

에너지기술의 R&D 생산성 제고를 위한 포트폴리오 매트릭스 분석

박년배 · 김경택 · 박상용 · 최상진 · 홍종철[†]

한국에너지기술연구원

(2020년 6월 9일 접수, 2020년 9월 1일 수정, 2020년 9월 4일 채택)

Portfolio matrix analysis for the improvement of R&D productivity in the energy technology sector

Nyun-Bae Park · Kyung Taek Kim · Sangyong Park · Sang-jin Choi · Jong-chul Hong[†]

Korea Institute of Energy Research

(Received 9 June 2020, Revised 1 September 2020, Accepted 4 September 2020)

요 약

에너지 부문의 정부출연금 R&D 예산 지원을 받는 과제들을 대상으로, R&D 생산성을 제고하기 위한 목적으로 포트폴리오 매트릭스 분석을 하였다. 2018년에 27개 프로젝트(42개 세부기술)를 대상으로 활용가능성과 기술경쟁력 측면에서 5점 척도로 평가하였으며, 분석은 2회 실시하였다. 포트폴리오 매트릭스 분석 결과는 진행 중인 다양한 에너지기술 R&D 프로젝트들을 한꺼번에 조망하고, 개별 프로젝트의 발전전략을 수립하는 피드백 자료로 활용되는 한편, 포트폴리오 매트릭스의 4개 영역별로 R&D 생산성을 제고하기 위한 차별화된 관리 방향을 수립하는데 기여할 수 있다.

주요어 : 에너지기술 R&D, R&D 생산성, 포트폴리오 관리, 포트폴리오 매트릭스

Abstract - A portfolio matrix analysis was conducted to improve R&D productivity of the government-funded R&D projects in the energy sector. 27 projects (42 detailed technologies) in 2018 were evaluated on a 5-point scale in terms of availability and technology competitiveness, and portfolio matrix analysis was conducted twice. The results of the portfolio matrix analysis could provide the landscape of on-going R&D projects at a time and could be utilized as feedback data to establish development strategies for individual projects, while establishing differentiated management directions to improve R&D productivity in each of the four areas of the portfolio matrix.

Key words : Energy Technology R&D, R&D Productivity, Portfolio Management, Portfolio Matrix

1. 서 론

지구 평균 온도 상승을 산업화 이전 수준 대비 2°C 이하로 제한하기 위해서는 2070년까지 전세계적으로 에너지부문의 이산화탄소 순배출량을 0으로 낮추어야 하며, 이를 위하여 각국은 청정에너지에 대한 R&D 투자 및 보급 확대가 필수적이다(IEA, 2020). 한편 한국은 OECD 국가들 가운데 GDP

대비 R&D 예산 비중이 두 번째로 높은 수준이며(Dayton, 2020), 정부의 R&D 예산 규모가 증가하면서 연구 생산성 제고에 대한 요구도 더욱 높아지고 있다(Kim, 2019). 정부의 예산 지원을 받는 에너지 기술 분야 또한 연구 생산성의 제고를 지속적으로 요구받고 있다.

각 연구기관들은 한정된 예산과 인력을 활용하여 다양한 R&D 프로젝트들을 수행하고 있으며, 다양한 R&D 프로젝트들의 집합을 R&D 포트폴리오라고 한다(Lee, 2009). R&D 포트폴리오의 가치를 극대화하고, 다양한 관점에서 프로젝트들이 적절하게

[†]To whom corresponding should be addressed.

Tel : +82-42-860-3174, E-mail : jchong@kier.re.kr

균형잡힌 분포를 유지하는 한편, 기관의 전략 방향과 연계하기 위한 목적으로 포트폴리오 관리(Portfolio Management)가 수행되고 있다(Park, et al., 2019). R&D 포트폴리오 관리는 적절한 프로젝트들을 선정하는 것 뿐만 아니라, Stage-Gate Process와 같은 혁신 파이프라인을 통하여 새로운 아이디어들을 평가하는 활동을 포함한다(Pfutzner, et al., 2011). 전체 R&D 프로젝트들을 주기적으로 검토·비교하고, Stage-Gate Process에 따라서 프로젝트들의 Go, Stop을 결정하는 한편, 기관의 전략적 자원배분 방향에 부합하는 새로운 프로젝트 개발 전략을 수립하는 등의 다이내믹한 의사결정 프로세스를 통해 프로젝트들이 지속적으로 업데이트되고 개선되도록 하는 과정을 포트폴리오 관리라고 한다(Cooper, et al., 2001; Cooper, 2016).

본 논문에서는 포트폴리오 관리의 일환으로써, 포트폴리오 매트릭스(Portfolio Matrix) 분석을 실시하였다. 포트폴리오 매트릭스는 포트폴리오 지도(Portfolio Map) 또는 거품도(Bubble Diagram)라고도 불리며, 주요한 2개 지표를 활용하여 4사분면(2×2 매트릭스) 상에 프로젝트들의 위치를 파악할 수 있는 기법이다(Lee, et al., 2009). 이 때 x, y축을 표기하는 지표로 다양한 지표들이 사용될 수 있는데, 사용하는 지표에 따라서 분석 대상들의 분포와 의미, 활용도가 달라진다. 가장 많이 활용되는 x, y축 지표 세트는 보상 대 위험 지표이며, 보상은 순현재가치(Net Present Value) 등이 사용되며, 위험은 성공 확률(기술적, 상업적)을 나타낸다(Cooper et al., 2001). 1970년대 초반 보스턴 컨설팅 그룹(BCG)이 개발한 BCG 매트릭스는 상대적 시장점유율(경쟁 위치)과 시장성장율(시장 유망성)을 고려하여 Star, Question mark, Cash cow, Dog 영역으로 분석하였으며, GE 매트릭스는 사업의 경쟁력과 시장 매력도로 분석한다(Cho, et al., 2011; Han, 2014). Cooper, et al.(2001)은 순현재가치와 기술적 성공확률을 고려하여 Pearl, Oyster, Bread and Butter, White Elephant 영역으로 분석하였으며, 개별 순현재가치와 기술적 성공확률을 곱한 값을 합산하면 총 가치를 추정해 볼 수 있다. 국내에서는 포트폴리오 매트릭스 분석 관련하여 글로벌 기업(Park, 2005)에서 자원강도와 기술매력성을 고려하였으며, 정부 IT 분야(Kim, et al., 2009)에서는 기술 수준과 수명 주기를 고려하였고, 지능형국토정보기술혁신사업(Lee, et al., 2009)에서는 유용성과 경쟁성을, 전자통신연구원(Sim, et al., 1998)에서는 기술격차와 기술의 중요도(전략성+시장성)를 고려하였다. LG화학(Lee, 2018) 등 대기업에서도 연구과제들에 대해 불확실성을 고려하여 포트폴리오 매트릭스 분석을 하고 있다.

본 연구는 에너지 부문의 정부출연금 R&D 예산 지원을 받는 과제들을 대상으로, R&D 생산성을 제고하기 위하여 기관 차원에서 최초로 실시한 R&D 포트폴리오 분석 사례를 소개하고, 시사점을 제시하고자 한다. 2장에서는 본 연구에서 활용한 방법론과 자료를 소개하였으며, 3장에서는 포트폴리오 분석 결과를 제시하였다. 4장에서는 결론 및 향후 연구방향을 서술하였다.

2. 방법론 및 자료

본 논문에서는 프로젝트들의 포트폴리오 매트릭스 분석을 위하여 x, y축 지표로 가장 많이 사용되는 보상 대 위험 지표 세트를 선택하였고, x축의 지표로 보상을 대변하는 활용가능성을, y축의 지표로 위험을 대변하는 기술경쟁력 지표를 선정하였다. Cooper et al.(2001)은 x축의 지표로 순현재가치를, y축의 지표로 기술적 성공확률을 선정하였으며 x축과 y축의 지표값이 정량적으로 산정된다면 프로젝트들의 총 자산가치를 산정할 수 있는 장점이 있다. 하지만 포트폴리오 매트릭스를 수행하는 시점에서 모든 프로젝트들의 순현재가치와 기술적 성공확률을 정량화하는데 정보 및 시간적 제약이 있어, 본 논문에서는 순현재가치를 대신하여 활용가능성을, 기술적 성공확률을 대신하여 기술경쟁력 지표를 사용하였다. 활용가능성은 실용화 가능성 또는 공공적 활용가능성을 5점 척도로 평가하였다(1. 거의 없음, 2. 낮음, 3. 보통, 4. 다소 높음, 5. 아주 높음). 기술경쟁력은 해당 기술의 경쟁력을 세계 최고와 대비하여 5점 척도로 평가하였다(1. 판단 어려움, 2. 평균 이하, 3. 세계 평균, 4. 세계 최고와 거의 동등, 5. 세계 최고).

약 15명의 연구원 내·외부의 에너지 분야 고경력 전문가로 구성된 평가위원들이 프로젝트에 대한 설명을 들은 다음, 프로젝트의 세부 기술들을 대상으로 평가지에 활용가능성 지표와 기술경쟁력 지표의 점수를 표기(1.0~5.0까지 소숫점 첫째 자리로 표기)하였다. 수행 주기는 연 2회(6월말, 11월초) 실시하였다.

평가 대상은 2018년도 출연금사업으로 수행중인 총 27개의 에너지기술개발 과제들이며 세부기술은 총 42개이다. 세부기술들은 연구분야별로 보면 신재생에너지 분야 17개, 에너지효율·소재 분야 12개, 기후변화대응 분야 13개이다. 프로젝트 유형별로 보면 기초미래선도 유형 12개, 실용화 유형 22개, 공공인프라 유형 8개이다. TRL (Technology Readiness Level, 기술성숙도) 현황은 TRL 2가 8개, TRL 3이 13개, TRL 4가 16개, TRL 5가 4개, TRL 6이 1개이다.

포트폴리오 매트릭스를 분석한 결과, 기술경쟁력

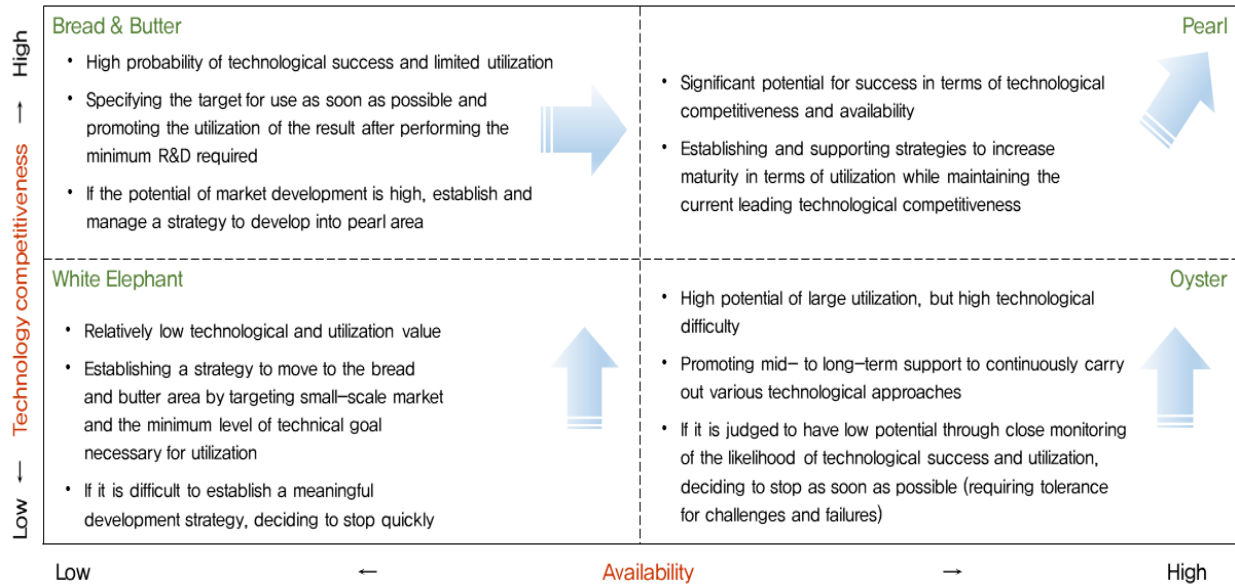


Fig. 1. Project management direction based on portfolio matrix (Source : KIER, 2019)

과 활용가능성이 모두 중간 이상이면 Pearl(진주) 영역으로, 기술경쟁력은 중간 이상이지만, 활용가능성이 중간 미만인 경우 Bread and Butter(버터 바른 빵) 영역으로, 기술 경쟁력은 중간 미만이지만 활용가능성이 중간 이상인 경우 Oyster(굴) 영역으로, 기술 경쟁력과 활용가능성이 모두 중간 미만이면 White Elephant(흰 코끼리) 영역으로 구분하였다. 포트폴리오 매트릭스 분석 결과는 수행중인 프로젝트들을 종합적으로 비교·조망하는 자료로써, 차년도에 과제들의 전략적인 예산 배분 및 과제 관리를 위한 연구경영의 참고자료로 활용되었으며, 개별 프로젝트 책임자들에게는 해당 프로젝트의 발전전략을 수립하는 컨설팅 자료로 활용되었다(Fig. 1 참고).

3. 분석 결과

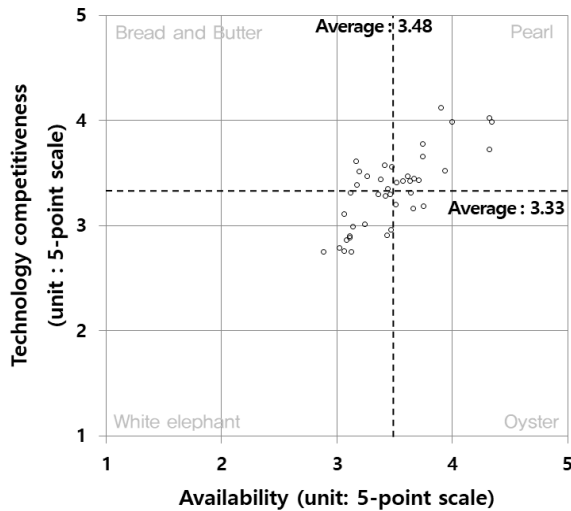
2018년 6월 말에 포트폴리오 매트릭스를 분석한 결과를 보면, 기술경쟁력과 활용가능성을 5점 척도로 평가할 때 기술경쟁력의 평균 점수는 3.33이었으며, 활용가능성의 평균 점수는 3.48이었다. 5점 척도의 가운데 값인 3점(기술경쟁력은 세계 평균을 의미, 실용화 가능성 또는 공공적 활용가능성은 보통을 의미)을 기준으로 4개 영역으로 구분하면, Pearl 영역에 32개(76.2%), Bread and Butter 영역에 0개(0.0%), Oyster 영역에 9개(21.4%), White Elephant 영역에 1개(2.4%)의 세부기술들이 분포하였다. 기술경쟁력과 활용가능성의 평균 점수를 기준으로 4개 영역으로 구분하면, Pearl 영역에 14개(33.3%), Bread and Butter 영역에 8개(19.0%), Oyster 영역에 4개(9.5%), White Elephant 영역에 16개(38.1%)의 세부

기술들이 분포하였다. 5점 척도의 가운데 값에서 평균값으로 기준을 강화하면 Pearl 영역과 Oyster 영역에 해당하는 세부기술의 개수가 감소하고, Bread and Butter 영역과 White Elephant 영역에 해당하는 세부기술의 개수가 증가하였다. 5점 척도의 가운데 값을 기준일 때 Pearl의 영역에 있었던 세부기술들은 평균값 기준으로 구분할 때 Pearl 영역을 유지하는 것은 14개, Bread and Butter 영역으로 재편성되는 것은 8개, Oyster 영역으로 재편성되는 것은 4개, White Elephant 영역으로 재편성되는 것은 6개이었다. 마찬가지로 5점 척도의 가운데 값 기준일 때 Oyster의 영역에 있었던 세부기술들은 평균값 기준으로 구분하면 모두 White Elephant 영역으로 재편성되었다(Table. 1, Fig. 2 참고).

2018년 11월 초에 포트폴리오 매트릭스를 다시 분석한 결과를 보면, 기술경쟁력의 평균 점수는 3.33에서 3.51로 개선되었고, 활용가능성의 평균 점수도 3.48에서 3.58로 개선되었다. 5점 척도의 가운데 값인 3점을 기준으로 하여 세부기술들을 4개 영역으로 구분할 경우, Pearl 영역은 32개에서 41개로 증가하였으며, 42개 세부기술들 중에서 41개(97.6%)가 Pearl 영역에 해당되었다. Bread and Butter 영역은 0개(0.0%), Oyster 영역은 9개에서 1개(2.4%)로 감소하였으며, White Elephant 영역은 1개에서 0개(0.0%)로 감소하였다. 기술경쟁력과 활용가능성의 평균값으로 기준을 강화하면 Pearl 영역에 해당하는 세부기술은 14개(33.3%)로 감소하고, Bread and Butter 영역은 10개(23.8%), Oyster 영역은 3개(7.1%), White Elephant 영역은 15개(35.7%)로 세부기술의 개수가 증가하였다. 5점 척도의 가운데 값이 기준일 때

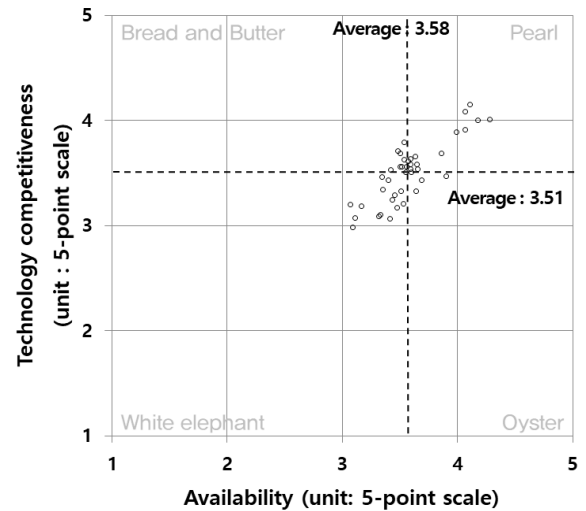
Table 1. R&D portfolio matrix results in the first evaluation

| Criteria of availability | | First evaluation | |
|--|-------|------------------------|-------------------------|
| | | 3.00 (Middle score) | 3.48 (Average score) |
| Criteria of technology competitiveness | | 3.00 (Middle score) | 3.33 (Average score) |
| Sum | count | 42 | 42 |
| | % | 100.0 | 100.0 |
| Pearl | count | 32 | 14 |
| | % | 76.2 | 33.3 |
| Bread & Butter | count | 0 | 8 |
| | % | 0.0 | 19.0 |
| Oyster | count | 9 | 4 |
| | % | 21.4 | 9.5 |
| White Elephant | count | 1 | 16 |
| | % | 2.4 | 38.1 |

**Fig. 2.** Portfolio matrix result in the first evaluation

Pearl의 영역에 있었던 세부기술들은 평균값 기준으로 재구분하면 Pearl 영역을 계속 유지하는 것은 14개, Bread and Butter 영역으로 재편성되는 것은 10개, Oyster 영역으로 재편성되는 것은 3개, White Elephant 영역으로 재편성되는 것은 14개이었다 (Table. 2, Fig. 3 참고).

1차 분석(6월 말)과 2차 분석(11월 초) 사이에 약 4개월의 짧은 시간에도 불구하고, 에너지기술 R&D의 기술경쟁력과 활용가능성 지표의 평균 점수가

**Fig. 3.** Portfolio matrix result in the second evaluation

향상되었음을 확인할 수 있다. 매트릭스 분석 결과가 개선된 원인으로는, 2차 분석시 한 해의 연구결과가 반영됨으로써 포트폴리오 매트릭스 결과가 개선된 것으로 해석된다. 동시에 R&D 포트폴리오 매트릭스의 1차 분석 결과를 프로젝트 책임자들에게 제공하여 활용가능성과 기술경쟁력을 높이기 위한 발전전략을 수립하고 이행하도록 함으로써 포트폴리오 매트릭스 2차 분석 결과가 개선되는데 영향을 미친 것으로 보인다.

Table 2. R&D portfolio matrix results in the second evaluation

| | | Second evaluation | |
|--|-------|------------------------|-------------------------|
| Criteria of availability | | 3.00 (Middle score) | 3.58 (Average score) |
| Criteria of technology competitiveness | | 3.00 (Middle score) | 3.51 (Average score) |
| Sum | count | 42 | 42 |
| | % | 100.0 | 100.0 |
| Pearl | count | 41 | 14 |
| | % | 97.6 | 33.3 |
| Bread & Butter | count | 0 | 10 |
| | % | 0.0 | 23.8 |
| Oyster | count | 1 | 3 |
| | % | 2.4 | 7.1 |
| White Elephant | count | 0 | 15 |
| | % | 0.0 | 35.7 |

4. 결론

본 연구는 R&D 생산성을 제고하기 위하여, 기술 경쟁력과 활용가능성 측면에서 포트폴리오 매트릭스 분석을 실시하여 진행 중인 다양한 에너지기술 R&D 프로젝트들을 조망하였다.

본 연구의 의의를 몇 가지로 정리하면 다음과 같다.

첫째, 출연금 예산을 사용하는 에너지 부문 R&D 프로젝트들에 대하여 기관 전체 R&D의 자산 가치를 제고하기 위한 목적으로 포트폴리오 매트릭스 분석이 처음 시도되었다. 총 R&D의 자산 가치를 고려하는데 중요한 지표인, R&D의 기술경쟁력과 활용가능성 측면에서 전체 R&D 프로젝트들의 위치를 파악할 수 있었다. 본 연구에서는 포트폴리오 매트릭스 분석을 수행 중인 프로젝트들에 대하여 적용하였으나, 향후 신규 과제를 선정하거나 또는 수행 중인 프로젝트들에 대한 포트폴리오 매트릭스 분석 결과로부터 향후 새로운 프로젝트들을 기획하는데 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 포트폴리오 매트릭스를 주기적으로 시행함으로써 R&D 자산 가치의 변화 방향을 파악할 수 있었다. 다만 분석 주기와 관련하여 비교적 짧은 기간에 활용가능성 및 기술경쟁력 측면의 변화가 크지 않으며, 연구자들의 연구 몰입 제고 등을 고려하여 포트폴리오 매트릭스 분석을 연 2회에서 연 1회로 변경하여 연차별 변화와 개선을 분석하는 것이 효과적이라고 판단된다.

셋째, 포트폴리오 매트릭스 분석 결과는 4개 영

역별(Pearl, Bread and Butter, Oyster, White Elephant)로 R&D 생산성을 제고하기 위한 차별화된 관리 방향 수립에 기여할 수 있다. 예를 들면 Pearl 영역은 현재의 선도적인 기술경쟁력을 유지하면서 상업적 성과 활용 측면에서 완성도를 높이기 위한 전략 수립 및 지원을 하고, Bread and Butter 영역의 경우 가능한 빨리 활용대상을 구체화하고 필요한 최소한의 R&D 수행 후 결과 활용을 추진하도록 하였다. Oyster 영역은 다양한 기술적 접근을 지속적으로 수행할 수 있도록 중·장기적인 지원을 추진하고, White Elephant 영역은 작은 규모의 시장 활용을 목표로 하여 필요한 최소 수준의 기술적 목표 달성을 통해 Bread and Butter 영역으로 이동하는 전략을 수립하거나, 만약 의미있는 발전전략의 수립이 어렵다고 판단될 경우 신속한 중단을 권고하였다.

넷째, 개별 R&D 프로젝트의 연구책임자들에게 해당 세부기술들의 포트폴리오 매트릭스 분석 결과(위치)를 제공함으로써 시장에서 요구하는 수준으로 기술경쟁력과 활용가능성을 제고하기 위한 발전 전략을 수립하는 기초자료로 활용되었다.

다섯째, 본 연구에서 적용된 포트폴리오 매트릭스 분석 사례는 정부 및 민간의 R&D 자산 가치를 제고하기 위한 노력들(Bae et al., 2008)과 연계하여 활용될 수 있을 것이다.

한편 본 연구의 한계 및 향후 연구방향은 다음과 같다.

첫째, 개별 R&D의 기술적 성공확률과 순현재가치를 산정할 수 있다면 개별 R&D의 자산 가치를

보다 정확히 나타낼 수 있을 것이다. 본 연구에서는 시간 및 자료의 부족으로 개별 R&D 프로젝트의 기술적 성공 확률과 순현재가치를 산정할 수 없었다. 향후 개별 R&D의 기술적 성공 확률(또는 상용화 확률)과 순현재가치를 산정하는 일관된 방법론이 마련되어야 할 것이다.

둘째, 포트폴리오 매트릭스 분석 결과와 개별 R&D 프로젝트의 평가 결과가 서로 다른 경우도 있어, 보완이 요구된다. 포트폴리오 매트릭스 분석 결과에서 Pearl 영역의 가장 우상단에 위치한 R&D 프로젝트의 평가 결과가 가장 좋다는 의미는 아니다. 이는 포트폴리오 매트릭스는 기술경쟁력과 활용가능성의 두 가지 지표로 평가하는 반면, 개별 R&D 프로젝트의 평가는 기술경쟁력, 활용성 뿐만 아니라 목표 달성도, 향후 추진계획의 적절성, 과제 범위 및 추진 전략 등 과제 수행 전략에 관한 지표들도 반영하기 때문이다. 따라서 기술적 성공 확률과 순현재가치를 산정하는 방법론을 적용하기 전까지는 일관성 및 효율성 등을 고려하여 평가서식에서 기술경쟁력과 활용가능성 관련 지표를 활용하여 포트폴리오 매트릭스 분석을 하는 방안을 검토해 볼 수 있다.

셋째, 포트폴리오 매트릭스 분석이 연구자들에게 또 하나의 평가로 인식되고, White Elephant 영역에 해당하는 경우 포트폴리오 매트릭스 분석의 목적 및 과정에 대하여 부정적인 견해를 보이는 경우도 있었다. 따라서 포트폴리오 매트릭스 분석을 수행하는 목적에 대한 구성원의 이해를 제고하고, 포트폴리오 매트릭스 분석 프로세스를 고도화하기 위한 지속적인 노력이 요구된다.

사 사

본 연구는 한국에너지기술연구원의 주요사업으로 수행한 결과입니다(B9-2462). 귀중한 심사의견을 주신 익명의 심사위원께 감사드립니다.

References

1. Bae, Y. H., et al., 2008, Establishment of investment direction for national R&D projects through portfolio analysis, Science & Technology Policy, Vol. 168, pp. 94-109 (in Korean)
2. Cho, G. T., et al., 2011, R&D management, Gyeongmunsa, pp. 126-133 (in Korean)
3. Cooper, R. G., 2016, Winning at new products, Jinsung Books Co., pp. 411-435 (in Korean)
4. Cooper, R., et al., 2001, Portfolio management for new product development: results of an industry practices study, R&D Management, Vol. 31, No. 4.
5. Dayton, L., 2020, How South Korea made itself a global innovation leader, Nature, Vol. 581, pp. S54-S56
6. Han, B. J., 2014, Planning for solving problems, Chologbi, pp. 293-297 (in Korean)
7. IEA, 2020, Energy Technology Perspectives 2020
8. KIER, 2019, KIER's main projects management handbook for researchers (in Korean)
9. Kim, S. S., 2019, Achievements and challenges in the science and technology policy, Science and technology debate with the people, pp. 5-12 (in Korean)
10. Kim, Y. J., et al., 2009, A study on the investment strategy of the IT R&D using portfolio analysis and AHP method, Korean Management Science Review, Vol. 26, No. 1, pp. 37-51 (in Korean)
11. Lee, C. W., 2009, R&D portfolio management techniques, Technology and Management, pp. 46-49 (in Korean)
12. Lee, K. C., et al., 2009, Application of TPM methodology for evaluation GIS R&D project, The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, Vol. 4, No. 2, pp. 152-161 (in Korean)
13. Lee, S. M., 2018, R&D management system in LG Chem, Conference of performance presentation in the research administration advancement, pp. 193-199 (in Korean)
14. Park, H. W., et al., 2019, Technology strategy and R&D planning, Hansung University Press, pp. 188-205 (in Korean)
15. Park, J. H., 2005, Technology portfolio matrix in the global company, Spring Conference of The Korean Operations Research and Management Science Society & Korean Institute of Industrial Engineers, pp. 159-162 (in Korean)
16. Pfitzner M. S., et al., 2011, R&D portfolio management: The case study of a big energy company in Brazil, PICMET, pp. 1-16
17. Sim, J. Y., et al., 1998, Technology strategies based on portfolio analysis: ETRI case, Conference of Korea Institute of Communications and Information Sciences, pp. 1301-1304 (in Korean)