

A Study on the Scale Optimization of the Korean-type Aircraft Carrier based on Efficiency Considering National Competency

Byungki Jung · Kitae Kim[†] · Sungje Park

System Analysis Center, ROK Naval Force Analysis Test Evaluation Group

국가 역량을 고려한 효율성 기반 한국형 항공모함 규모 최적화 연구

정병기 · 김기태[†] · 박성제

해군전력분석시험평가단 체계분석처

ROK Navy intends to secure the Korean-type aircraft carrier in order to effectively prepare for various future security threats. In general, the Korean national competency is considered to be at the level of having an aircraft carrier, but it is unclear what scale aircraft carrier would be appropriate. In this study, the efficiency was evaluated through the relative comparison between national competency(national power, economic power) and the scale of aircraft carriers, and the optimal scale of the Korean-type aircraft carrier that could be acquired was presented. A DEA(Data Envelopment Analysis) model was applied to aircraft carriers(19 aircraft carriers in 11 countries) currently in operation and scheduled to be possessed in the world. As input variables, CINC(Composite Index of National Capability) and GDP(Gross Domestic Product), which are the most widely used as indicators of national and economic power, and as output variables, the full-load displacement, length, and width of aircraft carriers were selected. ARIMA(short-term within 5 years) and simple regression(long-term over 5 years) were used to estimate the future national competency of each country at the time of aircraft carriers acquisition. The relative efficiency score of the Korean-type aircraft carrier currently being evaluated is 1.062, and it was evaluated as small-scale aircraft carrier compared to the national competency. Based on Korean national competency, the optimal scale of the Korean-type aircraft carrier calculated by aggregating benchmark groups, is 58,308.1 tons of full-load displacement, 279.4m in length, and 68.3m in width.

Keywords : Aircraft Carrier, National Competency, Efficiency, Data Envelopment Analysis

1. 서론

지구의 71%를 차지하고 있는 바다는 자원의 보고이자 국가적 영향력을 행사하는 수단으로 인류와 함께 공존하고 있으며, 국가 관계와 국제질서의 주요 동인으로 바다가 활용되고 있다. 역사적으로 볼 때 바다를 지배했던 해양강국이

세계질서를 주도하였고, 바다를 통해 부국으로 성장할 수 있었으며, 미래에도 바다의 중요성은 변함없을 것이다.

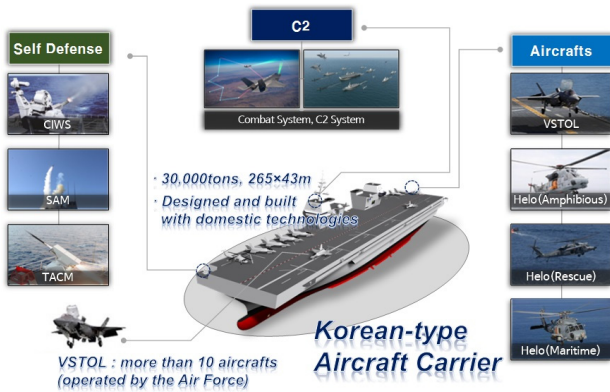
지리적 측면에서 우리나라는 반도 국가로서 삼면이 바다로 둘러싸여 있으나 북한으로 인해 육지와 연결된 북쪽으로는 외국과 통할 수 없으며, 오직 해상과 공중이 유일한 통로이다[10]. 또한, 국가 경제적 측면에서 볼 때 GDP의 82%, 수출·입 물동량의 99.7%, 원유와 철광석 수입 100%가 해상을 통해 이루어지는 등 해양 의존도 매우 높다. 이처럼 바다는 우리나라의 생명선이자 세계

Received 23 July 2022; Finally Revised 15 August 2022;

Accepted 22 August 2022

[†] Corresponding Author : navystar52@naver.com

무대로 진출하기 위한 무한한 가능성과 기회를 제공하는 출구이며[12, 15], 해양에 대한 안전보장은 필수적이라 할 수 있다. 하지만, 우리나라의 안보 환경은 다양한 위협으로 인해 불안정성과 불확실성이 증대되고 있으며, 특히, 해양안보는 국가의 기반을 이루는 모든 영역에 직접적인 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다.



<Figure 1> Specifications of Korean-type Aircraft Carrier

해군은 상륙작전을 포함한 해상작전을 주 임무로 하며 [14], 해양안보를 수호하기 위해 수상, 수중, 항공 등 다양한 전력을 확보하여 운용하고 있다. 또한, 해양을 통한 국가 경제와 국민 번영이 유지되는 대한민국의 미래를 위하여 2033년까지 한국형 항공모함(CVX, Aircraft Carrier Experimental) 확보를 추진하고 있다. 항공모함은 항공기를 탑재, 발진, 착함시킬 수 있는 능력을 갖춘 함정이며, 지상 기지로부터 멀리 떨어진 원해 상에서 군사력을 투사할 수 있는 해상 기동부대의 중심전력이다. 이러한 한국형 항공모함은 이지스 구축함과 3,000톤급 중형 잠수함에 이어 우리 군의 능력을 획기적으로 향상할 수 있는 강한 전투력의 상징이자 합동전력이 될 것이다. 현재 해군이 구상하고 있는 한국형 항공모함[19]은 <Figure 1>과 같이 길이 약 265m, 폭 약 43m, 배수량 약 3만 톤급의 함정이다. 수직이착륙기와 구조 헬기, 해상작전 헬기 등 다양한 항공기를 동시에 탑재할 수 있는 능력을 보유하고, 국내 기술로 개발되는 지휘 통제체계와 자체 방호체계를 탑재하며, 우리나라 조선소의 설계 및 건조능력을 활용하여 건조할 예정이다. 한국형 항공모함을 확보하는 데 ‘우리나라의 국력이면 어느 정도 수준의 항공모함을 보유할 수 있는가, 우리나라 국가 경제력이면 항공모함 건조 비용을 감당할 수 있는가, 우리나라 역량을 고려할 때 항공모함이 과도한 전력은 아닌가 등’의 다양한 논쟁이 이루어지고 있다[7]. 이러한 논란을 해소하고, 확보의 당위성과 국민적 공감대를 확산하기 위해서는 우리나라의 역량을 고려한 한국형 항공모함의 규모 최적화가 요구된다. 이는 정성적이 아닌 과학적·체계적 방법을 이용하여

결과를 정량적으로 제시함으로써 명확한 인식을 가능케 할 것이다.

효율성의 정의가 다양하지만, Drucker[3]는 ‘올바르게 일을 처리하는 것’, Fare and Grosskoff[4]는 ‘자원을 투입하여 결과물을 어떻게 창출해내는가’라고 하였다. 즉, 효율성은 ‘투입에 대한 산출의 비율’이며, 효율성 수준을 절대적으로 평가하기는 어려우므로 비교를 통해 상대적으로 효율적인지, 비효율적인지를 평가해야 한다. 만약 상대적으로 비효율적이라면 투입과 산출 중 어느 측면에서 비효율적인지, 비효율의 정도가 얼마나 되는지에 대한 객관적 확인이 가능해지며, 이는 효율적으로 되기 위한 대책 마련에 도움을 줄 것이다. 본 연구에서는 효율성에 기반하여 국가 역량을 고려한 한국형 항공모함의 규모를 최적화하고자 한다. 항공모함을 보유 또는 보유할 예정인 국가별 역량과 항공모함의 규모를 대상으로 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 이용하여 한국형 항공모함 규모의 효율성을 평가하고, 효율성을 향상할 수 있는 목표 수준을 제시하고자 한다. 효율성을 평가하기 위한 의사결정 단위와 투입 및 산출변수를 선정하고, 수리모형을 선형계획법(Linear Programming) 기반으로 구축한다. 한국형 항공모함 규모의 상대적 효율성을 측정하고, 국가 역량을 고려하여 한국형 항공모함의 최대 목표 규모를 제시한다.

DEA 모형은 투입과 산출 관계의 확인이 명확하지 않고, 재무지표로 성과를 표현하기 어려운 공공 분야, 비영리기관 등의 효율성을 평가하는 데 널리 활용되었다. Charnes[2]는 미국의 공립학교 교육 실험 프로그램(Project Follow Through) 효율성을 평가하였고, Kim and Lim[11], Park et al.[18], Karadayi and Ekinci[8]는 우리나라, OECD, EU 국가들의 R&D 사업 효율성 평가에 적용하였다. Lewin and Morey[13]는 미국 해군의 43개 지역별 모병 사무소에 대한 효율성을 평가하였고, Jeon and Kang[6]은 육군의 단위부대 운영 효율성을 평가하였다. Namet al.[16]은 해군 전투함정의 효율성 평가를 통해 작전사 최우수 전투함정을 선발하였으며, Kim and Lim[9]은 해군 장교 진급 대상자의 인사자료평가에 활용방안을 연구하였다. 이처럼 데이터를 기반으로 효율성 평가에 널리 사용되는 DEA 모형을 이용함으로써 체계적·과학적 분석이 가능해지며, 이를 기반으로 한 결과는 객관성·신뢰성의 확보가 가능할 것이다.

2. DEA 모형 구축

2.1 의사결정 단위 선정

DEA 모형은 데이터에 대한 책임을 갖는 개별 단위 또

는 단위의 집합인 의사결정 단위(Decision Making Unit)가 필요하다. 의사결정 단위는 비록 상호 차이가 있을 수 있으나, 같은 목표를 달성하기 위해 노력하고, 투입과 산출이 일치하는 동질적인 집단으로 구성되어야 한다.

<Table 1> Decision Making Units

Nations	Aircraft Carriers
China	Type 001(Liaoning), Type 002(Shandong)
France	Charles de Gaulle
India	Vikramaditya, Vikrant
Italy	Giuseppe Garibaldi, Cavour, Trieste
ROK	CVX
Russia	Kuznetsov
Spain	Principe de Asturias, Juan Carlos I
Thailand	Chakri Naruebet
Turkey	Anadolu
UK	Queen Elizabeth
USA	Gerald R. Ford, Nimitz, America, Wasp

이러한 기준을 바탕으로 평가대상인 의사결정 단위는 현재 항공모함을 보유하고 있거나 보유 예정인 국가 중에서 고정익 항공기의 탑재와 운용을 할 수 있는 항공모함(상륙 강습함 포함)이 대상이며, <Table 1>과 같이 총 11개 국가의 19개 항공모함을 선정하였다. 일부 국가의 경우 여러 척의 항공모함을 보유하고 있으나, 항공모함의 수량은 국가별로 처한 안보 상황을 고려하여 결정된다. 따라서 본 연구는 1척의 한국형 항공모함 규모를 산출하고자 하므로 항공모함의 수량은 고려하지 않았으며, 국가별 항공모함 종류를 기반으로 접근하였다.

2.2 투입 및 산출변수 선정

DEA 모형의 장점 중 하나는 효율성과 함께 비효율적인 변수, 그리고 개선 방향을 제시해주는 것이다. 따라서 투입 및 산출변수의 선정은 중요한 과정이고, 제한된 변수는 투입과 산출을 모두 나타낼 수 없어 대표성을 갖는 변수로 선정해야 한다. 효율성에 기반한 항공모함 규모를 평가하기 위하여 투입변수는 국가 역량이며, 국력과 경제력을 선정하였다. 또한, 산출변수는 항공모함의 규모이고, 만재배수량, 길이, 폭을 선정하였으며, 선정된 투입 및 산출변수는 <Table 2>와 같다.

투입변수는 국가별 항공모함 전력화 시기의 국가 역량을 적용하였다. 국력은 한 국가가 지닌 정치, 경제, 문화, 군사 등 모든 방면의 힘이며, 이를 지수화한 국가역량종합지수(CINC, Composite Index of National Capability)를 활용하였는데, 국력이 높으면 자국의 목적에 부합되도록 상대국의

행태에 영향을 미칠 수 있다[17]. 경제력은 생산력이나 축적된 자본 따위를 종합한 힘이며, 경제력을 나타내는 지표로 널리 사용되는 국내총생산(GDP, Gross Domestic Product)을 활용하였는데, 국력의 성장과 강력한 군사력을 건설하는데 있어 경제력은 가장 기본적인 요건이다.

<Table 2> Input and Output Variables

Contents	Variables	Factors
Input	National Power	CINC(Composite Index of National Capability)
	Economic Power	GDP (Gross Domestic Product)
Output	Full-load Displacement	weight of the carrier with full load
	Length	distance between bow and stern
	Width	distance between port and starboard

산출변수로 만재배수량은 항공모함이 최대로 탑재하였을 때의 중량이며, 탑재능력이 우수하면 다수의 항공기로 다양한 군사적 활용이 가능해진다. 길이는 항공모함의 함수~함미까지 총 거리이며, 길이가 길수록 비행갑판에서의 안전한 항공기 이·착륙이 쉬워진다. 폭은 항공모함의 좌현~우현까지 총 거리이며, 폭이 넓을수록 비행갑판에서의 신속한 항공기 운용이 가능해진다.

2.3 수리모형 구축

선형계획법(Linear Programming) 기반의 효율성 측정방법인 DEA 모형은 다수의 투입변수와 산출변수 데이터를 이용하여 효율성 경계(Frontier)를 도출하고, 의사결정 단위들이 얼마나 경계로부터 떨어져 있는지를 측정하여 상대적 효율성을 평가한다. 본 연구에서는 주어진 관측자료를 바탕으로 투입이 증가하더라도 일정한 비율로 산출이 증가하지 않는 격차의 가변성(VRS, Variable Return to Scale)을 만족하고, 의사결정 단위인 항공모함 규모의 상대적 효율성을 측정하기 위한 DEA-BCC 승수모형(Multiplier Model)을 구축하였으며, 식 (1)~식 (5)와 같다.

[Notations]

E_k : 측정대상 k 의 효율성 값

θ_k : 측정대상 k 의 기술 효율성 값

x : 투입변수

y : 산출변수

v : 투입변수의 가중치

u : 산출변수의 가중치

i : 투입변수의 수

r : 산출변수의 수

j : 의사결정 단위의 수

k : 측정대상
 c_k : 측정대상 k 의 규모에 대한 보수지표
 λ : 참조된 의사결정 단위의 가중치

$$\text{Maximize } E_k = \sum_{r=1}^3 u_{kr}y_{kr} - c_k \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{r=1}^3 u_{kr}y_{jr} - \sum_{i=1}^2 v_{ki}x_{ji} - c_k \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, 19 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^2 v_{ki}x_{ki} = 1 \quad (3)$$

$$u_{kr} \geq 0, \quad r = 1, 2, 3 \quad (4)$$

$$v_{ki} \geq 0, \quad i = 1, 2 \quad (5)$$

목적식인 식 (1)은 격차의 가변성을 감안하여 효율성 값을 최대화하는 것이며, 제약식인 식 (2)는 산출이 투입을 초과할 수 없음을 의미한다. 식 (3)은 투입의 합을 1로 제약함으로써 효율성이 투입에 대한 산출의 비율인 비선형(Nonlinear) 목적식을 선형으로 변환할 수 있다. 식 (4), 식 (5)는 결정변수인 투입 및 산출변수의 가중치가 양수임을 나타낸다. 또한, 투입 및 산출변수 가중치 u, v 는 수리모형 내에서 의사결정 단위의 데이터를 고려하여 평가대상의 효율성이 최대가 되는 값으로 결정된다. DEA-BCC 승수모형에 쌍대이론(Duality Theory)을 적용하여 산출기준 DEA-BCC 포락모형(Envelopment Model)으로 변형하였고, 식 (6)~식 (10)과 같다.

$$\text{Minimize } \theta_k \quad (6)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{19} x_{ij}\lambda_j \leq \theta_k x_{ki}, \quad i = 1, 2 \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{19} y_{jr}\lambda_j \geq y_{kr}, \quad r = 1, 2, 3 \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{19} \lambda_j = 1 \quad (9)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad \forall j \quad (10)$$

목적식인 식 (6)은 분석대상의 기술 효율성 값을 최소화하는 것이며, 제약식인 식 (7), 식 (8)은 효율성이 되는 투입물과 산출물의 수준을 의미한다. 식 (9)는 순수 기술 효율성을 측정하기 위하여 볼록성 조건을 부여한 것이며, 식 (10)은 의사결정 단위의 가중치가 양수임을 나타낸다. 이 모형을 이용하면 투입량을 고정한 후 산출량을 최대화하는 비율을 도출함으로써 의사결정 단위의 상대적 효율성 측정과 목표를 제시할 수 있다.

3. 데이터 구축

3.1 국가 역량

투입변수인 국가 역량으로는 국력과 경제력을 선정하였으며, 국력 데이터는 국가역량종합지수를 활용하였다. 국가역량종합지수는 국력을 지수화하여 나타낸 것으로 COW(Correlates of War) 프로젝트[1, 20]에서 개발하였으며, 가장 널리 사용된다. 국력을 측정하기 위한 기본지표로 <Table 3>과 같이 인구, 산업, 군사 등 3개 분야, 6개 항목의 국가별 보유량을 기반으로 산정한다. COW의 6개 지표를 단일지수로 종합한 것이 국가역량종합지수이며, 6개 항목별 보유량을 보유비율로 환산한 후 식 (11)과 같이 해당 국가별로 각 항목의 보유비율 산술평균을 산출한 값이며, 항목별 비중은 동일하다.

<Table 3> Measures of National Power

Contents	Factors
Population	the total population
	the population of cities more than 20,000 people
Industry	steel production volume
	energy consumption (converted to coal consumption)
Military	the number of regular troops
	military expenditure(in dollars)

[Notations]

$CINC_k$: k 국가의 국가역량종합지수

P_{tk} : k 국가의 총인구

P_{ck} : k 국가의 도시 인구

E_{ik} : k 국가의 철강 생산량

E_{ck} : k 국가의 에너지 소비량

M_{pk} : k 국가의 정규 군 병력

M_{ck} : k 국가의 군사비

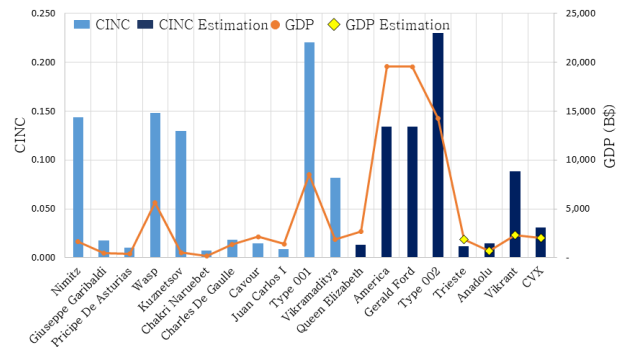
n : 총 국가 수

$$CINC_k = \left[\frac{P_{tk}}{\sum_{j=1}^n P_{tj}} + \frac{P_{ck}}{\sum_{j=1}^n P_{cj}} + \frac{E_{ik}}{\sum_{j=1}^n E_{ij}} + \frac{E_{ck}}{\sum_{j=1}^n E_{cj}} + \frac{M_{pk}}{\sum_{j=1}^n M_{pj}} + \frac{M_{ck}}{\sum_{j=1}^n M_{cj}} \right] / 6 \quad (11)$$

경제력은 국내총생산을 활용하였는데, 이는 일정 기간

한 국가에서 생산된 재화와 용역의 시장 가치를 모두 합한 것이다. 국내총생산 자료는 세계은행(The World Bank)에서 발표한 세계개발지표 2020(World Development Indicators 2020)을 활용하였다[21].

국가역량종합지수 1816~2016년, 국내총생산 1900~2020년의 기초자료를 수집하였고, 국가별 항공모함 전력화 시기의 국력과 경제력을 추정하기 위해 계열 분석(Time-series Analysis)을 하였다. 관측자료와 추정자료의 오차를 최소화하는 추정방법을 선정하였으며, 5년 이내의 단기간 추정은 자기 회귀 누적 이동평균법(ARIMA, Auto Regressive Integrated Moving Average), 5년 이상 장기간 추정은 단순 회귀(Simple Regression)를 적용하였다. 국가역량종합지수는 2017년 이후 전력화되는 7개국 8개 항공모함, 국내총생산은 2021년 이후 전력화되는 4개국 4개 항공모함을 대상으로 <Figure 2>와 같이 추정하였다.



<Figure 2> Estimation of Future National Competency

3.2 국가별 항공모함 규모

산출변수인 항공모함 규모는 만재배수량, 길이, 폭을

<Table 4> Data of National Competency and Aircraft Carrier Scale

	CINC	0.134		CINC	0.144		CINC	0.134
	GDP	19,543B\$		GDP	1,685B\$		GDP	19,543B\$
	F.D.	101,605t		F.D.	92,955t		F.D.	44,449t
	Length	332.8m		Length	332.9m		Length	260.7m
	Width	78m		Width	76.8m		Width	32.3m
Gerald R. Ford(2017)			Nimitz(1975)			America(2017)		
	CINC	0.148		CINC	0.013		CINC	0.018
	GDP	5,642B\$		GDP	2,699B\$		GDP	1,376B\$
	F.D.	41,302t		F.D.	65,000t		F.D.	42,500t
	Length	253.2m		Length	282.9m		Length	261.5m
	Width	31.8m		Width	70m		Width	64.4m
Waspi(1989)			Queen Elizabeth(2017)			Charles de Gaulle(2001)		
	CINC	0.220		CINC	0.230		CINC	0.130
	GDP	8,532B\$		GDP	14,280B\$		GDP	517B\$
	F.D.	58,500t		F.D.	70,000t		F.D.	59,100t
	Length	306.5m		Length	315m		Length	302.2m
	Width	70m		Width	75m		Width	70m
Type 001(2012)			Type 002(2019)			Kuznetsov(1990)		
	CINC	0.017		CINC	0.015		CINC	0.011
	GDP	452B\$		GDP	2,191B\$		GDP	1,871B\$
	F.D.	13,850t		F.D.	27,400t		F.D.	36,000t
	Length	180.2m		Length	244m		Length	245m
	Width	30.4m		Width	39m		Width	36m
Giuseppe Garibaldi(1985)			Cavour(2009)			Trieste(2022)		
	CINC	0.010		CINC	0.009		CINC	0.081
	GDP	376B\$		GDP	1,421B\$		GDP	1,857B\$
	F.D.	17,464t		F.D.	27,079t		F.D.	45,400t
	Length	195.9m		Length	230.8m		Length	283m
	Width	24.3m		Width	32m		Width	51m
Principe de Asturias(1988)			Juan Carlos I (2010)			Vikramaditya(2013)		
	CINC	0.088		CINC	0.015		CINC	0.007
	GDP	2,331B\$		GDP	674B\$		GDP	150B\$
	F.D.	40,642t		F.D.	27,514		F.D.	11,485t
	Length	262.5m		Length	230.8m		Length	182.6m
	Width	60.8m		Width	32m		Width	30.5m
Vikrant(2023)			Anadolu(2022)			Chakri Naruebet(1997)		

선정하였으며, 현재 항공모함을 보유하고 있거나 보유 예정인 국가 중에서 고정익 항공기의 탑재와 운용을 할 수 있는 항공모함(상륙 강습함 포함)을 대상으로 세계의 군함, 항공기, 무기체계 데이터가 수록된 IHS Jane's[5]를 활용하였다.

본 연구에 활용한 국가별 국력과 경제력, 항공모함별 만재배수량, 길이, 폭 데이터는 <Table 4>와 같다.

4. 결과 분석

본 연구에서는 국가 역량을 고려한 한국형 항공모함의 규모를 최적화하기 위해 효율성 평가를 수행하였다. 투입변수 2개, 산출변수 3개를 선정하였고, 현실적인 분석이 가능하도록 가변규모수익모형인 산출기준 DEA-BCC 모형을 구성하였다. 이후 항공모함 규모의 상대적 효율성을 평가하고, 참조집단을 산출한 후 국가 역량에 부합하는 한국형 항공모함의 최적 규모를 제시하였으며, 분석절차는 <Figure 3>과 같다.

4.1 효율성 기반 국가별 항공모함 규모 평가

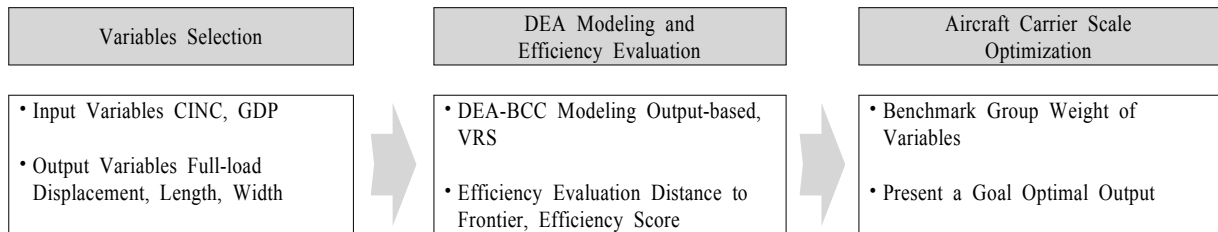
DEA-BCC 모형을 이용하여 상대적 효율성을 기반으

로 국가별 항공모함 규모를 평가하였으며, 효율성 평가 프로그램인 EMS(Efficiency Measurement System)를 활용하여 평가한 결과는 <Table 5>와 같다. ‘효율성 점수 = 1’은 투입량 대비 최대의 산출량을 달성한 것이고, ‘효율성 점수 > 1’은 투입량 대비 산출량이 부족함을 의미하며, 이 경우에는 참조집단을 통해 투입량 대비 최대 산출량을 확인할 수 있다.

의사결정 단위인 11개 국가의 19개 항공모함의 규모를 효율성에 기반하여 평가한 결과 8개 항공모함(42%)의 효율성 점수가 1점을 나타내어 국가 역량 대비 항공모함의 규모가 효율적으로 평가되었다. 또한, 11개 항공모함(58%)은 효율성 점수가 1점을 초과하였으며, 이는 투입 및 산출변수를 동일하게 고려하였을 때 상대적으로 비효율적임을 의미하는 것이다.

4.2 한국형 항공모함 규모 최적화

한국형 항공모함의 효율성 점수는 1.062점으로 규모가 비효율적이며, 이는 국가 역량을 고려하였을 때 작은 규모의 항공모함임을 확인할 수 있었다. 국가 역량을 고려한 효율성 기반 한국형 항공모함의 규모를 최적화하기 위하여 참조집단을 활용하였다. 참조집단은 DEA 모형에서 제시해주며, ‘효율성 점수 = 1’인 의사결정 단위 중에



<Figure 3> Procedure of Analysis

<Table 5> Efficiency Score of Decision Making Units

Nations	Aircraft Carriers	Efficiency Score	Nations	Aircraft Carriers	Efficiency Score
USA	Gerald R. Ford	1	Italy	Trieste	1.035
USA	Nimitz	1	ROK	CVX	1.062
UK	Queen Elizabeth	1	India	Vikramaditya	1.072
France	Charles de Gaulle	1	China	Type 001(Liaoning)	1.086
Russia	Kuznetsov	1	Italy	Cavour	1.119
Spain	Juan Carlos I	1	Italy	Giuseppe Garibaldi	1.178
Thailand	Chakri Naruebet	1	India	Vikrant	1.187
Turkey	Anadolu	1	USA	America	1.277
Spain	Principe de Asturias	1.032	USA	Wasp	1.315
China	Type 002(Shandong)	1.035			

서 한국형 항공모함과 투입량이 유사한 항공모함이다. 이를 통해 의사결정 단위의 비효율 변수와 정도의 측정이 가능하고, 효율성을 향상하기 위한 목표 수준도 설정할 수 있다.

한국형 항공모함의 규모 최적화를 위한 참조집단은 Nimitz, Queen Elizabeth, Charles de Gaulle의 3개 항공모함이며, 참조집단의 가중치는 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Weights of Benchmark Group

Aircraft Carrier	Weights
Nimitz	0.1203
Queen Elizabeth	0.4328
Charles de Gaulle	0.4469

상대적으로 비효율적인 한국형 항공모함의 규모가 효율적으로 되기 위해서는 Nimitz 항공모함에 가중치 0.1203, Queen Elizabeth 항공모함에 가중치 0.4328, Charles de Gaulle 항공모함에 가중치 0.4469를 적용하여 산출할 수 있다. 국가 역량을 고려한 효율성 기반 한국형 항공모함의 최적 규모는 <Table 7>과 같이 만재배수량 58,308.1톤, 길이 279.4m, 폭 68.3m이다.

<Table 7> Optimal Scale of Korean-type Aircraft Carrier

Contents	Scale
Full-load Displacement	58,308.1t
Length	279.4m
Width	68.3m

5. 결 론

본 연구에서는 국가 역량을 고려한 효율성 기반 한국형 항공모함의 규모를 최적화하였다. 현재 항공모함을 보유 또는 보유할 예정인 총 11개 국가 19개 항공모함을 대상으로 국가별 역량과 항공모함의 규모 데이터를 구축하였으며, 투입이 증가하더라도 일정한 비율로 산출이 증가하지 않는 격차의 가변성이 반영된 DEA-BCC 모형을 적용하였다. 투입변수인 국가 역량은 국력과 경제력, 산출변수인 항공모함의 규모는 만재배수량, 길이, 폭을 선정하였다.

국가 역량을 고려한 효율성 기반 항공모함의 규모를 평가한 결과 8개 항공모함(42%)의 규모가 효율적이었고, 11개 항공모함(58%)은 상대적으로 비효율적인 것으로 평가되었다. 특히, 한국형 항공모함의 효율성 점수는 1.062점으로 국가 역량을 고려하였을 때 작은 규모의 항공모함을 확인하였다. 3개의 참조집단 Nimitz, Queen Elizabeth, Charles

de Gaulle을 활용하여 규모를 최적화하였으며, 국가 역량을 고려한 효율성 기반 한국형 항공모함의 최적 규모는 만재배수량 58,308.1톤, 길이 279.4m, 폭 68.3m이다. 실제 항공모함의 규모를 결정하기 위해서는 안보 환경, 군사 및 비군사적 임무, 기반 여건 등 다양한 분야에 대한 고려가 함께 이루어져야 하며, 본 연구를 통해 우리나라가 한국형 항공모함을 확보할 수 있는 충분한 국가 역량을 보유하고 있음을 확인할 수 있었다.

미국과 같이 일부 국가는 항공모함 여러 척을 보유하고 있으므로 향후에는 국가가 보유한 항공모함 총량을 기준으로 한 연구가 이루어져야 한다. DEA 모형은 다수의 투입과 산출이 존재하는 의사결정 단위의 상대적인 효율성 평가에 매우 유용하며, 비효율적으로 평가된 경우 이를 개선하는 방향이나 목표도 설정할 수 있다. 정부, 공공기관, 군 등과 같은 영리를 추구하지 않는 특수한 조직의 효율성 평가 방법으로 활용할 수 있을 것이다.

References

- [1] Bennett, D.S. and Stam, A.C., EUGene: A Conceptual Manual, *International Interactions*, 2000, Vol. 26, No. 2, pp. 179-204.
- [2] Charnes, A., Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through, *Management Science*, 1981, Vol. 27, No. 6, pp. 668-697.
- [3] Drucker, F.P., *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*, Harper & Row, 1974.
- [4] Fare, R. and Grosskopf, S., Measuring Productivity: A Comment, *International Journal of Operations & Production Management*, 1994, Vol. 14, No. 9, pp. 83-88.
- [5] IHS Jane's(Jane's Information Service), www.janes.com.
- [6] Jeon, G.W. and Kang, S.J., Managerial Efficiency Evaluation for Military Units by using IDEA Model, *Korean Journal of Policy Analysis Evaluation*, 2005, Vol. 15, No. 3, pp. 113-134.
- [7] Jeong, K.W., National Security and Construction of Light Aircraft Carrier: Focusing on Startegic and Operational Aspects, *Military Forum, Korea Association of Military Studies*, 2021, Vol. 108, pp. 178-201.
- [8] Karadayi, M.A. and Ekinci, Y., Evaluating R&D Performance of EU Countries using Categorical DEA, *Technology Analysis and Strategic Management*, 2019, Vol. 31, No. 2, pp. 227-238.
- [9] Kim, K.T. and Lim, Y.J., A Study on the Evaluation of Naval Officer Personnel Data using DEA, *Journal*

- of the Korea Management Engineers Society, 2019, Vol. 24, No. 3, pp. 1-12.
- [10] Kim, K.T. and Lim, Y.J., A Study on the Measuring of Combat Effectiveness for Naval Frigates using Analytic Hierarchy Process, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2021, Vol. 44, No. 1, pp. 9-16.
- [11] Kim, Y.H. and Kim, S.G., An Analysis on the R&D Productivity and Efficiency of Korea: Focused on Comparison with the OECD Countries, *Journal of the Technology Innovation*, 2011, Vol. 19, No. 1, pp. 1-27.
- [12] Lee, I.H., 5-year Plan for Shipping Reconstruction and Established Ocean Promotion Corporation, *Maritime Korea*, 2018, Vol. 543, pp. 20-21.
- [13] Lewin, A.Y. and Morey, R.C., Measuring the Relative Efficiency and Output Potential of Public Sector Organizations: An Application of Data Envelopment Analysis, *International Journal of Policy Analysis and Information Systems*, 1981, Vol. 5, No. 4, pp. 267-285.
- [14] Ministry of Government Legislation, Act on Organization of National Armed Forces, 2011, Ver. 10821(3).
- [15] Ministry of Oceans and Fisheries, 5-year Plan for Shipping Reconstruction, 2018.
- [16] Nam, Y.K., Kim, K.T., Cho, S.J., and Hong, Y.G., Selection of the Best Naval Vessel and Presentation of the Improvement Target for War Preparations by using DEA, *Journal of the Korea Management Engineers Society*, 2012, Vol. 17, No. 1, pp. 1-13.
- [17] Organski, A.F.K., *World Politics*, Knopf, 1958.
- [18] Park, S.J., Kim, K.H., and Jeong, S.K., The Study on the Analysis of Efficiency of Government R&D Programs Regarding to the S&T Outcomes, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 2011, Vol. 14, No. 2, pp. 205-222.
- [19] ROK Navy Headquarters, Light Aircraft Carrier Identified by Q&A, 2021.
- [20] Singer, J.D., *The Correlates of War II: Testing Some Realpolitik Models*, The Free Press, 1979.
- [21] The World Bank, World Development Indicators 2020, <http://www.correlatesofwar.org>.

ORCID

Byungki Jung | <https://orcid.org/0000-0001-5071-4894>
 Kitae Kim | <https://orcid.org/0000-0001-7824-0336>
 Sungje Park | <https://orcid.org/0000-0001-6993-6171>