

국토교통연구개발사업 평가지표별 연구개발과제 선정에 대한 영향력 분석 - 국토교통기술사업화지원 사업을 중심으로 -

심형욱

국토교통과학기술진흥원 선임연구원

An Analysis of Influence on the Selection of R&D Project by Evaluation Index for National Land Transport R&D Project - Focusing on the Technology Commercialization Support Project -

Hyung-Wook Shim

Senior Researcher, Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

요약 국가연구개발사업 연구개발과제 선정에 대한 투명성과 공정성에 대한 개선 필요성이 지속적으로 제기됨에 따라, 국토교통기술사업화지원 사업을 대상으로 선정평가 지표별 평가 결과에 미치는 영향력을 분석하고 분석결과를 활용한 지표 개선 방안을 모색하였다. 연구자료는 2021년도 국토교통기술사업화지원 사업 중소기업 혁신, 스타트업 2개 분야의 신규 연구개발과제의 선정평가 결과 자료와 평가지표를 적용하였으며, 로지스틱 회귀분석을 이용하여 평가지표별 영향력을 분석하였다. 회귀모형은 분석결과와 신뢰성 제고를 위해 인공신경망 다중 퍼셉트론 분석을 수행하여 영향력이 낮은 평가지표를 사전에 제거하였다. 분석결과, 중소기업 혁신 분야는 인력운영계획에 대한 평가지표의 영향력이 가장 낮고 사업화 추진계획의 적절성 지표의 영향력이 가장 높게 나타났다. 스타트업 분야는 기술개발 적합성, 시장성, 사업수행 적합성 평가 지표의 영향력이 상호 유사하게 추정되었으며, 기술성 평가지표의 영향력이 가장 낮게 나타났다. 본 논문의 분석결과는 지속적인 선정평가 지표의 개선 필요성을 시사하며, 분석결과를 활용한 타당한 평가지표 선정 및 공정한 연구개발기관 선정을 통해 국토교통 분야 우수 연구성과 도출 및 우수 기업 육성에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

키워드 : 중소기업, 기술사업화, 특성화, 연구성과, 정부R&D

Abstract As the need for improvement of transparency and fairness in the selection of national R&D projects has been continuously raised, we analyzed the impact on the evaluation selection results by evaluation indexes for The land transportation technology commercialization support project and searched for ways to improve indexes using the analysis results. As for the research data, it were applied as selection results of new R&D projects and evaluation indexes in two fields(SME innovation and start-up) in 2021. Logistic regression analysis is used for the influence of each evaluation indexes on the evaluation result, and for the regression model, evaluation indexes with low influence are removed in advance through artificial neural network multiple perceptron analysis to improve the reliability of the analysis results. As a result of the analysis, in the field of SME innovation, the influence of the evaluation index on the workforce planning was the lowest and the influence of the appropriateness of commercialization promotion plan was the highest. In the start-up field, the influence of the evaluation indexes for technology development suitability, marketability, and suitability for carrying out the project were estimated to be similar to each other, and the influence of the technology evaluation index was found to be the lowest. The analysis results of this thesis suggest the need for continuous improvement of selection and evaluation indexes, and by using the analysis results to select a fair R&D institution according to the selection of appropriate indexes, it will be possible to contribute to deriving excellent research results and fostering excellent companies in the field of land transportation.

Key Words : SME, Technology Commercialization, Specialization, Research Results, Government R&D

*Corresponding Author : Hyung-Wook Shim(sim.bberrry@gmail.com)

Received January 7, 2022

Revised February 10, 2022

Accepted February 20, 2022

Published February 28, 2022

1. 서론

2020년 국회예산정책처 분석보고서에서는 국가 R&D 분야 예산 및 참여기업의 지속적인 증가에 따라, 연구개발과제 선정평가에 대한 공정성과 투명성 제고를 위해 평가 지표 및 배점에 대한 개선의 필요성을 제시하고 있다. 연구자들을 대상으로 실시한 한국과학기술기획평가원 설문조사 결과에서도 공정한 평가결과 도출을 위한 R&D 사업 평가체계 개선이 필요하다는 의견이 전체 문항중 2번째로 높게 나타났다. 이에 따라 정부는 2021년 국가연구개발혁신법 제10조 및 동법 시행령 제12조 등의 관련법령 제·개정을 통해 연구개발과제의 창의성 및 수행 계획의 충실성, 연구자 또는 소속 기관·단체의 연구개발 역량, 연구개발과제의 학술적·기술적·사회적·경제적 파급효과 및 연구개발성과의 활용 가능성, 해당 국가연구개발사업 근거 법령 및 국가연구개발사업 추진계획과의 부합성 등 실효성 있는 평가항목으로 선정평가 지표를 개편하였다. 이와 함께 국토교통연구개발사업은 국가연구개발혁신법 평가항목을 준용하여 사업특성을 반영한 하위 평가지표를 설정 및 적용하였으며, 공공기술 중소기업 이전 및 사업화, 중소기업 보유기술 사업화를 지원하는 국토교통기술사업화지원 사업의 경우 평가지표 설정의 공정성과 함께 기술사업화 분야의 전문성 등을 제고하기 위해 전문가 자문회의 등을 개최하여 지속적으로 평가지표 및 배점을 개선하는 노력을 기울이고 있다[1-3].

2022년 국토교통기술사업화지원 사업의 일몰제 적용으로 후속사업인 국토교통 기술사업화를 위한 이어달리기 사업이 착수되는 시점에 있다. 이로 인하여 후속사업의 연구개발과제 선정을 위한 평가지표의 개발이 필요하며, 후속 사업 평가지표 설정시 선행 사업과의 성과 연계 측면에서 선행사업 평가지표의 적용가능성 등을 반드시 고려해야 한다. 이때 평가지표의 적용가능성은 평가지표별 평가결과에 미치는 영향력 분석을 통해 도출이 가능하며, 영향력이 높을수록 상대적으로 적용가능성이 높은 평가지표로 판단할 수 있다. 현재까지 국토교통연구개발사업 평가지표의 영향력에 대한 학술적인 연구가 수행된 사례는 적다. 이는 법령에 따라 관리되는 평가항목과는 달리 하위 평가지표는 사업별 또는 평가계획 수립 시 재량적으로 설정 가능하고, 평가지표를 관리하는 전문기관의 특성으로 인하여 평가지표를 연구할 인력 및 환경이 미흡하기 때문이다.

따라서 본 논문은 선도적으로 국토교통연구개발사업에서의 평가지표 영향력 분석에 대한 연구모형을 수립하고 분석결과를 통해 평가지표 연구에 대한 실효성을 입증하여, 지속적인 평가지표 연구에 대한 필요성과 당위성을 제기함에 목적이 있다.

2. 선행연구

선행연구는 본 논문의 키워드에 대한 빈도수가 높은 순으로 유사도 높은 논문을 대상으로 선정하였다. 먼저, 오하나 (2019)는 로지스틱 회귀분석을 통해 정부 신약개발지원사업 선정 평가지표에 대한 적절성 분석을 수행하였으며, 박성호(2020)는 선정평가의 공정성을 향상시키기 위해 AHP 분석을 기반으로 국가 연구개발과제 평가 기준에 대한 연구를 수행하였다. 최정민(2017)은 해양분야 중소벤처지원 국가연구개발사업을 대상으로 선정평가 지표에 대한 적정성 검토를 위한 AHP 분석을 수행하였다. 위와 같이 평가지표의 적절성을 분석한 선행연구 사례는 다양한 분야에서, 다양한 방법론을 적용하여 수행되어왔다. 그러나 국토교통 분야 국가연구개발사업을 대상으로 수행된 연구사례는 없으며 정립된 연구방법론이 부재한 상황이다. 그 외 김태일(2016)은 공공기술 기술사업화 관련 문헌조사 및 분석을 통해 정부 R&D 투자에 대한 실효성 연구를 수행하였으며, 성택웅(2017)은 기술사업화 기업 관련 기술가치 평가를 적용한 R&D 평가관리체계의 효율성에 대한 분석을 수행하였다. 장필성(2019)은 중소기업 지원 R&D 사업을 대상으로 답러닝 알고리즘을 적용한 R&D 선정평가 모형을 구축하였다. 윤석민(2021)은 기술 평가자 적합도 등의 지표를 도입하여 국가연구개발사업에서 평가위원의 전문성과 평가자-피평가자 간 지인관계가 연구개발과제의 선정 및 수행결과에 미치는 영향을 분석하였다. 선정평가 지표 적절성과 관련된 선행연구 외에도 국가연구개발사업 평가와 관련된 선행연구를 살펴보면 기술사업화에 대한 투자의 실효성, 기술사업화 기업 관련 평가관리체계의 효율성, 중소기업 지원 R&D 사업에 대한 평가 모형 등 기술사업화 및 중소기업 지원 관련 연구가 수행된 사례가 많다. 그러나 선정지표와 마찬가지로 국토교통 분야 국가연구개발사업을 대상으로 한 연구사례는 없으며, 중소벤처기업의 기술사업화를 지원하는 국토교통기술사업화지원 사업이 종료되고 후속사업이 착수되는 시점에서 선행사업

의 투자 효과, 평가 및 관리 체계의 적절성 등에 대한 연구가 필요하다. 종합하면, 국가연구개발사업을 통해 중소벤처 기업을 지원하는 예산이 확대되어감에 따라 역량 있는 기업을 선정하는 것이 어느 때보다 중요한 시점이다. 그 간 국토교통 분야는 연구개발 기관을 선정하는 평가지표에 대한 연구가 타부처 대비 미미한 상황이며, 중소벤처 기업을 지원하는 특성화 사업이 존재함에도 효율적인 사업관리를 위한 평가 방법 및 체계에 대한 연구사례가 적다. 따라서 본 논문은 기존 타 부처 선행연구 사례와 같이 국토교통기술사업화지원 사업을 대상으로 2021년도 선정평가 결과 자료를 이용하여 평가지표의 영향력 분석 및 적절성을 검토하고 개선방안을 마련함에 목적이 있다[4-11].

3. 국토교통기술사업화지원 사업 선정평가 지표 및 배점

3.1 국토교통기술사업화지원 사업 개요

국토교통기술사업화지원 사업은 스타트업, 중소기업 혁신, 공공·공사 연계, 민간투자 연계 4개의 분야로 구성되어 있다. 먼저 스타트업 분야는 설립 7년 미만 중소기업만이 지원 가능한 분야로 사업 아이템 구체화 및 창업기업의 성장 동력 확보를 위한 특허 등록, 시제품 제작 치 성능검증, 기술멘토링, 비즈니스 모델 수립 등을 지원한다. 중소기업 혁신 분야는 특허를 보유한 모든 중소기업이 참여가능하며 중소기업 보유 유망기술의 시장진출을 위해 시장 수요 및 요구수준에 부합하도록 기술개발, 시제품 제작 및 검증, 신기술 인증 확보와 대학, 출연연, 공사, 공단 등이 보유한 기술을 이전 받아 현장에 적용가능한 기술 개발, 테스트베드 적용, 검증, 인증 등을 지원한다. 공공·공사 연계분야는 수요기관의 실증 연계를 통한 사업화를 지원하며, 민간투자 연계 분야는 기술력 및 사업화 역량이 검증된 중소기업을 대상으로 투자기관으로부터 신주발행(보통주, 우선주), 신권발행(전환사채, 신주인수권부사채)을 3억원 이상 유치받은 기업만을 지원한다[12].

3.2 선정평가 절차 및 방법

선정평가 절차는 Fig. 1과 같이 사업공고, 신청서류 접수. 선정평가 계획수립, 사전검토, 선정평가 위원회 구성, 선정평가 실시 6개 단계를 거쳐 수행된다. 평가방법은 신청서류 서면검토, 신청기관 대면발표 형식으로

진행되며, 평가위원회에서 검토 및 발표 뒤 평가지표별 5점 척도로 분류된 전자평가시스템에 점수를 입력한다. 연구개발과제별 종합평가점수는 평가 위원간 최고, 최저점을 제외한 점수의 산출평균을 통해 산출되며, 가감점을 더해 종합평가점수 60점 미만인 경우 '탈락', 60점 이상인 경우 우선순위를 도출해 지원 가능한 예산 이내의 연구개발과제를 최종 선정한다.

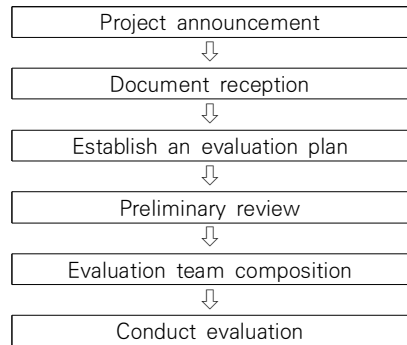


Fig. 1. Evaluation Process

3.3 선정평가 지표 및 배점

분야별 선정평가 지표 및 배점은 Table 1~4와 같다. Table 1은 스타트업 분야의 평가지표 및 배점이며, 기술개발 적합성 5점, 기술성 30점, 시장성 20점, 사업수행 적합성 20점, 사업주체의 역량 25점으로 설정하였다. 기술개발 적합성은 국토교통 10대 중점분야 또는 정부정책과의 연계정도를 의미하며, 기술성은 사업화 대상기술의 우수성 및 차별성, 기술개발 목표의 구체성 및 타당성 등을 나타낸다. 시장성은 시장진입 및 경쟁력 확보 가능성, 사업수행 적합성은 사업추진전략의 구체성 및 타당성, 연구개발 과정의 적정성 및 성공 가능성 등을 의미하며, 사업주체의 역량은 연구개발 참여인력의 기술개발 역량 등의 우수성을 나타낸다.

Table 1. Evaluation index and Points(Start-up)

Field	Evaluation index	Scoring criteria
Start-up	Technology development suitability	5
	Technicality	30
	Marketability	20
	Suitability for carrying out the project	20
	Competencies of research companies	25

중소기업 혁신 분야의 평가지표는 기술개발 계획의 적합성, 사업화 추진계획의 적절성, 사업주체의 역량, 인력운영 계획으로 설정하였으며, 각각 35점, 30점, 25점, 10점으로 배점을 할당 하였다. 스타트업 분야와 구분되는 지표는 사업화 추진계획의 적절성으로 사업화 전략 및 사업화 모델의 구체성, 발주처 구매의향, 사업화 계획의 체계성 및 기술개발과의 연계성 등을 의미한다.

Table 2. Evaluation index and Points(SME Innovation)

Field	Evaluation index	Scoring criteria
SME innovation	Technology development suitability	35
	Appropriateness of commercialization promotion plan	30
	Competencies of research companies	25
	Workforce planning	10

공공·공사 연계 분야는 기술성(20점), 사업수행 적합성(35점), 시장성(20점), 사업주체의 역량(25점)이 평가 지표로 사용된다. 평가지표 중, 사업수행 적합성 지표의 수요기관 연계 테스트베드 추진계획의 적절성, 수요기관 요구기술의 대한 이해도 등이 기존 분야와 구분되는 부분이다.

Table 3. Evaluation index and Points(Public/public connection)

Field	Evaluation index	Scoring criteria
public/public connection	Technicality	20
	Suitability for carrying out the project	35
	Marketability	20
	Competencies of research companies	25

민간투자 연계 분야의 평가지표는 기술개발 적합성, 기술성, 시장성, 사업수행 적합성, 사업주체의 역량, 신청기업의 성장가능성으로 구성되어있다. 신청기업의 성장 가능성 지표에서 기업에 대한 투자금액 규모, 재무상태, 민간투자 유치와 신청과제와의 연계성 부분을 평가하는 것이 기존 분야와 구분된다.

Table 4. Evaluation index and Points(Private investment connection)

Field	Evaluation index	Scoring criteria
Private investment connection	Technology development suitability	5

Field	Evaluation index	Scoring criteria
	Technicality	20
	Marketability	15
	Suitability for carrying out the project	30
	Competencies of research companies	15
	Company growth potential	15

4. 선정평가 지표별 영향력 분석

4.1 자료

선정평가 지표별 영향력 분석을 위한 자료는 Table 5와 같다. 분석대상은 2021년 국토교통기술사업화지원 사업에 접수된 연구개발과제이며, 국토교통과학기술진흥원 R&D 사업관리시스템을 통해 과제명, 주관연구개발기관, 연구개발비, 기술분류 체계 등에 대한 자료를 취득하였다. 자료 검토 결과, 공공·공사 연계 분야 및 민간투자 연계 분야의 경우 선정평가 결과 접수된 연구개발과제가 모두 선정되어 분석 대상에서 제외하고 스타트업과 중소기업 혁신 분야 연구개발과제의 평가결과만을 분석 자료를 선정하였다.

Table 5. Number of R&D projects

Field	Number of projects received	Number of selected projects
Start-up	82	26
SME innovation	171	50
Public/public connection	8	8
Private investment connection	11	11

선정평가 지표 및 배점, 연구개발과제, 수행기관 등에 대한 선정평가 결과는 국토교통과학기술진흥원 R&D 사업관리시스템 및 국가과학기술지식정보서비스(N-TIS)의 자료를 이용하였다. 분석을 위한 변수는 Table. 6과 같이 정의하였으며, y 는 연구개발과제 선정 여부(0 : 미선정, 1 : 선정), x_n 는 5점 척도로 구분된 분야별 평가지표를 의미한다.

Table 6. Dataset

Variable name		Code
y	Selection result	0, 1
x_1	Appropriateness of technology development plan	0~5
x_2	Appropriateness of commercialization promotion plan	

Table 6. Continued

Variable name		Code
x_3	Competencies of research companies	0~5
x_4	Workforce planning	
x_5	Technology development suitability	
x_6	Technicality	
x_7	Marketability	
x_8	Suitability for carrying out the project	

자료의 추출 형식은 Table 7과 같다. 평가위원별 평가지표 입력 점수를 기초로 하였으며, 평가점수 산정에 반영되지 않는 최고점, 최저점을 제외하였다. 분석도구는 IBM SPSS Statistics 21을 이용하였다.

Table 7. Data format(Example)

Name	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y
A	19	4	20	16	16	1
			...			
G	17	4	20	14	16	0

4.2 분석방법

평가지표가 연구개발과제 선정에 영향을 미치는 영향력은 로지스틱 회귀분석 방법을 이용한다. 로지스틱 회귀분석은 이분형 종속변수(범주형)와 다수의 독립변수(범주형 또는 연속형)들 사이의 관계식을 추정해서 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 설명하거나 독립변수 값에 대한 종속변수의 값을 예측하고자 할 때 사용하는 분석 기법으로써 본 논문에서는 전자에 대한 분석을 위해 적용한다. 로지스틱 회귀모형은 식(1)과 같이 설정할 수 있다. Y 는 종속변수로 선정평가 결과를 의미하는 “선정”, “미선정”을 나타내는 더미변수이며, X 는 평가지표별 점수에 해당한다. β 는 회귀계수로써 독립변수가 한 단위 변화함에 따라 종속변수에 미치는 영향력의 크기를 나타낸다[13].

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (1)$$

회귀계수 β 에 대한 추정치를 b 로 가정하면, 식(1)은 식(2)와 같다.

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k + \epsilon \quad (2)$$

회귀계수 추정량 b 는 최소제곱추정량 방식에 따라 추정되며, 최소제곱추정량 방식은 식(3)에서 오차 ϵ 의 제곱의 합이 최소가 되도록 한다.

$$\sum_{k=1}^n \epsilon^2 = \sum_{k=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (3)$$

최종적으로 회귀계수 추정량 b 는 식(4), (5)와 같다.

$$b_k = \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)(y_j - \bar{y})}{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2} \quad (4)$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 - \dots - b_k \bar{x}_k \quad (5)$$

회귀 모형에 포함되는 독립변수의 개수가 많아질수록 모형의 정확도가 낮아지고 오류 확률(1종)이 증가하는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 회귀분석 전에 인공신경망 모형 중 하나인 다중 퍼셉트론 모형을 이용하여 선정평가 결과에 미치는 영향력이 낮은 변수를 사전에 제거하였다. 다중 퍼셉트론 모형은 Fig. 2와 같이 하나 이상의 은닉층을 사용하고, 처리요소들 사이의 층간 연결은 전부 정방향의 연결 형태이며 층간 연결은 없다. 입력층은 노드가 외부에서 데이터를 받으면 은닉층의 노드들에게 정보를 보내고 출력층의 노드는 받은 입력 값을 계산하여 그 값을 외부로 보내는데, 이 과정에서 노드와 노드를 연결하는 적절한 가중치를 찾기 위해 학습을 수행하고 학습을 통해 결과의 예측력을 높일 수 있다[14].

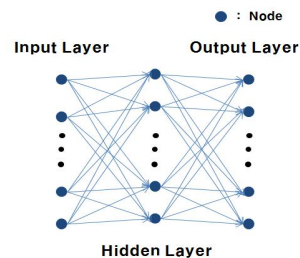


Fig. 2. Structure of Artificial Neural Network

마지막으로 변수 사이에 강한 상관관계가 존재하는 경우 다중공선성이 존재할 가능성이 높으며, 독립변수들 간에 다중공선성이 존재하면 회귀계수의 추정치들

의 분산이 커져 추정치들의 신뢰성이 낮아진다. 따라서 다중공선성이 있는 변수는 모형에서 제외시켜야 하며, 본 논문에서는 분산팽창요인(VIF) 값을 통해 이를 검토한다. 회귀 모형에 대한 적합도는 Nagelkerke R^2 값을 이용하여 검토한다.

4.3 분석결과

4.3.1 중소기업 혁신 분야

다중 레이어 퍼셉트론 모형을 이용한 평가지표별 영향력 분석결과를 도식화 하면 Fig. 3과 같다. 선의 굵기는 연결강도를 의미하며, 왼쪽은 입력층, 오른쪽은 출력층, 가운데 부분은 은닉층을 의미한다. 은닉층은 1개에 3개의 노드수로 모형이 구성되어 있다.

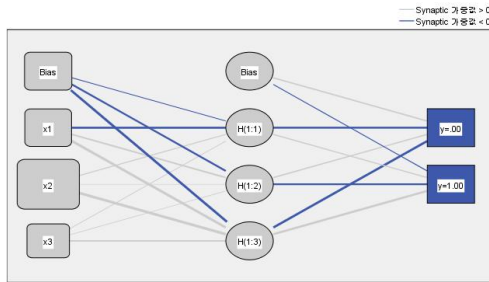


Fig. 3. Importance analysis results diagram(SME Innovation)

Table 8로부터 학습의 경우 정확도는 72.1%, 검정의 경우 75.6%로 나타났다. 예측, 학습한 결과로 검정 자료를 검정한 결과, 학습 결과의 정확도는 유사한 수준으로 나타났다.

Table 8. Data characteristics

Specimen		Prediction		
		Unselected	Selected	Accuracy(%)
Learning	Unselected	74	54	57.8%
	Selected	21	120	85.1%
	Total	35.3%	64.7%	72.1%
Verification	Unselected	34	22	60.7%
	Selected	10	65	86.7%
	Total	33.6%	66.4%	75.6%

평가지표별 영향력을 의미하는 정규화 중요도 분석 결과는 Table 9와 같다. x_2 의 중요도가 100.0%으로 가장 높으며, x_1 62.3%, x_3 54.7%의 순으로 나타났다. x_4 는 19.4%로 다른 평가지표들의 중요도 대비 2배 이

상 낮게 나타났다. 따라서 인력운영계획을 의미하는 x_4 는 제거한다.

Table 9. Importance Analysis Results(SME Innovation)

Variables	Importance	Normalization importance
x_1	0.263	62.3%
x_2	0.423	100.0%
x_3	0.232	54.7%
x_4	0.082	19.4%

회귀분석 결과는 Table 10과 같다. 모든 평가지표의 회귀계수 β 는 (+) 부호를 나타내고 있으며, 유의확률은 x_1 을 제외한 모든 평가지표가 0.05이하로 나타나 신뢰 수준 95%에서 통계적으로 유의하다. 회귀계수 β 는 특정 평가 지표간 한 단위가 증가할 경우, 평가결과 점수가 높아지는 정도를 의미한다. 변수별 해석을 하면, x_1 은 x_2 , x_3 가 일정할 때, 단위 점수 증가시 $\ln(\frac{P(selection)}{P(Unselection)})$ 의 변화량이 0.150라는 것을 의미하며, x_2 는 1.214, x_3 은 0.396로 도출되었다. 선정평가 결과에 미치는 영향이 가장 큰 평가지표는 x_2 인 사업화 추진계획의 적절성으로 나타났다. 그러나 사업화 추진계획의 적절성 지표에 대한 배점은 30점으로, 영향력이 상대적으로 낮은 기술개발 계획의 적합성(x_1) 지표보다 전체 배점이 낮게 책정되어 있다. 따라서 사업화 추진계획의 적절성 지표의 배점에 대한 상향조정이 필요할 것으로 판단된다. 반면, 사업주체의 역량(x_3)은 기술개발 계획의 적합성 지표보다 배점은 높으나, 영향력은 낮게 나타나 3개의 평가 지표간 배점 비중을 전체적으로 조정할 필요가 있다. 모형의 적합도는 모수의 추정값이 주어졌을 때, 표본 결과가 실제로 얼마나 발생하는지를 검사하여 분석하며, 로그 가능도 함수(-2LL)를 측도로 사용한다. 평가지표에 대한 영향력 분석결과를 적용하여, x_1 , x_2 , x_3 변수를 포함한 모형에 대한 적합도 분석결과 Nagelkerke R^2 는 0.291로 나타났다. 이는 모형이 평가결과를 예측할 수 있는 설명력이 약 29.1% 수준으로 설명할 수 있다. VIF 값은 모든 변수에서 5 이하로 나타나 다중공선성에 대한 존재 가능성은 매우 낮은 것으로 판단된다.

Table 10. Estimated results(SME Innovation)

Variables	B	Wald	Significance Probability	VIF
x_1	0.150	0.692	0.405	1.448
x_2	1.214	39.143	0.000	1.451
x_3	0.396	2.321	0.047	1.387
α	-6.415	45.424	0.000	-
R^2	0.291			

4.3.2 스타트업 분야

다중 레이어 퍼셉트론 모형을 이용한 평가지표별 영향력 분석결과를 도식화 하면 Fig. 4와 같다. 선의 굵기는 연결강도를 의미하며, 왼쪽은 입력층, 오른쪽은 출력층, 가운데 부분은 은닉층을 의미한다. 은닉층은 1개에 4개의 노드수로 모형이 구성되어 있다.

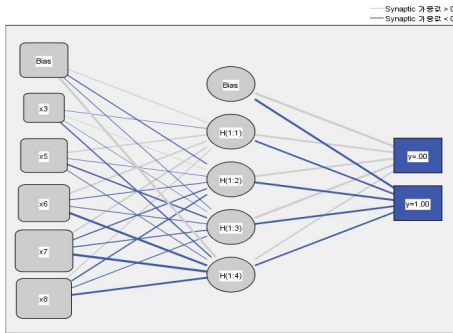


Fig. 4. Importance Analysis Results diagram(start-up)

학습의 경우 정확도는 76.4%, 검정의 경우 77.2%로, 학습한 결과로 검정 자료를 검정한 결과가 학습 결과의 정확도와 유사하게 나타났다.

Table 11. Data characteristics

Specimen		Prediction		
		Unselected	Selected	Accuracy(%)
Learning	Unselected	105	22	82.7%
	Selected	27	54	66.7%
	Total	63.5%	36.5%	76.4%
Verification	Unselected	54	6	90.0%
	Selected	15	17	53.1%
	Total	75.0%	25.0%	77.2%

마지막으로 평가지표별 영향력을 의미하는 정규화 중요도 분석결과를 Table 12와 같다. x_7 의 중요도가 100.0%로 가장 높으며, x_8 (86.3%), x_6 (65.8%), x_5

(42.6%)의 순으로 나타났다. x_3 은 10.2%로 다른 평가 지표들의 중요도 대비 매우 낮게 나타났다. 따라서 사업주체의 역량을 의미하는 x_3 은 제거한다.

Table 12. Importance Analysis Results(start-up)

Variables	Importance	Normalization importance
x_3	0.033	10.2%
x_5	0.140	42.6%
x_6	0.216	65.8%
x_7	0.328	100.0%
x_8	0.283	86.3%

회귀분석 결과는 Table 13과 같다. 모든 평가지표는 점수가 높을수록 연구개발과제가 선정되는 데에 양 (+)의 방향으로 영향을 미치며, 유의확률은 x_6 을 제외한 모든 평가지표가 0.05이하로 나타나 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의하다. 변수별 회귀계수를 살펴보면, 스타트업 분야는 중소기업 혁신 분야 대비 상대적으로 회귀계수 값의 편차가 크지 않고 유사한 수준으로 나타났다. 다만 기술성을 나타내는 x_6 이 0.085로 x_5 , x_7 , x_8 의 0.332, 0.345, 0.360 대비 다소 낮게 나타났다. 중소기업 혁신 분야에서도 기술개발 계획의 적합성 평가지표가 낮게 나타난 것에 이어 스타트업 분야에서도 기술개발과 관련된 기술성 평가지표가 낮게 나타나 이에 대한 배점 하향 조정이 필요할 것으로 판단된다. x_5 , x_6 , x_7 , x_8 변수를 포함한 모형에 대한 적합도 분석결과 Nagelkerke R^2 는 0.498로 나타났다. 이는 모형이 평가결과를 예측할 수 있는 설명력이 약 49.8% 수준인 것으로 판단할 수 있다. VIF 값은 모든 변수에서 5 이하로 나타나 다중공선성에 대한 존재 가능성이 매우 낮은 것으로 판단된다.

Table 13. Estimated results(start-up)

Variables	B	Wald	Significance Probability	VIF
x_5	0.345	5.882	0.015	1.013
x_6	0.085	2.548	0.110	1.570
x_7	0.360	20.412	0.000	1.364
x_8	0.332	16.155	0.000	1.274
α	-13.161	70.833	0.000	-
R^2	0.498			

5. 결론

국토교통기술사업화지원 사업 선정평가 지표에 대한 영향력 분석 결과, 중소기업 혁신 분야는 인력운영계획에 대한 평가지표의 영향력이 가장 낮고 사업화 추진계획의 적절성 지표의 영향력이 가장 높게 나타났다. 이를 통해 사업화 추진계획의 적절성 평가 지표의 배점을 상향 조정하여 기술개발의 적합성, 사업주체의 역량 평가 지표간 배점에 대한 차등폭을 확대하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 스타트업 분야는 기술개발 적합성, 시장성, 사업수행 적합성 지표의 영향력이 유사하게 나타났다. 반면, 기술성 평가지표는 타 지표대비 영향력이 낮게 나타나 기술성 평가지표를 대체하기 위한 지표 개발이 필요할 것으로 사료된다.

본 논문은 국토교통연구개발사업 선정평가 지표의 타당성과 배점의 적절성에 대한 최초의 분석결과를 제시한다. 분석결과는 평가 지표 연구에 대한 필요성을 입증하였으며, 나아가 국가연구개발사업 평가를 담당하는 전문기관에서 평가결과에 대한 자료를 관리 및 이용하여, 공정하고 효과적인 연구개발기관 선정을 위해 지속적으로 평가지표를 개선할 필요가 있다는 점을 시사하고 있다. 아울러, 선행사업을 잇는 후속사업을 추진하는 경우 신규 평가지표를 개발하는 것도 필요하지만, 기존 선행사업의 추진 목적, 연구성과 등을 연계해야 한다는 점에서 선행 사업에서 평가 지표의 도입 가능성을 검토하는 것이 중요하다. 따라서 선행사업 평가지표의 도입 가능성을 평가 및 검증하는 방법론이 필요하다는 점에서 본 논문의 연구방법론이 후속사업 기획 단계에서 활용가능 할 것으로 판단된다.

본 논문의 한계점은 혁신법 적용 시점(2021년)에 따라 2021년도 선정평가 결과의 자료만을 이용하여 분석 결과의 신뢰도 측면에서 문제가 발생할 수 있다. 따라서 후속사업의 총 연구기간(5년) 동안 매년 선정평가 결과 자료를 축적 및 활용하여 연단위의 추가적인 평가 지표 개선 연구를 수행할 예정이다. 아울러, 향후 사업 운영에 따른 평가지표 적용에 대한 효과가 입증된다면, 본 연구의 연구방법론 및 활용사례를 벤치마킹하여 특정 세부사업이 아닌 단위사업 또는 프로그램 사업으로 범위를 확대하여 적용 할 예정이다.

REFERENCES

- [1] KAIA. (2021). *2021 Land Transport Science and Technology R&D Project Implementation Plan*. Anyang.
- [2] NABO. (2020). *System analysis of task planning, selection and evaluation of national R&D projects*. Seoul.
- [3] Y. S. Ryu. (2019). *Proposal for innovation of national R&D evaluation system*. Seoul : KISTEP.
- [4] P. S. Jang, S. H. Oh & J. Y. Lee. (2019). *Study on Application of Data-based Selection Model of Firm R&D Support: Focusing on A.I. Methodologies*. Sejong : STEPI.
- [5] S. M. Yoon, Y. H. Lee & Y. J. Kim. (2021). A Study on the Accuracy of Research Proposal Appraisals: Measuring Expertise and Acquaintanceship of Evaluators. *Journal of Korea technology innovation society*, 24(5), 891-918. DOI: 10.35978/jktis.2021.10.24.5.891
- [6] S. H. Park, J. T. Oh & S. Y. Yong. (2020). An AHP-based Assessment Criteria Decision System for National Research and Development Tasks. *Journal of Digital Convergence*, 18(5), 405-410. DOI: 10.14400/JDC.2020.18.5.405
- [7] H. N. Oh, S. H. Oh, Y. S. Park & S. B. Han. (2019). A Study on the Appropriateness of the New Drug Development Evaluation Indicators. *The Journal of Policy Development*, 19(2), 41-73. DOI: 10.35224/kapd.2019.19.2.002
- [8] J. M. Won. (2015). *Urban traffic theory*. Seoul : Parkyoungsa.
- [9] J. M. Choi & D. M. Lee. (2017). A Study on National R&D Project Proposal Evaluation Indicator for Small-Medium Business. *Ocean Policy Research*, 32(2), 169-189. DOI: 10.35372/kmiopr.2017.32.2.007
- [10] T. I. Kim & J. Y. Song. (2016). Development of Technology and Enterprise Assessment Model for Commercialization of Public Technology. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(5), 153-163. DOI: 10.5762/KAIS.2016.17.5.153
- [11] T. E. Sung, H. H. Lee, H. E. Kim & H. W. Park. (2017). Improving the efficiency of the R&D evaluation management system to which technology valuation is applied. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 2017(11), 747-754.

- [12] KAIA. (2021). *Land Transport R&D Announcement*. <https://www.kaia.re.kr/>
- [13] J. M. Won. (2015). *Urban traffic theory*. Seoul : Parkyoungsa.
- [14] S. H. Kwon, J. W. Lee & G. H. Jung. (2017). Snow Damages Estimation using Artificial Neural Network and Multiple Regression Analysis. *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation*, 17(2), 315-325.
DOI: 10.9798/KOSHAM.2017.17.2.315

심 형 욱(Hyung-Wook Shim) [정회원]



- 2009년 8월 : 성균관대학교 전기전자과(공학학사)
- 2011년 8월 : 성균관대학교 태양광협동과정(공학석사)
- 2021년 8월 : 서울대학교 환경계획학과(도시계획학 박사)

- 관심분야 : 국가R&D 기획, 평가
- E-Mail : sim.bberry@gmail.com