에서 동일한 과학기술분야 내라고 하더라도 학과 내 참여대학원생들의 규모에 차이가 있다는 점을 알 수 있다. 인적자원에 해당되는 참여교수와 참여대학원생의 수도 마찬가지로 사업단이 사업팀보다 편차가 큰 것으로 나타났다. BK21사업에서 소규모 추진단위로 설계된 사업팀의 경우, 학과 내 연구 실적이 뛰어난 교수들과 해당 지도학생들로 사업팀을 구성하는 반면에 사업단의 경우 기본적으로 학과 내의 70~80% 이상의 교수들이 지도학생들과 사업단을 구성한다는 측면에서 동일 학문 분야 내라고 하더라도 학과의 규모에 따라 편차가 크다는 것을 알 수 있다.

자료포락분석의 결과는 크게 두 가지의 시사점을 제공하는데, 첫째는 분야별로 개별 사업단(팀)의 효율성 점수를 산출해주며, 둘째는 개별 사업단(팀)이 비효율적인 것으로 나타나는 경우 이에 대한 개선사항과 목표치에 대한 지침을 제공해준다. 전체를 대상으로 한 효율성 점수 분석결과에서는 전반적인 효율성 값을 산출하는 CCR모형에서는 43점대를, 순수한 기술적 효율성 값을 산출한 BCC모형에서

3) Super Research University(Baker, 2014) : 슈퍼 연구중심대학은 자연과학, 공학은 물론 인문학, 사회과학, 예술 등의 전 학문분야에 걸쳐 혁신적인 과학 연구를 통해 최고급의 인재를 양성하는 고등교육기관을 의미함

www.kci.go.kr

는 54점대를 그리고 FDH모형에서는 76점대의 효율성 값이 나타났다. CCR모형 대비 BCC모형의 효율성 값이 높다는 것은 사업단(팀)들은 투입요소의 규모 조정을 통해 효율성을 높일 수 있다고 해석할 수 있다. 즉 사업단(팀)들은 물적 및 인적자원의 투입규모를 효율성이 높은 사업단(팀)의 규모를 고려하여 적정수준에서 조정한다면 효율성을 높일 수 있다는 시사점을 제공한다. 다만, 사업단(팀)들은 투입요소에 의한 효율성 제고뿐만 아니라 다양한 관리적 요소인 조직운영, 제도적 지원, 전략적 거버넌스 체제 구축 등에 대한 효율성 제고를 위해서도 노력해야 할 것이다.

사업단과 사업팀의 효율성 값을 구분하여 비교한 결과, 100점대의 효율성을 나타내는 사업단은 CCR모형에서는 1개(0.8%), BCC모형에서는 6개(4.7%), FDH모형에서는 26개(20.3%)로 나타났으며, 3개 모형의 효율성 값 평균은 29점 정도로 나타났다. 반면에 사업팀의 경우에는 CCR모형에서 31개(22.6%), BCC모형에서는 46개(33.6%), FDH모형에서는 100개(73%)로 나타났으며, 3개 모형의 효율성 값 평균은 81점으로 사업단보다 52점이 높게 나타났다. 결과적으로 대규모 사업단보다 소규모 사업팀이 더 효율성이 높은 것으로 나타났다. 이 결과는 2단계 BK21사업에서 자료포락분석을 통해 효율성을 비교한 이덕로 등(2009) 연구와도 유사하게 나타났다. 해당 연구에서는 학문분야별, 사업 추진 단위별로 CCR모형으로 효율성 값을 산출하였는데, 대형 사업단보다 소형 핵심 사업팀의 효율성이 더 높은 것으로 나타났다.

자료포락분석 결과에 대한 투입요소별 영향력을 살펴보기 위하여 로짓모형 분석을 실시한 결과, 사업의 신청단위에 해당되는 사업단, 사업팀 그리고 전국단위, 지역단위는 효율성 차이에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 투입요소별로는 물적 자원에 해당되는 국고지원금은 사업단(팀)의 효율성에 통계적으로 유의한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났으며, 투입지표 중 참여교수 수와 참여대학원생 수만이 효율성에 통계적으로 유의한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 구체적으로는 참여교수 수는 효율성에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 로짓모형 분석결과를 백분율로 환산했을 때 참여교수 1명을 감소시킬 경우, 효율성 점수 100점에 도달하는데 36%의 효율성 제고를 기대할 수 있는 것으로 분석되었다. 따라서 대규모 사업단들의 경우 효율적 사업단들의 참여교수 규모를 고려하여 적정 수준의 조정이 필요하다고 볼 수 있다. 참여대학원생 수의 경우는 효율성에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 참여대학원생 수 1명을 증가시킬 때 약 2.5%의 효율성 상승을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

본 연구 분석결과를 종합, 요약해 보면 다음과 같다. 첫째, 대규모 사업단보다는 사업팀이 효율성이 높은 것으로 나타났으며, 물적 자원과 인적 자원으로 구성되는 다양한 투입요소들 가운데 참여교수와 참여대학원생 수가 사업단(팀)의 효율성을 결정하는데 중요한 요소임을 확인할 수 있었다. 따라서 정책결정자들은 일률적인 비율로 사업단이나 사업팀을 구성하여 신청하는 현재 방식보다는 그 간 누적된 BK21사업의 지원 및 창출 성과들을 기반으로 학문분야별, 규모별 효율성 분석 및 효율성 평가체계와 지표 설정작업을 다각도로 추진할 필요가 있다. 이를 통해 신청유형, 학문분야별 적정 사업단(팀) 구성 규모와 비율을 전략적, 체계적으로 설계해 나간다면 현재보다 더 나은 성과창출을 기대할 수 있을 것이며, 제도적, 경제학적 관점에서 국고투입의 효율성과 적정성 수준도 제고할 수 있을 것으로 보인다. 다만, 이러한 '효율성' 평가, 효율성 지표 재검증 및 재설정 작업과는 별개로 중장기적 지속가능성과 대내

www.kci.go.kr

외 사업 이해관계자들의 수용성 제고 등을 위해서 BK 21사업의 '효과성'검증과 분석 작업들이 보다 거시적이고 구조적인 차원에서 병행, 점검, 환류해 나가야 할 것으로 보인다.

둘째, 이러한 결과를 통하여, 정책결정자와 정책수행자들은 투입요소 규모별 그리고 사업단(팀)의 특성별로 평가정보를 지속적으로 환류해줄 수 있는 양적, 질적 성과관리 방식이 필요하다는 점을 확인할 수 있었다. 즉 평가결과에 대한 세부규모별, 학문분야별, 투입/산출 요소별 정보 등을 제공·환류할 수 있는 시스템의 운영도 필요할 것으로 보이며, 사업단 맞춤형 평가 컨설팅 및 정보공유 멘토링 제도 등을 통해 성과관리평가 체계의 완결성과 수용성을 높여 나가야 할 것으로 보인다. 이를 통해 유사한 특성과 규모를 가지는 사업단(팀)들은 동일한 학문분야 내에서 가장 효율적인 투입규모 결정함으로써 산출성과를 극대화할 수 있는 방향 설정에 필요한 자료를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

끝으로, 본 연구는 실증분석 결과를 바탕으로 시사점을 도출하였으나, 기본적으로 자료포락분석은 질적 분석과 함께 상호보완적으로 진행될 때 의미가 더 크다고 하겠다. 따라서 본 연구에서 도출된 결과들에 대한 원인 파악과 해석을 위해 실제 사업을 수행하는 사업단(팀)의 관계자들과 심층집단 인터뷰(Focus Group Interview)와 델파이 및 스토리텔링 분석 등을 추가적으로 실시하여 보다 심층적이고 세부적 의견들을 수집하고 이를 통해 논리적, 맥락적 타당성과 신뢰성을 강화한다면 연구적, 정책적 수용도 높은 의미 있는 연구가 될 것으로 보인다.

www.kci.go.kr

참고문헌

김병주. (2001). 교육재정 배분모형. 한국교육재정경제학회(편). 교육재정경제학 백과사전, 430-448. 서울: 하우동설.

김병주. (2006). BK21사업 재정지원의 상대적 효율성 분석. 교육재정경제연구, 15(2), 221-245.

김병주. (2007). BK21사업 재정지원 정책의 정치학. 한국교육정치학회, 14(1), 29-50.

김병주. (2017). 미래 사회에 대비한 고등교육재정 혁신 방향과 과제. 제69차 한국교육재정경제학회 연차 학술대회 자료집(pp.75-114). 한국교육재정경제학회.

김병주, 나민주, 조규락. (2005a). 제1단계 BK21사업의 종합평가･분석연구. 한국학술진흥재단.

김병주, 이영. (2005b). 1단계 BK21사업의 종합평가 분석. 한국학술진흥재단.

김훈호. (2014). 대학재정지원 정책과 대학의 재정구조 분석, 서울대학교 박사학위논문.

나민주. (2009). 대학재정 배분의 쟁점과 방향. 교육재정경제연구, 18(3), 123-154.

박경호. (2007). BK21과 누리사업의 성과평가 연구. 연세대학교 박사학위논문.

박기범. (2009). 이공계 박사인력 수급 환경의 변화. STEPI Insight, (18), 1-20.

박만희. (2008). DEA 효율성 및 Malmquist 생산성 분석시스템 개발. 생산성논집, 22(2), 241-265.

박형준, 김동현, 박형근, 임주영, 박범준, 최지원. (2013). 포뮬러 방식을 통한 대학재정지원 예산배분의 문제점과 개선방안 연구. 국회예산정책처.

반상진. (2008). 고등교육경제학. 경기: 집문당.

배태영, 이재호. (2006). 조직구조와 기능업무체계에 영향을 미치는 변인 연구. 한국조직학회보, 3(2), 57-81

백일우. (2007). 교육경제학 (제2판). 서울: 학지사.

백일우, 박경호. (2007a). 1단계 BK21 사업의 성과분석에 관한 연구. 교육재정경제연구, 16(1), 81-102.

백일우, 박경호. (2007b). 1단계 BK21 사업이 대학의 연구성과에 미치는 영향에 대한 연구. 교육행정학연구, 25(4), 435-453.

소병희. (2004). 공공부문의 경제학. 서울: 박영사.

손소영, 주용규. (2004). 분류모형과 DEA를 이용한 두뇌한구(BK)21 사업단 효율성 분석. 대한산업공학회, 17(3), 249-260.

송기창. (2008). 국가 교육재원 배분과정의 효율화 방안. 교육재정경제연구, 17(1), 179-205.

송선영. (2006). 고등교육 재정개혁의 국제동향 연구. 교육발전연구, 22(2), 5-22.

안유정, 이만형. (2015). 자료포락분석(DEA) 기법에 기초한 노후산업단지의 효율성 지수 비교분석. 한국지역개발학회지, 27(2), 219-242.

윤정일. (2001a). 고등교육재정. 한국교육재정경제학회(편), 교육재정경제학 백과사전 (pp. 20-32). 서울: 하우동설.

윤정일. (2001b). 대학재정 지원방식 개선:포뮬러 펀딩에 의한 사립대 운영비 지원을 중심으로. 교육재정경제연구, 10(2), 109-136.

www.kci.go.kr

이덕로, 김소영, 차성현. (2007). 2단계 BK21 사업단의 상대적 효율성 평가와 투입 산출요소별 영향력 분석. 교육학 연구, 47(2), 105-134.

이윤, 안영효. (2011). DEA와 Malmquist 생산성지수를 이용한 한국의 주요 국가산업단지 운영 효율성 분석. 한국지역개발학회지, 23(5), 95-117.

이정동, 오동현. (2012). 효율성 분석이론. 서울: 지필미디어.

이정열. (2012). BK21사업 효율성 분석. 교육재정경제연구, 21(1), 125-160.

이준구. (2011). 재정학 (제4판). 서울: 다산출판사.

이찬, 박한규, 류현주, 여수경. (2012). 중소기업 교육훈련 프로그램 전이측정도구개발 및 평가. 농업교육과 인적자원개발, 44(1), 161-184.

임후남, 권기석, 엄준용, 이정미. (2012). 고등교육 재정지원 현황분석 연구. 수탁연구 CR2012-03-2. 한국교육개발원.

홍미영. (2019). HRD 정책으로서 BK21의 종단적 성과평가 방향 제안 : 미국 STEM 정책과의 비교를 중심으로. 교육행정학연구, 37(5), 1-33.

허정. (2021). 대학원 내 학생참여 및 학습성과 영향요인에 관한 연구, 성균관대 박사학위논문

황혜성, 권기호, 문상호. (2008). 광역자치단체의 평생학습정책 효율성 분석: DEA와 Post-DEA의 연계적 활용. 한국행정학보, 42(4), 211-235.

Ansell, B. (2010). *From the ballot to the blackboard: The redistributive political economy of education.* New York: Cambridge University Press.

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. *Management Science, 30*, 1078-1092.

Becker, G. (1994). *Human capital: A theoretical and empirical analysis (3rd Edition).* New York: Columbia University Press.

Boix, C. (1997). Political parties and the supply side of the economy: The provision of physical and human capital in advanced economies, 1960-90. *American Journal of Political Science*, *41*(3), 814-45.

Bowen, H. R. (1977). *Investment in learning. Baltimore*, MD: The Johns Hopkins University Press.

Buchanan, J. (1965). An economic theory of clubs. *Economica*, *32*, 1-14.

Busemeyer, M. (2007). Determinants of public education spending in 21 OECD democracies, 1980-2001. *Journal of European Public Policy*, *14*(4), 582-610.

Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research, 2*(6), 429-444.

Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2004) *Handbook of data envelopment analysis*. Norwell, MA: Kluwer Academic publishers.

www.kci.go.kr

Cullis, J. G., & Jones, P. (2009). *Public finance and public choice (3rd Edition).* Oxford: Oxford University Press.

Deprins, D., Simar, L., & Tulkens, H. (1984). Measuring labor-efficiency in Post Offices, in: M. Marchand, Pestieau, P., Tulkens, H. (eds.), *The performance of public enterprise: Concepts and Measurement,* Amsterdam, Elsevier, 10, 243-267.

Jungblut, J. (2015). Bringing political parties into the picture: A two-dimensional analytical framework for higher education policy. *Higher Education, 69*(8), 67-82.

Kezar, A. J., Chambers, T. C., & Burkhardt, J. C. (2005). *Higher education for the public good: Emergin voices from a national movement.* San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Nyhan, R., & Martin, L. (1999). Comparative performance measurement: A primer on data envelopment analysis. *Public Productivity & Management Review, 22*(3), 348-368.

Rogers, D. C., & Ruchlin, H.S. (1971). *Economics and education; Principles and applications.* New York; The Free Press.

Rosen, H. S., & Gayer, T. (2010). *Public finance (9th Edition).* New York: McGraw-Hill/Irwin.

원 고 접 수 일 : 2021.09.30
1차 수정원고 접수일 : 2021.12.08
게 재 확 정 일 : 2021.12.21

www.kci.go.kr

An Empirical Study on the Analysis of BK 21 Plus Higher Education Project: Employing Data Envelopment Analysis (DEA) Approach

Hur, Jung
National Research Foundation

Park, Sung Min
Sungkyunkwan University

This study attempted to analyze performance focusing on efficiency from an economic point of view on how efficiently the BK21 project was operated. For this study, 265 samples in the field of science and technology, which were continued to be supported from 2013 to 2017, were selected, and the CCR, BCC and FDH models were used by using the main performance indicators of the selection and interim evaluation. As a result of the analysis, the average value of the efficiency of the three models for the entire project group was 55.7 points, and there were 32 (12%) in the CCR model, but 52 (19.6%) in the BCC model were found in the 100-point range. This can be interpreted that the efficiency of the project can be improved if the scale of input factors is properly adjusted. Second, when the efficiency value was analyzed by dividing the large-scale project team and the small-scale project team, it was found that the small-scale project team had high efficiency in all three models. Next, based on the data analysis results, the effect of each input factor was analyzed with a logistic regression. As a result of the analysis, it was found that the number of participating professors and graduate students was analyzed to have a significant effect. This is expected to require a more systematic calculation and application of the participation rate in the BK21 project design, considering the characteristics of the academic field or department.

Keywords : Data Envelopment Analysis (DEA), Efficiency, BK21 PLUS, Logistic Regression

www.kci.go.kr