

해양수산 연구개발 효율성과 영향요인에 관한 연구

류창현 · 천동필[†]
부경대학교(학생) · [†]부경대학교(교수)

A Study on the Efficiency and Influence Factors of Oceans and Fisheries R&D

Chang-Hyeon Ryu · Dongphil CHUN[†]
Pukyong National University(student) · [†]Pukyong National University(professor)

Abstract

This study aims to analyze the efficiency and influence factors of research and development in the oceans and fisheries R&D by using data envelope analysis(DEA). For the study, R&Ds which are Ministry of Oceans and Fisheries exclusively managed between 2017 to 2020 are categorized by oceans and fisheries, and DEA was conducted on a total of 1,686 DMUs. Each research field was divided into three models: R&D stage, institutional type, and participation type. The input variables are research funds and research personnel, and the output variables are papers, patent registration, technology transfers and commercialization. Firstly, the efficiency of oceans and fisheries R&D was analyzed through CCR, BCC, and SE (CCR/BCC) models. After that, statistical significance differences in the efficiency index between models were confirmed through the Kruskal-Wallis test and the Mann-Whitney U test, and post-analysis was conducted. The types that showed inefficiency suggested methods to improve efficiency, and the reasons for the research results were analyzed while presenting the characteristics of each type and preceding studies. In the future, this study will be able to establish related policies such as planning oceans and fisheries R&D tasks, budget allocation, performance evaluation, and improvement of research efficiency or use them as basic data for decision-making processes.

Key words : Oceans and fisheries R&D, DEA, Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney U test

I. 서론

지구 표면의 약 71%를 덮고 있는 바다는 기후 조절자 역할을 하고 다양한 자원이 매장되어 있으며, 해양은 인간이 생활을 영위하는 데 필요한 식량원, 에너지 등을 공급하고 더불어 레저나 문화관광의 공간이 되기도 한다(Martin Visbeck, 2018).

해양을 바라보는 인류의 시각에도 많은 변화가

있었다. 과거에 해양은 수산물을 획득하고 무역의 통로 역할을 했다면 현재는 육상자원 고갈, 지구온난화 대응, 토지 부족 등 인류의 난제를 해결해 줄 수 있는 공간으로 인식되며 세계 각국이 해양개발에 나서고 있다.

한편, 연구개발투자는 새로운 기술을 창출하고 기존 기술의 효율성을 제고하는 성장과 발전을 위한 기초자산이라는 인식하에, 우리나라의 정부 연구개발예산 규모는 꾸준히 증가해 왔다. 2023

[†] Corresponding author : 051-629-5647, performance@pknu.ac.kr

* 이 논문은 2023년 과기정통부의 재원으로 「과학기술정책 전문인력 육성·지원사업」 지원을 받아 수행된 연구임

년 R&D 예산은 2000년 대비 약 6.4배가 증가한 수준으로 이는 OECD 주요국 대비 증가폭이 크며, 2021년 기준 GDP 대비 정부연구개발예산 비중은 1.32%로 전체 OECD 국가중 2위에 해당한다(KISTEP, 2023). 해양수산부 R&D 예산은 지난 10년간 꾸준히 증가하여 2014년 5,527억원에서 2023년 8,824억원으로 약 1.66배 증가하였고, 이는 같은 기간 정부연구개발예산의 17조 7,428억원의 3.11%와 31조 788억원의 2.84% 정도를 차지하는 규모이다.

정부는 선진국 추격을 위해 R&D 시스템을 양적 성장에 치중하였고 이는 연구성과의 질적 도약을 저해하고 있으며, 혁신을 일으키는 데 한계가 있다(MSIP, 2016). 예산과 인력이 충분하다면 정책 목표 달성을 위해 집행할 수 있지만 어떤 정부도 무한한 예산과 자원을 갖고있지 않으므로 한정된 재원으로 어떻게 정책 목표를 효율적으로 달성할 것인가의 문제를 고민할 수밖에 없다(Kim, 2014). 즉 연구개발투자를 효율적으로 성과까지 연결시키려는 노력 역시 중요하다(Rhim et al., 1999).

해양(Ocean)은 화학, 물리학, 생리학 등 다양한 기초과학이 적용될 수 있는 분야이다(Leipper, 1961). 해양과 수산은 복합적으로 상호 연계되어 있으면서(OECD, 2016) 학문적 의미는 차이가 있다. 해양학(Ocean Science)을 바다에서 관찰 또는 분석될 수 있는 해류, 자원, 생태계 등을 중요 연구대상으로 하는 종합적인 기초과학이자 거대과학으로 정의한다면(Park, 2011), 수산학(Fisheries Science)은 어업 및 양식업과 관련된 인간의 활동으로(Royce, 1984), 과학적 탐구를 통해 수산에 대한 지식을 얻는(Guy and Brown, 2007) 다학제간 응용과학이다(Johnson and Stickney, 1995). 정부정책에서도 두 분야의 차이가 있다. 해양정책은 기후변화 대응, 해양쓰레기 저감, 해양생태계 정책고도화에, 수산정책은 어촌소멸 대응, 수산물 수급관리, 양식산업 경쟁력 제고에 집중하고 있는데(MOF, 2021), 해양분야가 해양 전반적인 영

역을 다루고 있다면 수산은 보다 실생활과 밀접해 있다.

해양수산부에서는 해양수산과학기술육성법 제6조에 따라, 매 년 전년도 연구개발 사업에 대한 투자실적과 육성성과를 점검하고 있지만 이는 연구기관 지원사업 등을 포함한 R&D 투자실적, 민간 역량강화 등 분야별 R&D 투자비중, 과학기술 성과, 기술이전 성과 등을 열거하는 것에 그치고 있다. 단순한 통계자료를 취합하는 것만으로는 투입자원인 연구비와 연구인력을 활용하여 얼마나 효율적으로 과제를 수행하였는지 효율성을 분석하는 데는 한계가 있다. 연구분야별로 비효율의 원인을 파악하고 이를 다음단계의 연구과제에 반영하는 과정을 통해 합리적인 사업기획, 예산 배분, 과제평가 등이 필요한 시기라 볼 수 있다.

연구개발사업의 효율성을 측정하고, 이에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위한 연구가 다수 진행되고 있으며, 선행연구를 살펴보면 부처단위(Kim et al., 2009; Hwang, 2018), 세부사업 수준(Byun and Han, 2009; Park et al., 2011) 및 6T 기술단위 수준(Park, 2013; Bae et al., 2016)의 효율성 분석이 수행된 바 있으나, 아직 해양수산분야 R&D의 효율성 연구는 사례가 없다. 따라서, 본 연구는 해양수산 R&D의 효율성을 평가했다는데 큰 의미가 있다. 분석을 위해 해양수산부에서 단독으로 소관한 연구과제를 크게 해양과 수산으로 분류하고, 연구단계, 참여기관 유형, 참여 형태별로 연구 효율성에 미치는 영향을 파악했다.

연구개발을 수행하고 결과로 이어지는데 2-3년의 시차(time lag)가 발생한다는 점을 고려하여 본 연구는 2017년부터 2020년까지 수행된 해양수산 R&D 과제를 대상으로 분석을 진행하였으며, 인프라구축, 기관운영경비 등 비R&D과제는 제외하였다. 분석데이터는 DEA를 적용하였고 투입변수는 연구비와 연구인력, 산출변수는 SCI 논문, 특허등록, 기술이전건수, 사업화건수를 활용하였다. 변수에 따른 효율성 성과 차이를 검증하기 위해 크루스칼-왈리스 검정과 맨-휘트니 검정의

로 비교분석을 실시하였고, 사후검정을 통해 변수간 차이를 확인하였다.

본 연구는 총 4개의 장으로 구성된다. 2장에서는 DEA의 개념과 DEA를 활용한 국가연구개발사업 효율성 분석에 관한 연구를 정리하면서 분석 데이터, 연구모델, 기술 통계량을 제시하였다. 3장에서는 DEA 분석 및 효율성 차이유무 결과를 도출하였고, 마지막 4장에서는 연구의 요약, 연구 결과, 해석, 시사점 및 한계를 제시하였다.

II. 연구 방법

1. 자료포락분석(DEA)의 개념

효율성 측정방법은 모수적 접근방법과 비모수적 접근방법으로 구분할 수 있는데, 비모수적 접근방법으로는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)이 대표적이다(Kim, 2010). DEA는 효율성 분석에 있어 별다른 가정이나 조건이 필요 없고, 투입 및 산출 변수만 적절히 선정하면 효율성 측정에 유용한 도구로 사용할 수 있으며, 각 DMU의 효율성지수를 측정해 주고 비효율적인 DMU가 준거할 가장 효율적인 DMU를 알려 줄 뿐만 아니라, 투입과 산출 중 어느 부문에서 비효율이 있는지 등의 정보를 제공해줌으로써 효율성 관리에 많은 도움을 준다(Kim, 2002).

DEA 모형을 이용한 효율성 분석 기본논리는 Farrell(1957)이 제시한 효율성 경계를 기준으로 분석되는 기술효율성과 배분효율성에서 찾을 수 있다(Lim and Kim, 2000). Farrell은 투입-산출을 규모수익불변 조건의 기업으로 효율성 개념을 설명했다. 이후, Farrell의 상대적 효율성 개념을 Charnes, Cooper and Rhodes(1987)이 다수 투입요소와 다수 산출요소 사이의 비율모형으로 확장하여 비선형계획법으로 CRS를 새롭게 해석하며 제안한 방법이 현재 DEA 모형의 시작이라 볼 수 있다. 이 모형을 CRS 또는 연구자 이름의 첫 글자를 따서 CCR모형이라 부르기도 한다(Kim,

2018). CCR 모형은 규모가 수익불변을 전제로 모형을 도출하기 때문에 순수기술 효율성과 규모의 효율성을 구분할 수 없다는 한계가 존재한다. 이러한 단점을 보완코자 Banker, Charnes and Cooper(1984)는 다수의 투입요소로 다수의 산출요소를 생산하는 의사결정단위(Decision Making Unit, DMU)의 효율성을 기술적 효율성과 규모의 경제를 모두 고려한 규모수익가변(Variable Return to Scale, VRS) 모형을 제시하였는데 이 모형은 VRS 또는 저자 이름을 따 BCC라 불린다(Lee, 2015; Ko, 2017).

BCC 모형은 각 DMU의 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency, PTE)을 측정하게 되고, 규모 효율성(Scale Efficiency, SE)은 CCR 모형에서 얻어지는 기술효율성 값을 BCC 모형에 의한 순수 기술효율성 값으로 나누어주면 구할 수 있다. 만약 규모효율성 값이 1보다 작으면 현재의 투입과 산출 조합이 규모의 효율성을 최대한으로 달성하고 있지 못하고 있음을 뜻한다(Lee and Cho, 2014).

DEA 모형은 산출지향과 투입지향 모형으로 나뉜다. 투입지향 모형은 산출수준을 유지한 상태에서 투입량을 감소시켜 기술효율성을 측정하고, 산출지향 모형은 투입수준은 그대로 유지한 채 산출량을 증가시켜 기술효율성을 측정한다(Ko, 2017).

DEA는 다수의 산출물들을 생산하기 위하여 다수의 투입요소들을 사용하는 단위의 성과를 평가하는 데 적용이 가능할 뿐만 아니라 투입-산출 변환이 알려져있지 않은 경우나 회계 또는 재무 비율이 별로 중요하지 않은 경우에 적용될 수 있으며, 성과평가에 대한 전통적 비율분석 방법과 다른 모수적 방법들에 대해서 많은 장점을 지니고 있다(Thanassoulis et al., 1996). DEA는 다양한 산업 분야에서 보편성을 바탕으로 학문적 영역에서 또한 널리 활용되고 있으며(Chun, 2016), 특히 공공부문의 비효율성을 분석하는 데 매우 유용하다(Yoo, 2004).

2. DEA를 활용한 국가연구개발사업 효율성 연구

DEA 모형으로 R&D 효율성을 분석하는 연구는 활발하게 진행되었으며, 다각도에서 시사점을 도출하고 있다.

Byun and Han(2009)은 2008년 수행된 신성장동력핵심기술개발사업을 대상으로 효율성을 분석하였고, 약 77%의 사업이 비효율적으로 나타나 사업 전반적으로 재원조정이 필요하다고 주장하였다. 분석에는 산출지향 CCR, BCC모형이 활용되었고, 내역사업간 효율성 차이를 분석하기 위해 순위합 검정(rank-sum test)을 시도하였다. Kim et al.(2009)은 교과부의 주요사업 11개에 대한 성과를 산출기반 BCC 모형을 활용하여 분석하였으며, 비효율적인 사업의 효율성 개선방안으로 효율적인 연구사업을 준거집단으로 하여 투입변수 축소 또는 산출변수를 확대할 것을 제안했다. 또한, 연구비가 증가하면 성과도 비례적으로 증가할 것이라는 일반론적인 예상과는 다른 결과에 주목하였다. Park et al.(2011)은 순수 연구개발사업을 대상으로 DEA를 실시하고, 효율성에 영향을 주는 투입배분 특성을 검토했다. 정부 R&D의 효율성을 구하고 투입의 분배특성과 사업 효율성의 상관관계를 분석하였고, 추격형에서 기술주도형으로 전환을 위해서 신영역 개척과 독창성 높은 기초원천 R&D를 늘려야 한다는 결론을 도출하였다. Park(2013)은 미래신기술 6T분야 중, 바이오(BT)와 나노(NT) 분야 효율성 연구를 진행하였다. DEA 분석결과 특허등록 건수가 보완이 필요하다고 하였는데, 이는 대부분의 사업이 논문을 통해 평가가 이루어지므로 연구자들이 논문작성에 집중하기 때문이라고 보았다. Lee and CHO(2014)는 보건의료기술 R&D사업을 대상으로 효율성 분석을 실시하였고, 연구를 3단계로 구성하였다. 1단계는 DEA를 통해 연구유형과 타깃질 환별로 비교하였고, 2단계에서는 타깃질환을 고 효율과 저효율집단으로 분류하고 전략적 포트폴

리오 모형을 구축하였다. 3단계에서는 효율성 영향요인 분석을 위해 Tobit 회귀분석을 진행했다. 분석결과 협동연구 효율성이 더 높고, 매트릭스에 의한 4개 집단별 순서를 매겼다. 또, 영향요인 분석결과 인당연구비가 효율성 증가에 양의 영향을 주는 것으로 나타났다. Lee(2015)는 산출기반 CCR과 BCC모형을 활용하여 국방핵심기술연구개발사업을 분석하였고, 추가적으로 효율적인 DMU가 현재 효율성을 유지하면서 투입 백터를 얼마나 증가시킬 수 있는지를 측정할 수 있는 초효율성분석을 시도하였다. 또한, 분석결과를 절대적인 자료로 활용하기보다는 다른 객관적인 자료와 연계하여 사용한다면 객관성을 높일수 있다고 덧붙였다. Bae et al.(2016)은 분석 시 투입변수로는 연구비, 과제수, 과제당 연구비를 활용하였으며, 산출변수는 과학적 성과, 경제적 성과, 기술적 성과를 각각 투입한 모형으로 부처별 NT 사업의 효율성을 비교하였다. Hwang(2018)은 국토교통부의 R&D를 내역사업과 세부사업 단위로 구분하여 산업혁신체제 측면에서 효율성을 비교하였다. 결과치를 근거로 효율성이 낮은 연구사업의 운영 전략을 재편해야 하며, 최신 키워드와 함께 과제 재편방향을 제안하였다. Woo(2019)는 2010년 수행된 신재생에너지 관련 연구과제를 대상으로 상대적 효율성을 분석하였다. R&D의 전반적인 효율성이 낮았고, 그 원인은 비경제적인 투자규모 때문이라고 결론을 도출하였다. 하지만, 바이오와 풍력과제는 규모수익 체증을 보였으므로 중장기적인 투자가 지속되어야 될 것으로 보았다. Lim(2020)은 효율성 분석이 미흡했던 국방기초개발사업 60개를 대상으로 CCR, BCC분석을 진행하며 순수기술효율성과 규모효율성 관계를 통해 비효율성 원인이 순수기술적 측면인지 또는 규모로 인해 발생했는지를 분석하였다. 연구의 한계로 정태적 효율성 분석 연구만 수행하였지만, 향후 동태적 효율성 분석이 필요하다는 것을 제시하였다.

선행연구를 살펴보면 DEA는 연구개발사업의

효율성 분석 및 성과평가에 널리 활용되고 있으며, 개별 연구사업 뿐만 아니라 다른 분야의 R&D 성과비교에도 적용된다. 또한, 연구 초창기에는 단순한 효율성을 비교하는 수준이었다면, 이후 진행된 연구에서는 DEA 확장모형, 비모수적 검정을 활용한 비효율 원인분석 등 까지 분석 방법이 다양화되고 있다.

DEA를 활용한 연구개발 효율성 평가는 다수 진행되었지만, 몇 가지 한계점이 존재한다. 첫째, 에너지, 보건의료 등 여러 연구분야와 국방부, 과학기술정보통신부(舊 교육과학기술부) 등 정부부처의 연구사업에 대한 효율성 연구가 진행된 바 있으나 해양수산분야에서 R&D 효율성 연구가 진행 적이 없다. 둘째, 연구개발사업은 유형에 따라 연구단계, 참여기관 유형, 참여형태 등으로 구분이 가능하나 기존 연구는 부분적으로 DEA를 수행했을 뿐 종합적인 관점에서 효율성분석 및 비효율 원인을 제시한 연구가 부족했다.

기존 선행연구의 한계점을 보완코자 해양수산부가 단독으로 주관한 연구사업을 해양과 수산분야로 나누어 전반적인 효율성을 분석하고, 개선 방안을 모색한다. 향후 본 연구를 참고하여 새로운 연구사업 기획이나 예산배분, 평가 등 업무에 참고가 가능할 것이다. 또한, 연구단계 및 참여기관 유형 등의 효율성 비교를 통해 분류별 성격, 성과특성, 개선방안 등을 제안한다.

3. 분석데이터

본 연구는 해양과 수산분야 R&D 과제와 분류별 효율성을 측정하기 위해 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 원 데이터를 수집하였고, 해양수산부가 단독으로 출연한 국가연구개발사업 중 해양과 수산 분야의 세부과제를 한 단위인 DMU로 선정하였으며, 2017년부터 2020년까지 수행된 과제를 조사하였다. 연구개발투자에 따른

<Table 1> Preceding Study on National R&D Efficiency Using DEA

Researcher	Subject of Analysis	Input Variable	Output Variable
Byun and Han(2009)	·195 R&D projects in IT industry	Fund, Personnel	Paper, Patent, Royalty, etc.
Kim et al.(2009)	·11 major R&D projects of the Ministry of Education, Science and Technology	Fund, Personnel	Paper, Technology diffusion
Park et al.(2011)	·121 government R&D projects	Fund	Paper, Patent
Park(2013)	·1,394 BT and NT R&D projects	Fund, Personnel	Paper, IF, Patent, etc.
Lee and CHO(2014)	·316 R&D projects of the national health technology	Fund, Personnel, Period	Paper, Patent, IF
Lee(2015)	·143 defense R&D project	Fund, Personnel, Period	Paper, Patent, Practical use
Bae et al.(2016)	·NT R&D projects of nine nano-related ministries	Fund, Personnel, Number of projects	Paper, Patent, Royalty, etc.
Hwang(2018)	·23 national projects and 88 detailed projects	Fund, Personnel	Paper, Patent, Royalty, etc.
Woo(2019)	·33 wind power and bio R&D projects	Government fund, Private fund	Paper, Patent, Creation of Employment
Lim(2020)	·60 defense basic R&D projects	Fund, Personnel, Period	Paper, Patent

각종 성과는 여러 가지 형태의 시차를 거쳐 당해 연도의 성과로 나타나며(Park et al., 2016), 연구 개발 산출에 대한 채택되는 일반적인 시차 길이는 없지만(Wang and Huang, 2007), 국가연구개발 사업은 과제 개시부터 사업화까지 기초연구는 5년, 개발·응용연구는 3년을 회임기간으로 권고한다(Yang, 2010; KISTEP, 2014)는 점을 고려한 것이다. 해당 기간 수행된 과제 중, 해양수산과학기술분류체계에 따라 해양과 수산으로 구분 가능한 1,882개 과제에서 연구단계(기초·개발·응용), 참여기관 유형(산·학·연), 참여형태(주관·협동)으로 분류가 가능한 과제인 1,686개 과제를 최종 DMU로 선정하였으며, 표본선정 데이터는 <Table 2>에서 확인할 수 있다.

<Table 2> Sample selection for DEA

Selection Criteria	Oceans	Fisheries	Total
Oceans and Fisheries R&D(2017-2020)	1,007	875	1,882
Exclude 'Other' in R&D stage	67	55	122
Exclude 'Other' in institutional type	74		74
Total	866	820	1,686

DEA 모형에 포함되는 투입변수와 산출변수를 어떻게 정의하는지에 따라 그 결과가 달라질 가능성이 있으므로 정확한 효율성 평가를 위해서는 적합한 투입·산출변수의 선정이 중요하다(Epstein and Henderson, 1989). 아직 해양수산 R&D 사업을 대상으로 한 DEA 분석은 수행된 바 없지만, 선행연구를 참고하여 DEA 분석에 활용할 투입변수와 산출변수를 도출하였는데, 투입요소로는 연구비, 연구인력을, 산출변수는 논문, 특허, 기술이전, 사업화 실적을 사용하였다. <Table 3>은 각 변수별 정보, <Table 4>는 기술통계량을 보여준다.

<Table 3> Input and output variable information used in DEA

Type	Variable	Unit	Description
Input	Fund	1,000	·Government funds to R&D projects (Excluding in kind)
	Personnel	1	·Number of researchers participating in the R&D project
	Paper	1	·Number of SCI level published papers
Output	Patent	1	·Number of patents registered internal and external
	Technology Transfer	1	·Number of technology transfers concluded under the technology transfer agreement
	Commercialization	1	·The number of productions or sales made using the transferred technology

<Table 4> Input and output variable information used in DEA

Field	Variable	Min.	Max.	Ave.	S.D.
Oceans	CCR	0.0192	1.0000	0.17308	0.17502
	BCC	0.1861	1.0000	0.51628	0.17124
	CCR/BCC	0.0571	1.0000	0.29638	0.17155
	Fund	5,000	16,114,226	411,841	974
	Personnel	1	83	13.04	11.11
	Paper	1	84	1.62	3.24
	Patent	1	14	1.29	0.91
	Technology Transfer	1	9	1.02	0.33
	Commercialization	1	16	1.04	0.54
	Fisheries	CCR	0.0106	1.0000	0.20745
BCC		0.1648	1.0000	0.43202	0.20266
CCR/BCC		0.0643	1.0000	0.43825	0.17235
Fund		3,000	7,752,675	293,487	572
Personnel		1	94	11.74	10.3
Paper		1	34	1.71	2.07
Patent		1	14	1.3	0.92
Technology Transfer		1	9	1.07	0.52
Commercialization		1	21	1.11	1.08

본 연구에서는 투입변수와 산출변수의 상관관계를 확인코자 피어슨 상관관계수 분석을 실시하였으며, 그 결과는 <Table 5>, <Table 6>과 같다. 해양분야에서는 투입변수인 연구비와 연구인력은 산출변수와 양의 상관관계를 보이고, 특히 연구비는 모든 산출변수와 상관관계가 매우 높은 것으로 나타났으며, 유의하지는 않지만 논문과 사업화성과는 음의 상관관계를 보였다. 수산분야에서는 투입변수는 산출변수와 양의 상관관계를 보였으며, 연구인력은 모든 산출변수와 유의한 수준에서 상관관계가 높은 것으로 확인되었다. 해양분야와 마찬가지로 논문과 사업화성과는 유의하지 않은 수준에서 음의 상관관계를 보였다.

<Table 5> Correlation Analysis of Input and Output Variables (Ocean R&D)

	Fund	Per.	Pap.	Pat.	T.T.	Com.
Fund	1					
Per.	.337***	1				
Pap.	.139***	.281***	1			
Pat.	.097**	.190***	0.054	1		
T.T.	.082*	0.057	0.037	.190***	1	
Com.	.097**	0.027	-0.005	.158***	0.001	1

Note : * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

<Table 6> Correlation Analysis of Input and Output Variables (Fishery R&D)

	Fund	Per.	Pap.	Pat.	T.T.	Com.
Fund	1					
Per.	.478***	1				
Pap.	.288***	.365***	1			
Pat.	.301***	.256***	.184***	1		
T.T.	0.062	.219***	.100**	.298***	1	
Com.	0.041	.149***	-0.018	0.000	.612***	1

Note : * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

III. 연구 결과

해양과 수산분야 국가연구개발사업의 효율성 분석 및 특성별 성과차이를 살펴보기 위해 NTIS의 원데이터를 활용하여 해양 866개, 수산 820개 과제를 대상으로 산출지향 CCR과 BCC DEA 모형을 적용하였다. 이는 연구수행기관 입장에서는 연구비와 가용 연구인력이 어느정도 주어진 상태에서 연구성과를 확대하는 임무가 주어진다라는 점을 반영한 것이다.

연구단계에 따른 DEA 결과는 해양분야에서는 CCR과 BCC모형에서 각각 개발단계와 응용단계의 성과가 가장 우수했고, 기초단계 연구가 두 모형에서 가장 저조한 것으로 나타났으며, 규모의 효율성 면에서도 기초단계 연구가 열위에 있었다(<Table 7>).

<Table 7> Efficiency scores of R&D stages given by DEA models

Field	R&D stage	Model	Min.	Max.	Ave.	S.D.
Oceans	Basic (N=177)	CCR	0.0192	1.0000	0.1512	0.1457
		BCC	0.1861	1.0000	0.4878	0.1565
		CCR/BCC	0.0691	1.0000	0.2774	0.1515
	Applied (N=252)	CCR	0.0227	1.0000	0.1655	0.1377
		BCC	0.1959	1.0000	0.5249	0.1477
		CCR/BCC	0.0571	1.0000	0.2907	0.1525
Fisheries	Development (N=437)	CCR	0.0233	1.0000	0.1863	0.2022
		BCC	0.1956	1.0000	0.5228	0.1879
		CCR/BCC	0.0720	1.0000	0.3073	0.1883
	Basic (N=161)	CCR	0.0106	1.0000	0.1441	0.1274
		BCC	0.1648	1.0000	0.3560	0.1761
		CCR/BCC	0.0643	1.0000	0.3770	0.1327
Applied (N=119)	CCR	0.0213	1.0000	0.2198	0.1879	
	BCC	0.1648	1.0000	0.4204	0.1902	
	CCR/BCC	0.1291	1.0000	0.4703	0.1665	
Development (N=540)	CCR	0.0233	1.0000	0.2236	0.1841	
	BCC	0.1732	1.0000	0.4572	0.2071	
	CCR/BCC	0.1085	1.0000	0.4494	0.1799	

수산분야에서는 개발단계 연구성과가 상대적으로 우수하고 기초단계가 효율성이 가장 떨어지는 것으로 나타났다.

연구단계별 유형이 연구성과에 미치는 영향을 확인하기 위하여 크루스칼-왈리스 검정을 수행하였고 그 결과는 <Table 8>과 같다. CCR모형에서는 연구단계가 해양과 수산 모두 연구성과에 영향을 미치는 요인으로 나타났으며, BCC와 규모관점 모형에서는 수산분야에서만 영향을 미치고 해양분야에서는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<Table 8> Kruskal-Wallis test results between R&D stages and efficiency scores

Field	Model	Chi-square	Freedom	P-Value
Oceans	CCR	9.677	2	0.008**
	BCC	3.935	2	0.140
	CCR/BCC	2.397	2	0.302
Fisheries	CCR	45.153	2	0.001***
	BCC	43.759	2	0.001***
	CCR/BCC	27.691	2	0.001***

Note : * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

더욱 상세한 분석을 위하여 유의미한 결과가 나온 부분에 대해 Tamhane의 T2 사후검정을 수행하였다(<Table 9>). 사후분석결과, 해양과 수산 분야에서 모두 유의미한 차이가 발견되었다. 해양에서는 응용단계 연구효율성이 다른 단계보다 우수하게 나타났으며, 특히 기초단계와는 통계적으로 유의미한 수준의 연구효율성 차이가 있었다. 수산분야에서는 CCR과 BCC모형에서 개발단계가 상대적으로 연구효율성이 뛰어난 반면, 기초연구가 비효율적이었는데 이는 다른 연구단계와 유의미한 수준이었다. 또한, 기초연구는 규모 효율성 측면에서도 비효율적이라는 사실을 확인할 수 있었다.

참여기관 유형에 따른 DEA 분석결과는 <Table 10>과 같으며, 전반적으로 해양에서는 대학이, 수

산에서는 산업체의 연구 효율성이 가장 우수하였고, 연구기관은 전 분야에 걸쳐 효율적이지 않은 것으로 나타났다. 연구기관의 비효율성 원인은 해양에서는 규모적 요인, 수산에서는 기술적 요인으로 확인되었다.

<Table 9> Tamhane T2 results between R&D stages and efficiency score

Field	Model	R&D stage(I)	R&D stage(J)	Mean Difference (I-J)	S.D.	P-value
Oceans	CCR	Applied	Basic	-.0349946	0.014807	0.055
		Basic	Development	-.0370468*	0.015002	0.041*
		Basic	Applied	.0370468*	0.015002	0.041*
		Applied	Development	.0020522	0.012938	0.998
		Development	Basic	-.0349946	0.014807	0.055
		Development	Applied	-.0020522	0.012938	0.998
	CCR	Applied	Basic	-.1012628*	0.016492	0.001***
		Basic	Development	-.0644621*	0.022282	0.012*
		Basic	Applied	.0644621*	0.022282	0.012*
		Applied	Development	-.0368007	0.019579	0.174
		Development	Basic	.1012628*	0.016492	0.001***
		Development	Applied	-.0368007	0.019579	0.174
Fisheries	BCC	Applied	Basic	-.0795397*	0.012789	0.001***
		Basic	Development	-.0756901*	0.019938	0.001***
		Basic	Applied	.0756901*	0.019938	0.001***
		Applied	Development	-.0038496	0.018960	0.996
		Development	Basic	.0795397*	0.012789	0.001***
		Development	Applied	-.0038496	0.018960	0.996
	CCR/BCC	Applied	Basic	-.0724007*	0.013013	0.001***
		Basic	Development	-.0932507*	0.018499	0.001***
		Basic	Applied	.0932507*	0.018499	0.001***
		Applied	Development	.0208501	0.017110	0.534
		Development	Basic	.0724007*	0.013013	0.001***
		Development	Applied	-.0208501	0.017110	0.534

Note : * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

이후 크루스칼-왈리스 검정을 통해 참여기관 유형과 R&D 효율성 차이 유무를 확인하였고

<Table 11>에서 그 결과를 확인할 수 있는데, 세부내용을 살펴보면 해양과 수산분야 모두 산학연구구분이 연구효율성에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. <Table 12>은 Tamhane의 T2 사후검정을 시행 결과를 보여준다. 해양에서는 대학의 연구성도가 산업체나 연구기관에 비해 뛰어났고, 연구기관의 효율성이 가장 떨어지는 것으로 나타났다

<Table 10> Efficiency scores of institutional types given by DEA models

Field	Inst. type	Model	Min.	Max.	Ave.	S.D.
Oceans	Industry (N=395)	CCR	0.0238	1.0000	0.1855	0.1960
		BCC	0.1956	1.0000	0.5383	0.1772
	University (N=221)	CCR/BCC	0.0571	1.0000	0.3008	0.1843
		CCR	0.0278	1.0000	0.2014	0.1667
	Institute (N=250)	BCC	0.2362	1.0000	0.5673	0.1507
		CCR/BCC	0.0843	1.0000	0.3255	0.1721
Fisheries	Industry (N=266)	CCR	0.0192	1.0000	0.1284	0.1346
		BCC	0.1861	1.0000	0.4363	0.1503
	University (N=300)	CCR/BCC	0.0691	1.0000	0.2636	0.1431
		CCR	0.0294	1.0000	0.2440	0.1848
	Institute (N=254)	BCC	0.1732	1.0000	0.4554	0.2070
		CCR/BCC	0.1698	1.0000	0.4971	0.1734
Fisheries	University (N=300)	CCR	0.0106	1.0000	0.2143	0.1975
		BCC	0.1648	1.0000	0.4670	0.2100
	Institute (N=254)	CCR/BCC	0.0643	1.0000	0.4104	0.1895
		CCR	0.0185	1.0000	0.1611	0.1289
	Institute (N=254)	BCC	0.1648	1.0000	0.3662	0.1720
		CCR/BCC	0.1112	1.0000	0.4095	0.1298

Note : * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

으며 이는 통계적으로도 유의미한 수준이다. 수산에서는 CCR 모형에서는 대학, BCC 모형에서는 산업체가 가장 효율적으로 R&D를 수행하였다. 수산분야의 연구기관은 해양분야와 마찬가지로 유의한 수준에서 제일 비효율적인 연구활동을 진행한 것으로 나타났다.

<Table 11> Kruskal-Wallis test results between institutional types and efficiency scores

Field	Model	Chi-square	Freedom	P-Value
Oceans	CCR	56.936	2	0.001***
	BCC	109.853	2	0.001***
	CCR/BCC	18.273	2	0.001***
Fisheries	CCR	54.109	2	0.001***
	BCC	44.614	2	0.001***
	CCR/BCC	55.450	2	0.001***

Note : * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

<Table 12> Tamhane T2 results between institutional types and efficiency scores

Field	Model	Inst. type(I)	Inst. type(J)	Mean Difference (I-J)	S.D.	P-value
Oceans	CCR	Univ.	Inds.	-.0289759	0.013502	0.094
			Inds.	.1019968*	0.013034	0.001***
		Univ.	Inds.	.0289759	0.013502	0.094
			Inds.	.1309726*	0.013899	0.001***
		Univ.	Inds.	-.1019968*	0.013034	0.001***
			Inds.	-.1309726*	0.013899	0.001***
	BCC	Univ.	Inds.	-.0158986	0.014934	0.638
			Inds.	.0570565*	0.013027	0.001***
		Univ.	Inds.	.0158986	0.014934	0.638
			Inds.	.0729551*	0.014077	0.001***
		Univ.	Inds.	-.0570565*	0.013027	0.001***
			Inds.	-.0729551*	0.014077	0.001***
Fisheries	CCR/BCC	Univ.	Inds.	-.0247296	0.014833	0.262
			Inds.	.0371391*	0.012955	0.013*
		Univ.	Inds.	.0247296	0.014833	0.262
			Inds.	.0618686*	0.014696	0.001***
		Univ.	Inds.	-.0371391*	0.012955	0.013*
			Inds.	-.0618686*	0.014696	0.001***
	BCC	Univ.	Inds.	-.0115735	0.017553	0.882
			Inds.	.0891600*	0.016659	0.001***
		Univ.	Inds.	.0115735	0.017553	0.882
			Inds.	.1007335*	0.016232	0.001***
		Univ.	Inds.	-.0891600*	0.016659	0.001***
			Inds.	-.1007335*	0.016232	0.001***
BCC	Univ.	Inds.	.0297039	0.016076	0.183	
		Inds.	.0828782*	0.013924	0.001***	
	Univ.	Inds.	-.0297039	0.016076	0.183	
		Inds.	.0531743*	0.013981	0.001***	
	Univ.	Inds.	-.0828782*	0.013924	0.001***	
		Inds.	-.0531743*	0.013981	0.001***	
BCC	Univ.	Inds.	.0867530*	0.015255	0.001***	
		Inds.	.0875875*	0.013392	0.001***	
	Univ.	Inds.	-.0867530*	0.015255	0.001***	
		Inds.	.0008344	0.013636	1.000	
	Univ.	Inds.	-.0875875*	0.013392	0.001***	
		Univ.	-.0008344	0.013636	1.000	

Note : * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

참여형태에 따른 효율성 분석결과는 <Table 13>과 같으며, 해양과 수산 모두 협동연구기관이 주관연구기관보다 효율적인 연구사업을 진행하였으며, 주관연구기관으로부터 비효율이 발생한 사유를 해양은 규모, 수산은 기술면에서 찾을 수 있다.

<Table 13> Efficiency scores of participation types given by DEA models

Field	Part. Type	Model	Min.	Max.	Ave.	S.D.
Oceans	Lead (N=286)	CCR	0.0192	1.0000	0.1289	0.1391
		BCC	0.1861	1.0000	0.4464	0.1623
		CCR/ BCC	0.0691	1.0000	0.2575	0.1454
	Participati ng (N=580)	CCR	0.0238	1.0000	0.1948	0.1865
		BCC	0.1956	1.0000	0.5507	0.1651
		CCR/ BCC	0.0571	1.0000	0.3155	0.1801
Fisheries	Lead (N=400)	CCR	0.0106	1.0000	0.1607	0.1237
		BCC	0.1648	1.0000	0.3657	0.1749
		CCR/ BCC	0.0643	1.0000	0.4092	0.1388
	Participati ng (N=420)	CCR	0.0294	1.0000	0.2520	0.2074
		BCC	0.1732	1.0000	0.4952	0.2072
		CCR/ BCC	0.1416	1.0000	0.4659	0.1953

Note : * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

<Table 14> Mann-Whitney U test results between participation types and efficiency scores

Field	Model	Mann-Whitney U	Wilconxon W	Z	P-Value
Oceans	CCR	49,801.5	90,842.5	-9.573	0.001***
	BCC	56,106.5	97,147.5	-7.755	0.001***
	CCR/ BCC	65,129	106,170	-5.145	0.001***
Fisheries	CCR	47,393	127,593	-10.798	0.001***
	BCC	55,655	135,855	-8.366	0.001***
	CCR/ BCC	72,647	152,847	-3.349	0.001***

Note : * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

이후, 참여형태가 연구효율성에 영향을 준다는 사실을 맨-휘트니 검정을 통해 확인하였으며 (<Table 14>), 세부적인 사후분석 결과를 살펴보면 해양과 수산분야 모두 협동연구기관이 주관연구기관보다 효율적으로 연구사업을 수행하였다 (<Table 15>).

<Table 15> Post hoc results between participation types and efficiency scores

Field	Part. type	Model	DMUs	Ave.	S.D.	S.E.
Oceans	Lead	CCR	286	0.128931	0.139105	0.00823
		BCC	286	0.446441	0.162277	0.00960
		CCR/ BCC	286	0.257526	0.145436	0.00860
	Part.	CCR	580	0.194845	0.186549	0.00775
		BCC	580	0.550722	0.165062	0.00685
		CCR/ BCC	580	0.315534	0.180113	0.00748
Fisheries	Lead	CCR	400	0.365725	0.174927	0.00875
		BCC	400	0.160708	0.123690	0.00618
		CCR/ BCC	400	0.409231	0.138834	0.00694
	Part.	CCR	420	0.495160	0.207238	0.01011
		BCC	420	0.251962	0.207415	0.01012
		CCR/ BCC	420	0.465878	0.195283	0.00953

Note : * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

IV. 결론

본 연구에서는 DEA 방법론을 적용하여 해양과 수산분야의 R&D 효율성을 분석하였다. 해양 수산부가 단독으로 주관한 국가연구개발사업 1,686개의 세부과제를 DMU의 한 단위로 설정하였으며, 연구개발활동이 성과로 이어지는데 까지 시차가 발생하는 점을 고려하여 2017년부터 2020년까지 수행된 과제 데이터를 수집하였다. 투입 변수로는 연구비, 연구인력을 설정하고, 산출 변수로는 SCI논문, 특허등록, 기술이전건수, 사업화 건수를 설정하였고, 분석 시 유형을 연구단계, 참

여기관 유형, 참여형태로 구분하여 연구를 수행하였다. 연구결과를 통해 도출한 주요 결과는 다음과 같다.

해양수산 R&D의 연구단계, 참여기관 유형 및 참여형태는 전반적으로 연구 효율성 측면에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

첫째, 연구단계의 경우 해양 R&D는 CCR 모형에서 연구단계가 연구성과에 영향을 주는 요인으로 도출되었는데 응용단계의 연구를 수행하는 경우가 가장 성과가 우수하였다. 반면, 기초단계의 과제가 상대적으로 비효율적으로 진행되었는데, 이는 응용단계 연구와는 통계적으로 유의미한 수준의 결과값이기도 하다. 해양수산 R&D 기초연구의 상대적 비효율성은 국가연구개발사업의 특징을 지지하는 것으로 볼 수 있는데, 기초연구는 새로운 지식을 획득하기 위해 최초로 행해지는 연구로 논문 위주의 성과가 발생되고 있으며, 2021년을 기준으로 기초단계 연구는 기술료 성과의 15.6%, 사업화의 3.6%만을 차지한다(KISTEP, 2023). 이러한 기초단계 연구의 특성을 고려할 때 비효율성을 개선하기 위해서는 창의적 기초연구가 사회경제적 가치로 재창출되는 과정에 참여하는 다양한 이해관계자들의 활발한 상호작용 및 국제협력을 통한 성과개선이 요구되며, 과제 선정 시 연구자의 역량평가 강화를 통해 우수한 연구과제 발굴 등 선택과 집중의 노력이 필요하다.

둘째, 과제 수행기관을 산업체와 대학, 연구기관 세 가지 유형으로 구분한 참여기관 유형별 효율성 분석에서는 대학은 해양분야를, 산업체는 수산연구를 효율적으로 진행하고 있었으며, 연구기관은 상대적으로 효율성이 떨어졌는데 그 원인을 해양은 규모적 요인, 수산은 기술적 요인에서 기인하였다. 세부 비교분석 결과를 살펴보면, 참여기관 유형은 연구성과에 영향을 미치고 있었으며, 수산연구는 규모수익불변 모형에서는 대학, 규모수익가변 모형에서는 산업체가 가장 효율적인 R&D사업을 운영하고 있었다. 또한, 연구기관이 수행했던 과제는 통계적으로 유의미한 수준에

서 해양과 수산 두 분야 모두 상대적으로 비효율적이었음을 알 수 있었다. 따라서, 연구기관은 전반적으로 연구성과의 생산성을 강화에 노력을 기울이고 연구활동지원서비스의 질적수준을 높여 연구자가 연구에만 몰입할 수 있는 환경을 조성할 필요가 있다. 또한, 기술적 요인에서 비효율이 발생한 수산분야에서는 R&D가 논문 및 특허등록으로 이어질 수 있도록, 그리고 기술사업화 역량을 강화한다면 연구개발 효율성을 높일 수 있을 것이다.

연구기관의 성과가 전반적으로 낮은 데에는 고유의 임무를 수행하는 연구기관의 특성이 반영되었다고 해석할 수 있는데, 일반적으로 민간부문은 개발연구에, 정부·공공부문은 기초연구나 응용연구에 중점을 두고 있으며, 기초연구는 10년 이상의 연구기간에 10% 이하의 성공률을 보이며 개발연구는 1년 이하의 연구기간에 50% 정도가 성공하는 것으로 알려져 있다(Won, 2020). 따라서 기초-응용단계 연구의 집중도가 높은 연구기관은 개발연구 수행비용이 높은 산업체에 비해 양적인 측면에서 본 연구의 산출변수 성과를 내는데 상대적으로 불리한 조건이라고 볼 수 있다.

셋째, 과제 참여형태에 따라 주관연구기관과 협동연구기관으로 구분한 연구모형에서는 참여형태가 연구 효율성에 영향을 주며, 협동연구기관이 주관연구기관보다 효율적으로 연구사업을 운영하였다. 주관연구기관의 비효율성을 살펴보면 해양연구는 규모, 수산연구는 기술에서 그 원인을 찾을 수 있었다.

본 연구는 해양수산분야 R&D과제를 대상으로 투입요소와 산출요소로 상대적 효율성 분석결과를 제시하였고, 유형별 분류에 따른 특징 및 개선방안을 제시하면서 향후 해양수산 R&D 기획, 예산배분, 성과평가 의사결정 및 R&D 효율성 제고를 위한 정책을 수립하는데 기초자료로 활용이 가능할 것으로 보인다.

연구의 한계점은 첫째, 자료수집의 한계 등으로 인해 산출변수의 질적 효율성을 반영하지 못

했다. 본 연구에서는 해양과 수산분야 모두 연구기관의 성과가 가장 저조한 것으로 나타났지만, 논문의 질적 수준을 가늠할 수 있는 논문 피인용횟수 및 표준화 순위보정영향력지수(mrnIF), 특허평가분석시스템의 질적 지표 9개 등급 중 상위 3등급(23%이내) 특허비용인 우수특허비용 등을 고려하지 못했다. 또한, 사업화성과 지표로 금액이 아닌 건수를 기준으로 하여 기술사업화에 성공한 연구개발사업의 경제적 가치 반영이 결여되었다. 둘째, 해양수산 R&D 효율성 분석에 사용된 방법론이 제한적이라는 점을 들 수 있다. DEA분석시 산출지향의 CCR과 BCC모형을 활용하고, 비모수적 검정과 사후검정, 즉 시점에 따른 정태적 효율성만 측정하였다. 유형별 효율성 변화 추이를 살펴보는 데는 한계가 있었으며, 맘퀴스트 생산성지수 등을 활용한 동태적 분석이 이루어진다면 연구성과 변화를 시계열적으로 확인할 수 있을 것이다. 셋째, 산출변수로 활용된 연구인력에 대한 가중치를 고려하지 못했다. 가령, 연구사업 수행 경력이 10년 이상인 연구자와 초임자의 연구수행능력을 동일하다고 보기는 어려울 것이다. 따라서, 연구인력의 경력에 따른 가중치 적용방안에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다. 넷째, 해양수산R&D에는 보다 세분화된 연구분야가 존재하지만 본 연구에서는 해양과 수산 두 그룹으로 나누어 연구를 진행하였다. 따라서 국가과학기술표준분류체계 또는 해양과학기술분류체계에 따라 해양공학, 해양생명, 극지해양과학, 수산자원 등으로 나누어서 분석한다면 보다 정밀한 연구결과를 얻을 수 있을 것이다.

References

Bae SH, Kim JH, Yoon JS, Kang SK, Shin KM, Cho SJ and Lee KK(2016). Measuring Efficiency of National R&D Programs within Nanotechnology Field Using DEA Model. *Journal of Korean Society of Industrial and Systems Engineering*,

39(2), 64~71.
<http://dx.doi.org/10.11627/jkise.2016.39.2.064>
 Banker RD, Charnes A and Cooper WW(1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078~1092.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
 Byun SK and Han JH(2009). Efficiency Estimations for the government driven R&D projects in IT industries. *Hannam Journal of Law&Technology*, 15(2), 179~206.
 Chun DP(2018). The Effect of Characteristics of Entrepreneur on Venture Business Managerial Performance: By Separating the Duration of Firm's Survival. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship (APJBVE)*, 13(4), 1~12.
<https://doi.org/10.16972/apjbve.13.4.201808.1>
 Epstein MK and Henderson JC(1989). Data Envelopment Analysis for Managerial Control and Diagnosis. *Decision Sciences*, 74(1), 89~105.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1989.tb01399.x>
 Farrell MJ(1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253~290.
<https://doi.org/10.2307/2343100>
 Guy CS and Brown ML(2007). Science and Statistics in Fisheries Research. In: *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data*. American Fisheries Society, Maryland, U.S.A., 1~29.
<https://doi.org/10.47886/9781888569773>
 Hwang HD(2018). A study on the efficiency analysis of the R&D projects on the land and transportation sector : focusing on the DEA model. Unpublished doctor's thesis, Konkuk University at Seoul.
 Johnson FG and Stickney RR(1995). *Fisheries Harvesting life from water*. Kendall Hunt Pub Co, Iowa, USA, 1~413.
 Kim HY(2018). A Study on the Efficiency Analysis of the Cooperation Types in Governmental R&D Programs : Applying the DEA Model. Unpublished doctor's thesis, Konkuk University at Seoul.
 Kim JH(2014). A study on science of delivery for policy effectiveness improvement. *Korea Development Institute*, 1~215.
 Kim SJ(2002). Factors Affecting the Efficiency of

- Local Government Expenditure Allocation. Korean Public Administration Quarterly, 14(3), 699~718.
- Kim SM(2010). Evaluating The Efficiency of Government-Sponsored R&D Projects. Unpublished doctor's thesis, Chonnam National University at Gwangju.
- Kim TH, Kim IH, Ahn SB and Lee KS(2009). A Way to Enhance Efficiency of Nuclear Program in Korean R&D Program by Data Envelopment Analysis. Journal of Korea Technology Innovation Society, 12(1), 70~87.
- KISTEP(2018). Standard Guidelines for Preliminary Feasibility Study for Research and Development Sector Projects. 1~412.
- KISTEP(2023). 2021 National R&D Project Performance Analysis Report. 1~215.
- Ko KK(2017). Theory of Efficiency Analysis. Kim BS, Moonwoo, Goyang, S.Korea, 1~436.
- Lee CH and Cho KT(2014). Efficiency Analysis and Strategic Portfolio Model of National Health Technology R&D Program Using DEA : Focused on Translational Research. Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 40(2), 172~183.
<https://doi.org/10.7232/JKIIE.2014.40.2.172>
- Lee HS(2015). A study on analyzing the efficiency of defense R&D projects : an expanded DEA approach. Unpublished doctor's thesis, Konkuk University at Seoul.
- Leipper DF(1961). Oceanography – A definition for academic use. Eos, Transactions American Geophysical Union, 42(4), 429~431.
<https://doi.org/10.1029/TR042i004p00429>
- Lim DJ and Kim SH(2000). The Estimating of Productivity of Korean Local Governments by the DEA : Focusing on the Relations of the Man Power, Finance and Public Services. Korean Public Administration Review, 34(4), 217~234.
- Lim YH(2020). Analyzing the Efficiency of Defense Basic Research Projects using DEA. Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society (JKAIS), 21(7), 517~524.
<https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.7.517>
- Ministry of Oceans and Fisheries(2021). Third Basic Plan for Oceans and Fisheries Development. 1~192.
- Ministry of Oceans and Fisheries(2023). Implementation Plan for Marine Fisheries Science and Technology Development in 2023. 1~423
- Ministry of Science, ICT and Future Planning(2016). Government R&D Innovation Plan. 1~21.
- OECD(2016). The Ocean Economy in 2030. Org. for Economic Cooperation & Development, Paris, French, 1~254.
<https://doi.org/10.1787/9789264251724-en>
- Pak CM, Han JM and Ku BC(2016). A Exploratory Study on the Differential Application of the R&D Contribution Rate : Focusing on the ICT R&D Project. Journal of Korea Technology Innovation Society, 19(1), 29~47.
- Park HS(2013). Measurement of R&D efficiency in NT and BT fields using DEA : a case of basic research programs in Korea. Unpublished doctor's thesis, Sungkyunkwan University at Seoul.
- Park SJ, Kim and KH, Jung SK(2011). The Study on the Analysis of Efficiency of Governmental R&D Programs Regarding to the S&T Outcomes. Journal of Korea Technology Innovation Society, 14(2), 205~222.
<https://doi.org/10.32430/ilst.2009.15.2.179>
- Park YA(2011). Essence of Oceanography. Seoul National University, Seoul, 1~456.
- Rhim HS, Yoo SC and Kim YS(1999). A DEA / AHP Hybrid Model for Evaluation & Selection of R&D Projects. Journal of The Korean Operations Research and Management Science Society, 24(4), 1~12.
- Royce WE(1984). Introduction to the Practice of Fishery Science. Academic Press Inc, Florida, USA, 1~448.
- Thanassoulis E, Boussofiane A and Dyson RG(1996). A Comparison of Data Envelopment Analysis and Ratio Analysis as Tools for Performance Assessment. Omega : The International Journal of Management Science, 24(3), 229~244.
[https://doi.org/10.1016/0305-0483\(95\)00060-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(95)00060-7)
- Visbeck M(2018). Ocean science research is key for a sustainable future. Nature Communications, 9(1), 1~4.
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-03158-3>
- Wang EC and Huang W(2007). Relative efficiency of R&D activities : A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach. Research Policy, 36(2), 260~273.

- <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.11.004>
Won JH(2020). A Study on the Improvement of R&D Investment in the Public Sector: Focusing on the Basic Research. Public Finance Forum, 294, 8~31.
- Woo CW(2019). A Study on R&D Efficiency of Clean Technology : Focused on New and Renewable Energy R&D Projects. Journal of Korea Technology Innovation Society, 22(4), 690~708.
<https://doi.org/10.35978/jktis.2019.08.22.4.690>
- Yang HS(2010). A Study on the Approaches of R&D-Benefit Estimates in the Pre-Feasibility Study Program. Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation, 20(2), 77~101.
<https://doi.org/10.23036/kapae.2010.20.2.004>
- Yoo KR(2004). Measurement and Evaluation of Efficiency in the Public Sector - Theory and Application of Frontier Analysis. Daeyoung, Goyang, S.Korea, 1~207.
-
- Received : 05 December, 2023
 - Revised : 04 January, 2024
 - Accepted : 20 January, 2024