



## 기후기술 융·복합 사업모델 평가를 위한 지표 개발

오상진\* · 성민규\* · 김형주\*\*†

\*녹색기술센터 정책연구부 연구원, \*\*녹색기술센터 정책연구부장

### Development of Indicators for Assessment of Technology Integrated Business Models in Climate Change Responses

Oh, Sang Jin\*, Sung, Min-Gyu\* and Kim, Hyung-Ju\*\*†

\*Researcher, Division of Policy Research, Green Technology Center, Seoul, Korea

\*\*Director, Division of Policy Research, Green Technology Center, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

Climate technology applied to address climate change requires a comprehensive review such as environmental and social acceptability in addition to economic feasibility. Not only mitigation and adaptation technologies, but also integration of climate technologies into a business model with other relevant technologies including ICT, finance, and policy instruments could enhance technical, economic, and environmental performances to respond to climate changes. However, many climate projects (and business models) are currently not designed to consider adequately complex climate-related issues. In addition, there is a lack of research on assessment systems that can comprehensively evaluate business feasibility of such models.

In this study, we developed a system consisting of nine major indicators in four fields to assess climate technology-based business models. Each indicator was weighed using the analytic hierarchy process (AHP) for systematic assessment of business models. The process can be utilized as a tool to guide improvement of climate technology business models.

*Key words:* Climate Change, Convergence, Technology, Analytic Hierarchy Process

#### 1. 서 론

근래 기후변화는 국제사회가 직면한 가장 중요한 문제로 인식되고 있다. 지구온난화를 발생시키는 동인으로 산업 활동에서 발생하는 온실가스가 주범으로 지목되고 있으며, 이로 인한 기상이변 및 재해와 같은 기후변화 피해상황들이 촉발되고 있다 (KMA, 2010; IPCC, 2014). 이러한 문제는 인류사회의 위협으로 다가오고 있으며, 국제사회에서는 당면한 문제를 해결하기 위해 유엔기후변화협약, 교토의정서, 발리행동계획, 파리협정 등을 바탕으로 정책적인 노력을 기하고 있다. 특히 파리협정에서는 온실가스 감축을 위해 선진국과 개도국이 공동으로 기후변화대응 노력에 참여하게 되며, 온실가스 감축뿐만 아니라 기후변화적응 문제, 재정, 개도국

경제발전, 빈곤퇴치, 미래세대에 대한 고려사항이 반영되어 있다 (UNFCCC, 2015; Kim, 2016)

이러한 국제 정세의 흐름 속에서 기후변화의 문제는 에너지, 물, 식량을 포함한 다양한 환경 속에서 복잡한 양상으로 인류사회에 영향을 미치며, 이를 해결하기 위한 수단도 이에 대응하여 통합적인 관점에서 접근할 필요성이 커지고 있다.

기후기술 (또는 기후변화대응기술) 또한 그 자체의 공공성에도 불구하고 많은 경우 시장에 도입되기에는 경제성이 취약한 측면이 존재하며, 이를 보완하기 위한 자원, 정책 측면에서의 지원체계가 필요한 실정이다. 이러한 여건 속에서 국내 정부차원에서 국가 계획 및 전략들을 수립하고 시행하는 등의 노력을 기울이고 있으나 기술, 자원, 정책의 요소들을 체계적으로 구축하여 사업화 영역으로 확장하는 부문에

† Corresponding author: [hjkim@gtck.re.kr](mailto:hjkim@gtck.re.kr) (173, Toegy-ro, Jung-gu, Seoul, Republic of Korea, 02-3393-3923)

Received November 15, 2018 / Revised November 28, 2018 / Accepted December 12, 2018

있어서는 미진한 형편으로 향후 국제 기후사업 관련 수주 시장 등에서 그 경쟁력을 갖추고 있지 못한 수준에 있다 (Kim et al., 2018a).

이러한 배경을 바탕으로 본 연구에서는 새로운 기후체계에서의 기후기술 융·복합 사업 모델 개발과 유망 사업 모델 선정을 위한 핵심 지표를 개발하고, 융·복합 사업 모델을 기획·설계·평가하기 위한 후속 연구 자료로 활용하고자 한다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 이론적 배경에서의 기후기술 융·복합 사업모델과 계층화 분석법을 살펴본다. 다음으로 계층화 분석법을 통해 기후기술 융·복합 사업모델을 평가하기 위한 주요 지표들을 구성하고 전문가 패널 설문을 통해 각 항목별 가중치를 결정하였다. 마지막으로 분석결과를 바탕으로 본 기후기술 융·복합 사업 모델 지표의 특징과 의미를 되새기고 향후 활용 방안과 시사점을 서술한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 기후기술 융복합 사업모델

인류가 물물교환 방식으로 제품 거래를 시작한 이래로 수많은 사업들이 등장하고 변형되어 왔으며, 근래 들어오면서 사업의 형태가 점점 진화되고 있다. 그 대표적인 것이 비즈니스 모델 (BM: business model)이다. 비즈니스 모델은 1990년대에 인터넷 기반 스타트업 기업들이 대거 등장하면서 보편화된 개념이다. 기존 전통적인 사업방식이 실체가 있는 유형의 제품 또는 시제품을 미리 생산하여 사업을 준비하는 방식이었다면, 20세기 말에 등장한 인터넷 기업들은 사업 컨셉과 아이디어를 통해 금융권으로부터 창업 투자금 (벤처캐피탈)을 보조받아 사업을 시작하는 방식을 운영하고 있다. 창업을

시작하는 사람들은 사업 아이디어는 있으나 이에 상응하는 자본금을 갖고 있지 못하므로, 자신이 펼치고자 하는 사업의 특징과 그 경제적인 효과를 금융관계자들에게 효과적으로 설명할 수 있는 도구를 갖춰야만 했다. 이러한 과정 속에서 비즈니스 모델이라는 개념이 정립되었으며, 이를 토대로 다양한 기업들이 비즈니스 표현 방식을 준용하기 시작하였다 (Lee et al., 2014; Lee, 2015)

선행연구에서는 비즈니스 모델이라는 용어를 다양하게 정의하고 있는데, 가장 먼저 개념을 제시한 폴 티머스는 그 개념을 “다양한 비즈니스 관계자들과 역할에 대한 설명을 포함하여 제품, 서비스 및 정보 흐름을 위한 아키텍처와 다양한 비즈니스 액터의 잠재적 이익과 매출의 원천들을 포함하는 개념”으로 정의하고 있다 (Timmers, 1998). 이후 다양한 학자들이 비즈니스 모델의 개념을 정의하고 있으며, Table 1 과 같이 조직이 어떻게 작동하는지를 이야기로 풀어내는 것 (Linder and Cantrell, 2000), 공급자, 유통 및 서비스 제공자, 인프라 제공자, 고객 등을 엮어주는 일종의 웹 (Magretta, 2002), 고객핵심가치-수익공식-핵심자원-핵심프로세스의 4가지의 가치들이 모여 창출하고 전달하는 방식 (Tapscott et al., 2008)으로 개념을 확장해나가고 있다.

한편 융·복합 사업 모델 또한 행위자가 고객에게 핵심자원을 통해 고객에게 가치를 제공하고 이를 통한 수익구조를 취한다는 점에서 기존의 비즈니스 모델과 공통점을 갖는다. 다만 융·복합 사업 모델은 융합이라는 특성이 반영된 사업으로서, 타 기술 및 타 산업 간의 상승적 결합을 통해 시너지 효과를 창출해낸다는 점에서 새로운 가치 창출을 이끌어낼 수 있다. 특히 기후변화부문에서의 융·복합 사업은 온실가스 감축과 적응을 위한 기술융합 사업 모델로서 신산업과 서비스를

Table 1. The definition of business model from literature

Research	Definition
Timmers (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- An architecture for the product, service and information flows, including a description of the various business actors and their roles</li> <li>- A description of the potential benefits for the various business actors</li> <li>- A description of the sources of revenues</li> </ul>
Linder and Cantrell (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organization's core logic for creating value</li> </ul>
Magretta (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Good story, it can be used to get everyone in the organization aligned around the kind of value the company wants to create</li> </ul>
Tapscott et al. (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A distinct system of suppliers, distributors, commerce service providers, infrastructure providers, and customers that use the Internet for their primary business communications and transactions</li> </ul>
Johnson et al. (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consists of four interlocking elements (customer value proposition, profit formula, key resources, key processes) that, taken together, create and deliver value</li> </ul>

창출하고 신기후체제에 대응할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 그러나 현재까지 기후변화에 관한 융·복합 비즈니스 모델은 온실가스 감축을 위한 에너지 사업 부문에 치중되어 있으며, 기후변화로 인한 사회현안을 고루 해결할 수 있는 사업 모델의 구축이 필요한 실정이다.

## 2.2 계층화 분석법

정책 평가를 위한 다양한 방법론이 있으나 본 연구에서 적용한 정책 평가 방법은 정성적인 평가 방법론으로서 계층화 분석 방법론(AHP: analytic hierarchy process)을 사용하고 있다. 계층화 분석법은 다기준의사결정 중 하나의 방법이자 1970년대 T. Saaty 교수가 개발한 예측기법으로서, 의사결정 분석과 함께 대안을 선택하거나 우선순위를 설정하는데 널리 이용되는 방법이다. Saaty는 AHP 분석을 위해 의사결정의 네 가지 단계를 제안하였으며, 이를 본 연구에 대입하면 아래와 같다 (Saaty, 2008).

- (단계 1) 기후 현안 해결을 위해 기술, 정책, 자원 요소를 융·복합한 사업모델들의 추진 우선순위를 선정하는 문제에 있어 평가 기준이 필요하다.
- (단계 2) 의사결정 계층구조를 네 개의 1계층 지표와 9개의 하위 계층 지표로 Fig. 1과 같이 구조화하였으며, Table 2의 설명과 같이 각 하위 계층 지표를 통해 상위 계층의 지표에 대한 기준을 명확히 하여 기후기술 융·복합 사업모델의 평가라는 목표를 구성한다.
- (단계 3) 각 계층 내 지표들을 쌍대 비교하는 설문을 Table 3처럼 구성하여 전문가 설문을 실시한다.
- (단계 4) 전문가 설문을 통해 얻은 각 지표의 가중치를 계산하고, 가중치로부터 기후기술 융·복합 사업모델 평가 지표의 우선순위를 도출한다.

각 요소들의 가중치는 아이겐벨류 방법을 이용하여 구할 수 있는데, 각 요소 간의 쌍대비교 값으로 구성된 대각행렬  $A$ 를 가정하고 아래와 같은 방정식을 세웠을 때  $W$ 에 해당하는 열벡터의 각 값이 요소별 가중치가 된다.

$$A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W \quad (1)$$

일관성지수 (CI, consistency index)와 일관성비율은 쌍대 비교라는 AHP의 특성상 나타날 수 있는 오류를 보완하기 위해 쌍대비교 결과가 일관성을 갖추고 있어 신뢰할 수 있는지

를 측정하는 지표이다. 위의 방정식에서 도출되는 최대 아이겐벨류  $\lambda_{\max}$  값을 이용해 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

여기서  $n$ 은 비교되는 요소의 수이자 행렬  $A$ 의 크기이며, 일관성비율 (CR, consistency ratio)은 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$CR = CI / RI \quad (3)$$

RI는 무작위지수 (random index)로, 일반적으로  $n$ 에 따라 Saaty가 제시한 숫자를 사용한다 (Saaty, 1980; Berritella et al., 2007). Saaty에 의하면 일관성비율은 일반적으로 20% 이내일 경우가 용납 가능한 범위로서, 이에 따라 본 연구에서는 일관성비율 20% 이내를 신뢰성 있는 응답 기준으로 삼았다 (Saaty, 1980).

요약하자면, AHP는 다양한 평가요소들을 주요 요소와 세부 요소로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대해 쌍대비교 (pair-wise comparison)를 통해 요소별 가중치를 도출하는 방식이다. AHP 분석은 각 대안들의 중요도를 정량적으로 산출할 뿐만 아니라 정성적 자료도 고려할 수 있다는 특징이 있으며, 수학적으로도 증명이 되어 있어 매우 과학적인 의사결정 방법론이라 할 수 있다. 또한 적용 측면에 있어서도 광범위하게 활용될 수 있으며, 개인, 기업, 연구기관 및 정부기관 등을 포함한 다양한 주체들이 정책결정 및 평가 방법으로 이용하고 있다 (Shin et al., 2005).

## 3. 평가 지표 개발

### 3.1 선행연구 조사

본 연구는 기후변화와 관련한 사회 현안을 해결하기 위하여 기후 사업모델이 기술 및 정책의 융·복합을 통해 적절한 해결책을 제시하였는지를 평가하기 위한 연구이다. 따라서 사업모델을 평가하는 지표 개발 또한 이에 중점을 두었으며, 실제 국내외 수요와 사업화의 시급성을 염두에 두었다. 이를 위해 기후변화와 관련한 사회 문제를 해결하기 위한 선행 연구들을 조사하고, 이러한 연구들을 사업이나 정책으로 시행하기 위한 평가 사례를 분석하였다.

국내외에서 기후변화와 관련하여 가장 활발한 연구가 이루어지고 있는 분야는 에너지이다. 에너지는 한 국가를 지탱

하는 근간이기 때문에 모든 국가에서 지속적으로 투자가 이루어지고 있으며, 관심도 또한 높은 편이다. 이에 기후변화에 대응하기 위한 에너지 분야의 대책으로 신재생에너지의 개발 및 이를 평가하는 지표에 대한 연구 또한 활발히 이루어져 왔다. Hong (2011)은 민간 기업의 신재생에너지 평가 항목으로 외생적 환경 지표인 관련 기술 수준과 시장 확장성, 친환경 수준, 정부 정책을 제시하였으며, 또한 내생적 환경 지표로 경제성, 발전에 대한 통제 수준 및 설비 투자 규모를 제시하여 각 항목의 가중치를 구하였다. 또한 Heo et al. (2016)은 우리나라의 신재생에너지 정책 구성 요인 분석을 통해 지원 정책, 규제 정책, 기술 정책의 세 분야에서 8가지의 평가 항목 (금융 및 세제 지원, 대국민 교육 및 홍보 지원, 탄소배출 과금 제도, 연구개발 활성화 등)을 조사하였다. 재생에너지 및 에너지효율화와 깊은 관련이 있는 스마트그리드 분야에서도 스마트그리드의 기술사업화 평가를 위해 지표를 기술, 법제도, 전략의 세 요소로 나누어 평가하고자 하였다 (Lee, 2016). 기술 지표로는 우수 기술개발 능력과 인프라 등을 제시하였으며, 법·제도 요소로는 요금, 세액, 정책의 일관성 등을, 마지막으로 전략 요인으로는 비즈니스 모델 구축 및 홍보 등을 제시하여 기술사업화를 위한 평가 항목을 구성하였다.

기후변화 적응 분야에 있어서도 평가 항목의 도입 및 중요도 산정 연구가 이루어졌는데, 대표적으로 Chae and Jo (2013)는 기후변화 적응대책의 우선순위를 도출하기 위해 계층분석법 (AHP)을 도입하여 기후변화 위험성, 정책성 및 효율성을 피해 발생 가능성 및 시점, 형평성, 민주성, 경제적 효율성 및 파급효과를 포함한 9가지 지표로 평가하였다. 또한 Shin et al. (2005)은 기후변화 적응의 한 요소인 친환경농업에 대한 정책을 정리하여 경제적 수단, 규제적 수단, 상호준

수 수단, 기술보급·연구·교육, 표시기준 및 인증, 모니터링 및 환경정보, 자율적 협정의 7가지 지표로 나타내었다.

3.2 기후기술 융·복합 사업모델 평가 지표 도출 결과

기후변화 관련 선행 문헌 조사 결과를 기반으로 기후기술 융·복합 사업모델의 정확한 평가를 위해 평가 지표를 두 계층의 계층구조로 도출하고, 전문가 자문을 거쳐 최종 확정하였다. 평가 지표는 크게 네 가지로 나누어져 있다 (Fig. 1). 첫 번째는 사업모델 (BM) 구조의 적정성으로, 모델의 완성도에 초점을 맞춘 지표이다. 본 지표의 하위 계층에서는 융·복합 기술 반영도를 통해 기후기술 융·복합이라는 기후변화 대응 분야의 새로운 접근법을 얼마나 적절히 반영하였는지 평가하였다. 이에 더하여 고객 수요 반영도라는 세부 지표를 통해 기후기술이 필요한 고객들의 수요를 얼마나 충족시킬 수 있는 모델인가를 평가함으로써 수요 기반 사업모델인지 여부를 반영할 수 있도록 하였다.

두 번째는 경제적 지속가능성이다. 본 지표는 융·복합 사업 모델이 실제 사업으로 추진 시 경제성을 담보할 수 있는지를 중점적으로 살펴본다. 본 지표는 세 개의 하위 계층 지표로 구성되어 있다. 그 중 첫 번째는 수익의 지속성으로, 사업의 주체가 본 모델을 활용한 사업을 수행하였을 때 경제적인 이익을 얻을 수 있으며, 또한 이러한 이익이 지속적으로 발생하는지를 평가하는 지표이다. 두 번째는 경제적 파급력으로, 사업을 통해 사업자의 직접적인 수익만이 아니라 고용 창출이나 현지에서의 제품 생산 비용 절감 효과 등 간접적인 경제적 효과를 일컫는다. 마지막 세부 지표는 미래시장 경쟁력으로, 미래에도 사업모델이 현지 시장에서 경쟁력이 있는지를 판별

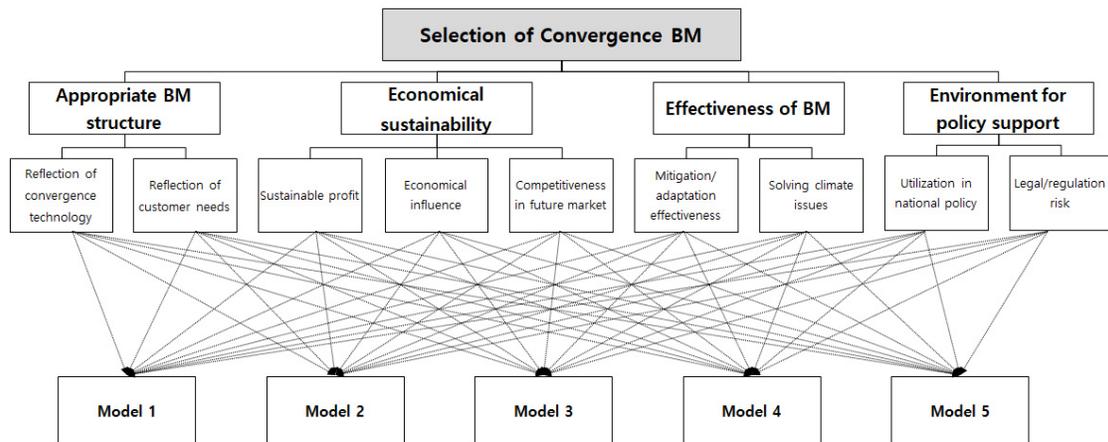


Fig. 1. Structure of analytic hierarchy process in assessment of business models (Kim et al., 2018b).

한다.

세 번째 지표는 사업모델의 실효성인데, 사업모델이 실제로 기후변화 문제 해결에 도움이 되는지를 판단하는 척도이다. 이를 위해 하위 계층에 온실가스 감축 및 기후변화 적응에 효과적인지를 판단하는 세부지표와 기후변화 관련 사회현안을 해결하는 능력을 두어 사업모델의 실질적 효과를 평가하도록 고안하였다.

네 번째는 정책 지원 환경이다. 정책적으로 사업의 추진을 지원할 수 있는 구조를 갖추고 있는지를 평가하는 지표이다. 이는 기후변화 대응 분야의 특성상 대부분의 사업이 공공의 성격을 가지고 있음을 고려한 기준이기도 하다. 본 지표에는 두 개의 하위 계층을 두었는데, 국가적인 지원을 이끌어낼 수 있는지를 평가하는 국가 정책 활용가능성과 대상국이 사업모델을 받아들일 수 있는 환경인지를 평가하는 사업 대상국의 법·제도적 위험성이 있다.

## 4. 평가 지표별 가중치 선정

### 4.1 가중치 선정을 위한 AHP 설문조사

계층 구조로서 도출된 기후기술 융·복합 사업모델 평가 지표 간의 상대적 중요도를 평가 시스템에 반영하기 위해 가중치 부여를 위한 설문지를 작성하였다. 조사 대상은 기후변화 관련 종사자 24인에게 요청하여 16인에게 답변을 받았다 (전

체 설문 회수율 66.7%). 설문 대상 전문가 분포를 살펴보면 학계에서는 5개 대학의 5인을 대상으로 하여 그 중 3인에게 응답을 받았으며 (회수율 60%), 기후변화 관련 산업계 종사자 5인 중에서는 2인으로부터 응답을 받았다 (회수율 40%). 8개 연구기관 연구자들 8인 중에서는 7인이 응답하여 87.5%의 회수율을 기록하였고 6개 공공기관의 기후변화 분야 종사자 6인은 4인이 응답함으로써 66.7%의 회수율을 보였다.

설문지 구성은 우선 기후기술 융·복합 사업모델을 발굴하기 위한 평가 지표를 하위 계층까지 설명하였다 (Table 2). 그 후 1계층의 4대 지표에 대해 9점 척도로서 쌍대비교를 통한 상대적 중요성을 질문하였다. 그 후 각 계층의 하위 지표 간의 상대적 중요도를 마찬가지로 쌍대비교를 통해 질문하는 방식으로 구성하였는데, 이에 대한 예시를 Table 3에 나타내었다.

설문 결과를 종합하기 위해 먼저 항목별 각 전문가의 응답에 대한 일관성지수 (CI)와 일관성비율 (CR)을 계산하였다. 그 후 항목별로 일관성비율이 20%를 초과하는 전문가의 응답을 합산에서 제외하였다 (Saaty, 1980). 일관성비율이 20% 이내인 전문가 응답을 대상으로 각 쌍대비교 값의 기하평균을 구하고, 이를 대각행렬로 정리 후 아이젠벨류 방법을 사용하여 엑셀을 통해 각 지표의 가중치를 계산하였다 (Berrittella et al., 2007). 이 때 대각행렬  $A$ 의 각 요소 ( $a_{ij}$ )는 쌍대비교 항목들의 가중치 ( $w_i$ ) 비율이므로, 아래와 같은 식으로 표현된다.

Table 2. Descriptions on indicators for assessment of business models (BM) (Kim et al., 2018b)

Indicator (Hierarchy 1)	Indicator (Hierarchy 2)	Description
Appropriate BM structure	Reflection of convergence technology	Technologies in the model are innovative enough to solve problems effectively.
	Reflection of customer needs	The model can further satisfy customer needs compared to conventional ones.
Economical sustainability	Sustainable profit	The model has sustainable structure with continuous profit.
	Economical influence	The model can induce economical effects including cost reduction, additional value, and employment.
	Competitiveness in future market	A market priority for product/service is available with the model.
Effectiveness of BM	Mitigation/adaptation effectiveness	GHG should be effectively reduced or people can easily adapt to climate change with the model.
	Solving climate issues	The model can resolve climate-related issues in various ways.
Environment for policy support	Utilization in national policy	The model is applicable to national policies including governmental climate cooperation projects.
	Legal/regulation risk	The model is free from regional risk of law or regulation.

Table 3. Exemplary questions in survey for assessment of business models (BM) (Kim et al., 2018b)

Hierarchy	A	A	A	A	A	Equal	B	B	B	B	B
		absolutely important	certainly important	very important	little important		little important	very important	certainly important	absolutely important	
		9	7	5	3	1	3	5	7	9	
1	(1)										(2)
	Appropriate BM structure										Economical sustainability
	(1)										(3)
	Appropriate BM structure										Effectiveness of BM
	(1)										(4)
	Appropriate BM structure										Environment for policy support
Hierarchy	A	A	A	A	A	Equal	B	B	B	B	B
		absolutely important	certainly important	very important	little important		little important	very important	certainly important	absolutely important	
		9	7	5	3	1	3	5	7	9	
2	(a)										(b)
	Reflection of convergence technology										Reflection of customer needs

Table 4. AHP analysis result for indicators of hierarchy 1 (Kim et al., 2018b)

Indicator	Weight	Priority	Eigenvalue
Appropriate BM structure	0.197	3	4.009
Economical sustainability	0.290	2	
Effectiveness of BM	0.402	1	
Environment for policy support	0.111	4	

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \tag{4}$$

이후 대각행렬 각 행의 기하평균을 구하고, 이를 정규화한 행렬 (열벡터)이 바로 가중치벡터 ( $W$ )가 된다. 각 쌍대비교행렬의 아이겐벨류 ( $\lambda_{max}$ )는 대각행렬과 가중치벡터의 행렬곱을 구한 후, 행렬곱벡터의 요소들을 가중치벡터의 요소들로 나눈 값들의 산술평균으로 구할 수 있다 (Tang et al., 2014; Yoon et al., 2018). 이를 식으로 표현하면 아래와 같다.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(A \cdot W)_i}{W_i} \tag{5}$$

### 4.2 가중치 산정 결과

설문조사에 응답한 16인 전문가의 조사 결과에 대해 각 항목별로 일관성지수와 일관성비율을 계산하였다. 계산은 쌍대비교 질문이 둘 이상인 1계층 지표에 대한 질문 및 경제적 지속가능성의 하위 계층 3개 지표를 대상으로 하였다. 1계층 지표 설문에서는 3인의 전문가가 0.2 이상의 일관성비율을 기록함으로써 가중치 산정 대상에서 제외되었다. 경제적 지속가능성의 하위 계층 3개 지표 설문에서는 1명의 전문가가 0.2 이상의 일관성비율을 기록하여 계산에서 제외하였다.

유효한 설문 응답을 바탕으로 각 계층 지표의 가중치를 계산한 결과, BM의 실효성이 0.402의 가중치로 가장 높은 우선순위를 기록하였다 (Table 4). 본 항목은 온실가스 감축 혹은 기후변화 적응 효과나 사회현안 해결력을 평가하는 지표로 사업모델의 목적성을 뚜렷이 보여준다는 측면에서 가장 높은

점수를 받았을 것으로 예상 가능하다. 다음으로 높은 가중치를 기록한 지표는 경제적 지속가능성으로, 비즈니스를 추구하는 사업모델의 특성상 경제성에 대해 높은 점수를 매긴 것으로 해석된다. BM 구조의 적정성이 가중치 0.197로 세 번째 우선순위에 자리하였으며, 정책 지원 환경은 0.111의 가중치를 기록하여 1계층 평가 지표 중 가장 중요도가 낮은 지표로 자리하였다. 이를 통해 전문가들이 사업모델을 평가할 때 모델의 목적성, 경제성 그리고 구조의 완성도를 우선적으로 여기며, 이러한 조건을 충족한 이후에 비로소 정책적인 뒷받침을 고려할 것임을 예상할 수 있다.

각 지표별 세부 항목(하위 지표)에 대한 가중치 또한 사업모델에 대한 구체적인 평가를 위해 별도로 계산하였다(Table 5). 먼저 BM 구조의 적정성 항목은 융·복합 반영도와 고객 수요 반영도로 이루어져 있다. 두 하위 지표 중에서는 고객 수요 반영도가 0.709의 압도적인 가중치를 부여 받았는데, 이로써 융·복합 사업모델의 구조를 따질 때 수요에 대한 충족이 기술 융·복합에 비해 우선적으로 여겨짐을 알 수 있다. 경제적 지속가능성을 살펴보면 세 개의 하위 지표 중 수익의 지속성 항목이 0.542의 가중치를 얻어 가장 높은 우선순위를 기록하였다. 다음으로 0.279의 가중치를 기록한 경제적 파급력과 0.178의 가중치를 기록한 미래시장 경쟁력이 뒤를 이었다. 수익의 지속성은 경제적 지속가능성을 평가할 때 직접 효과로 분류하는 항목으로, 이러한 직접 효과가 간접 효과인 경제적 파급력 항목 및 미래시장에서의 경쟁력과 비교하여 높은 우선순위를 기록함으로써 융·복합 사업모델의 평가 시 직접적인 수익의 발생 여부가 가장 중요한 지표임을 확인하였다. 다음으로 BM의 실효성은 1계층 지표 중 가장 높은 가중치를 부여받은 항목으로, 하위 지표 중에서는 감축/적응 효과가 0.613의 가중치를 기록함으로써 0.387의 가중치를 보인 사회

현안 해결력에 비교하여 우선적으로 평가되었다. 이는 부분적으로는 온실가스의 감축과 기후변화 적응이 현재 기후변화 문제를 다루는 두 축이기 때문에 직관적으로 연계가 쉬운 점이 이유로 작용하였을 것으로 분석 가능하며, 사회현안의 해결 또한 감축/적응과 동떨어져 있지 않다는 점에서 감축/적응 효과가 우선순위를 부여받은 것으로 보인다. 마지막으로 정책 지원 환경 항목에서는 국가 정책 활용가능성이 0.598의 가중치로 법·제도적 위험에 비해 높은 우선순위를 기록하였다. 이는 사업모델이 개발도상국 등 해외에 진출하여 법·제도적인 위험을 따지기 전에 국내에서 정책적으로 활용 가능한지 여부를 우선적으로 고려해야 함을 보여준다.

## 5. 결론 및 시사점

본 연구는 기후변화 대응 분야에서 기술과 정책, 재원의 융·복합을 통해 얻어지는 사업모델을 대상으로 국내외 수요와 사업화의 시급성을 고려한 평가 체계를 구축하기 위한 목적을 지니고 있다. 이를 위해 선행 연구 조사를 바탕으로 기후기술 융·복합 사업모델을 평가하기 위한 지표를 사업모델 구조의 적정성, 경제적 지속가능성, 사업모델의 실효성, 정책 지원 환경의 네 가지 유형으로 개발하였다. 사업모델 구조의 적정성에는 융·복합 기술 반영도와 고객 수요 반영도가 하위 지표로 포함되어 있으며, 경제적 지속가능성에는 수익의 지속성(직접효과), 경제적 파급력(간접효과), 미래시장 경쟁력이 있다. 사업모델의 실효성 지표로는 감축/적응 효과 및 사회현안 해결력이 있으며, 정책 지원 환경으로는 국가 정책 활용가능성과 법·제도적 위험이 하위 지표로 구성되었다.

본 평가 지표들의 가중치 산정을 위해 기후변화 대응 분야 종사자들을 대상으로 AHP 구조와 쌍대비교 문항을 포함한

Table 5. AHP analysis result for indicators of hierarchy 2 (Kim et al., 2018b)

Indicator		Weight	Priority	Eigenvalue
Hierarchy 1	Hierarchy 2			
Appropriate BM structure	Reflection of convergence technology	0.291	2	2.000
	Reflection of customer needs	0.709	1	
Economical sustainability	Sustainable profit	0.542	1	3.001
	Economical influence	0.279	2	
	Competitiveness in future market	0.178	3	
Effectiveness of BM	Mitigation/adaptation effectiveness	0.613	1	2.000
	Solving climate issues	0.387	2	
Environment for policy support	Utilization in national policy	0.598	1	2.000
	Legal/regulation risk	0.402	2	

설문조사를 실시하여 66.7%의 회수율을 기록하였다. 설문지 분석 결과, 1계층 지표에 대해서는 사업모델의 실효성이 가장 높은 우선순위를 기록하였고, 정책 지원 환경이 상대적으로 가장 낮은 가중치를 부여받았다. 각 항목의 하위 지표를 살펴보면 사업모델 구조의 적정성에 대해 고객 수요 반영도를 융·복합 기술 반영도에 비해 높게 평가하였고, 경제적 지속가능성 면에서는 수익의 지속성과 경제적 파급력이 미래시장 경쟁력보다 우선순위를 부여받았다. 사업모델의 실효성 면에서는 감축/적응 효과가 사회현안 해결력에 비해 높은 가중치를 기록하였고, 정책 지원 환경에 대해서는 국가 정책 활용가능성을 법·제도적 위험에 비해 상대적으로 우선순위에 놓았다.

전체적으로 각 상위 지표의 하위 계층에 위치한 지표들의 우선순위 산정 결과를 보면 사업모델의 고려에 있어 상대적으로 직접적인 요소인 수요 반영, 수익, 감축 및 적응 효과 등이 높은 가중치를 부여받은 것을 볼 수 있다. 또한 사업모델을 추진하기 위한 정책 환경에 있어서 국가 정책으로서의 활용도를 우선적으로 고려한 이후에 진출 대상 지역의 법·제도적 위험을 반영하는 과정을 거치는 것이 바람직할 것이라는 결론을 도출하였다. 이러한 가중치 산정 결과를 통해 기후기술 융·복합 사업모델을 구성할 때 우선적으로 고려할 요소들을 판별하였다. 그러나 다양한 기후변화 대응 분야 종사자들의 의견을 담고자 했음에도 설문 대상자의 수가 제한되었기 때문에, 향후 평가 체계의 신뢰성 향상을 위해서는 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서 개발한 기후기술 융·복합 사업모델 평가 지표는 특히 국제적으로 발생하는 기후변화 문제를 해결하기 위한 사업화에 필요한 도구로, 향후 실제 채점 방법에 대한 추가 연구가 이루어진다면 기후 현안 해결을 위해 기술, 정책, 자원 요소를 융·복합한 사업모델들의 추진 우선순위를 선정함에 있어 체계적인 채점 수단으로서 기능할 수 있다. 뿐만 아니라 추가연구를 통한 평가지표 및 체계의 보안을 통해 사업모델의 개발과정에서의 모델의 개선사항 도출을 위한 자가 평가 기구로서의 활용도 기대된다. 아울러 각 지표들은 국가 기후기술 융·복합 사업모델 추진 전략 수립 시 고려해야 할 요소로서 기능하면서 이러한 요소들의 가중치까지 제시하였기 때문에 본 연구 결과를 국가 기후기술 융·복합 사업모델 추진의 가이드라인으로 활용할 수 있을 것으로 기대한다. 따라서 향후 앞에서 서술한 한계점을 보완한 추가 연구를 통해 이러한 사업모델 평가 체계를 기반으로 대한민국의 온실가스 감축 및 기후변화 적응 기술 사업의 해외 진출을 고려한 사업 모델의 평가 및 우수한 모델의 선정에 기여함으로써 국제 사

회에서의 기후변화 대응에 실효성 있게 기여할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 녹색기술센터 주요사업 “기후기술 융합모델 발굴, 확산 방안 마련 및 4차산업혁명 연계 방안 연구 (2018)”를 발전시킨 것이다. (과제번호: R18111)

## REFERENCES

- Berritella M, Certa A, Enea M, Zito P. 2007. An Analytic Hierarchy Process for The Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts. FEEM Working Paper No.12.2007.
- Chae YR, Jo HJ. 2013. Analysis of Methodologies for Prioritizing Climate Change Adaptation Measures (in Korean with English abstract). Journal of Environmental Policy 12 (4): 23-44.
- Heo SY, Jo MS, Lee YG. 2016. Analysis of Priorities of Constructive Factors of New and Renewable Energy Policy in South Korea using Analytic Hierarchical Process (in Korean with English abstract). J Climate Change Res 9 (1): 81-90.
- Hong JM. 2011. An AHP Approach for the Importance Weight of Renewable Energy Investment Criterion in the Private Sector (in Korean with English abstract). Korean Energy Economic Review 10 (1): 115-142.
- IPCC (International Panel on Climate Change). 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. Geneva. Switzerland: 39-54.
- Johnson M, Christensen C, Kagermann H. 2008. Reinventing your business model. Harvard Business Review.
- Kim HJ, Park CH, Park DW, Lee MA, Yoon SW. 2018a. The activation measures for science and technology fusion to cope with climate change. Green Technology Center, Policy Research 2017-26.
- Kim HJ, Oh SJ, Sung MG, Ko DY. 2018b. Research on Development of Climate Technology Convergence Business Model Under 4<sup>th</sup> Industrial Revolution. Green Technology Center, 2018-006.

- KMA (Korea Meteorological Administration). 2010. Climate Change Handbook: 9-11.
- Lee GH, Kim SH, Choi JH, Cheong JH, Kang JH, Kim SJ, Park DO. 2014. Strategies for Invigorating the Convergence Business Models. STEPI. Policy Research 2014-05
- Lee GH. 2015. Policy Proposal for Invigorating the Convergence Business Models. Science & Technology Policy 25 (3): 14-21.
- Lee GW. 2016. The adoption of the Paris Convention and its response for perspective of Korea. Science & Technology Policy 26 (2): 22-27.
- Lee JS. 2016. Comparison of Commercialization Factors of Smart Grids Technologies with AHPs (in Korean with English abstract). New & Renewable Energy 12 (3): 95-103
- Linder J, Cantrell S. 2000. Changing business models: surveying the landscape. Institute for Strategic Change. Accenture.
- Magretta J. 2002. Why business models matter. Harvard Business Review 80 (5): 86-92.
- Shin YG, Kim CG, Kim TY. 2005. Priority Analysis of Environment-friendly Agricultural Policy Programs (in Korean with English abstract). Journal of Rural Development 28 (2): 39-56.
- Saaty TL. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill
- Saaty TL. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences 1 (1): 83-98.
- Tabscott D, Lowy A, Ticoll. 2000. Digital capital-harnessing the power of business webs. Boston. Harvard Business School Press.
- Tang Y, Sun H, Yao Q, Wang Y. 2014. The selection of key technologies by the silicon photovoltaic industry based on the Delphi method and AHP (analytic hierarchy process): Case study of China. Energy 75: 474-482.
- Timmers P. 1998. Business models for electronic markets. Electronic Markets 8 (2): 3-8.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2015. Paris agreement
- Yoon YJ, Cho CS, Jeon EC. 2018. A Study on the Quantitative and Evaluation Weights of National Greenhouse Gas Emission Factors in the Mineral Industry (in Korean with English abstract). J Climate Change Res 9 (1): 81-90.