JOURNAL OF RADIATION INDUSTRY

Technical paper

16(4) : 559-565 (2022)
https://doi.org/10.23042/radin.2022.16.4.559

SMR 인허가 관점에서 국내 원자력 안전규제 개선에 관한 고찰

김재현[1,*], 정승교[1], 박영인[1]

[1]대우조선해양(주)

A Study on the Improvement of Korean Nuclear Safety Regulation from Small Modular Reactor License Perspective

Jae Hyun Kim[1,*], Seung Kyo Jeong[1] and Young In Park[1]

[1]DAEWOO Shipbuilding & Marine Engineering Co., LTD., 96, Baegot 2-ro, Siheung-si, Gyeonggi-do 15011, Republic of Korea

Abstract In the current situation where energy supply and demand is difficult around world, SMR has emerged as an alternative to achieving energy independence and carbon neutrality. In an effort to, more than 70 different SMR models are being developed around the World. SMR, which reflects next-generation technology, has different design characteristics such as nuclear fuel and safety systems from the current operating nuclear power plants, so it is necessary to establish a specific safety regulation system. Therefore, this study examined the trends of SMR R&D and investigated and analyzed the trends of IAEA, the United States, and Canada, which are preemptively establishing SMR licensing systems, to suggest the direction of establishing SMR licensing in Korea. Through this study, it is necessary to improve laws, systems, and regulations by grasping global research trends in the preparation of Korea's SMR licensing system. In addition, it is necessary to create an industrial ecosystem in which various subjects can participate. It is judged that it is urgent to prepare a preemptive licensing system to preoccupy the global market in the future.

Key words: SMR, Small modular reactor, Nuclear safety regulation, Reactor safety, License

1. 서 론

2022년 7월 EU 집행위원회에서는 녹색분류체계에 원자력 발전을 포함시켰으며, 이로 인하여 탄소중립 달성을 위한 에너지원으로 원자력의 역할이 재조명되고 있다. 특히 세계 각국에서는 SMR 관련 지원책을 수립 및 추진 중이다. 우리나라에서도 한국형 녹색분류체계에 소형모듈원자로(SMR; Small Modular Reactor)를 비롯한 원자력 핵심기술 연구·개발·실증이 포함되어있으며, 120대 국정과제에도 원자력산업 생태계 강화의 일환으로 독자 SMR 노형 개발을 포함하여 차세대 원전기술 확보를 위해 노력중이다.

이렇게 세계적으로 관심이 대두되고 있는 SMR은 일반적으로 원자로의 부품을 공장에서 모듈형으로 생산하여 현장에서 쉽게 조립할 수 있도록 설계한 전기출력 300 MWe 이하의 원자로를 지칭한다[1]. SMR은 기존의 대형 원전보다 피동 안전성(passive safety)이 향상된 동시에 탄력적인 운영이 가능하며 초기 투자가 낮아 경제성을 확보할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 다음과 같은 안전성, 경제성, 시장성의 특징이 있다[2].

http://www.ksri.kr/

Copyright © 2022 by
Korean Society of Radiation Industry

*Corresponding author. Jae Hyun Kim
Tel. +82-2-2129-1169 Fax. +82-2-2129-0076 E-mail. jhkim@dsme.co.kr
Received 15 December 2022 Revised 23 December 2022 Accepted 26 December 2022

첫 번째로 SMR의 안전성은 다음과 같다. SMR은 대형 원전에 비하여 크기가 작기 때문에, 외부 전력 공급 및 운전원의 개입 없이도 원자력 출력이 감소하면 핵분열 반응 후 발생하는 붕괴열 또한 감소하여 피동적인 방식으로 붕괴열 제거가 가능하다. 또한, 자연재해 등으로 인한 송전시설 피해 발생 시에도, 중력 및 자연순환에 의해 안전계통이 스스로 작동되어 장기간 핵연료를 안전한 상태로 유지시킬 수 있다. 더욱이, 원자력 설비를 지하화하여 내진성능을 획기적으로 향상시키고 외부 테러 공격으로부터의 안전성을 충분히 확보할 수 있다[3].

두 번째로 SMR은 대형 원전 및 해외 노형 대비 경쟁력 있는 경제성을 가지고 있다. 표준화 및 단순화된 모듈을 공장에서 제작하면 대량 생산을 통해 제조단가를 크게 낮출 수 있으며, 설계 및 건설 단계에서 모듈화 기법을 활용하면 건설기간을 단축하여 비용을 크게 절감할 수 있다. 또한, 모듈별 탄력운전으로 전력수요 대응과 신재생에너지의 비탄력성을 보완할 수 있다[3].

세 번째로 SMR의 시장성은 다음과 같다. 대형 원전 대비 초기 투자비용의 부담이 작으며, 수요처 요구에 따른 맞춤형 모듈배치로 용량조절 및 다양한 용도로 활용이 가능하다. 이에 따라, 고립·해안·도서지역의 발전원으로 활용 가능하여 시장 경쟁력을 가지고 있다[3].

이와 같은 SMR은 전 세계적으로 에너지 수급이 어려운 현 상황에서 에너지 자립 달성과 탄소중립의 대안으로 제시되고 있으며, 세계 각지에서 70여 개의 다양한 SMR 노형이 개발되고 있다. 그러나 SMR은 핵연료, 안전계통 등 설계 특성이 현재의 가동 중인 원전과는 차이가 있기 때문에 이에 대한 구체적인 안전규제 체계 구축이 필요한 실정이다. 따라서 SMR의 안전현안에 대한 해결방안을 모색하고자 한국을 포함한 주요국에서는 이와 관련된 연구가 진행 중이다. 본 연구에서는 세계 각국의 SMR 안전규제 현황을 분석하여 우리나라의 SMR 안전규제 개선 방향에 대하여 논의하고자 한다.

Table 1. Classification of nuclear reactors according to electrical output [1]

Electrical output (MWe)	Reactor
Below 10	Subminiature
Below 300	Small
300~700	Medium
Over 700	Large

2. 방법 및 결과

2.1. SMR 개발 동향

세계 각국에서 약 70여 개의 다양한 노형의 SMR이 개발 중이다. 이 중 절반은 제3세대 원자로인 가압경수로(PWR), 비등수형경수로(BWR) 등으로 개발되고 있으며, 절반은 제4세대 원자로인 소듐냉각고속로(SFR), 납냉각

Table 2. General Features and Benefits of SMR [4]

Classification	Description
Reinforced safety	By applying the latest safety technologies such as various passive safety systems by natural forces, it is designed to have safety that is 1,000 times higher than that of existing large-scale nuclear power plants.
Multiple module construction flexibility	One, two, four, eight reactor modules can be variably installed in one reactor building according to the nuclear power market demand.
High resilience operation	With the inherent ease of load-following operation of SMR, it is possible to effectively compensate for the intermittent problem of renewable energy through free output charge.
Underground construction	It can be built underground in preparation for extreme natural disasters, electromagnetic pulse threats, and deliberate acts of destruction.
Power islanding	It can be operated independently of the power grid, and when connected to a micro power grid, it can be used as a power source for major facilities such as hospitals, data centers, and military bases.

Table 3. SMR research and development status [2]

Division	Form	Model name	Company	Country
3rd generation	PWR	Nuscale	Nuscale Power	USA
3rd generation	PWR	SMR-160	Holtec International	USA
3rd generation	PWR	UK SMR	Rolls-Royce and Partners	UK
3rd generation	PWR	NUWARD™	EDF consortium	France
3rd generation	PWR	KLT-40S	Afrikantov OKBM	Russia
3rd generation	PWR	RITM-200	Afrikantov OKBM	Russia
3rd generation	PWR	ACP100	CNNC	China
3rd generation	PWR	BANDI-60	KEPCO E&C	Korea
3rd generation	PWR	SMART	KAERI	Korea
3rd generation	BWR	BWRX-300	GE-Hitachi Nuclear Energy	USA
4th generation	SFR	Natrium	TerraPower	USA
4th generation	LFR	BREST-OD-300	NIKIET	Russia
4th generation	LFR	MicroURANUS	UNIST	Korea
4th generation	MSR	KP-FHR	Kairos Power	USA
4th generation	MSR	IMSR	Terrestial Energy	Canada
4th generation	HTGR	Xe-100	X energy	USA
4th generation	HTGR	HTR-PM	CNNC	China

고속로(LFR), 용융염원자로(MSR), 고온가스로(HTGR) 등으로 개발이 되고 있다. 국가별로는 미국, 러시아, 영국, 캐나다, 한국 등에서 활발하게 연구되고 있으며, IAEA에서는 회원국에 대한 SMR 인허가 규제 관련 지원을 위한 노력을 하고 있다.

2.2. SMR 안전규제

IAEA는 원자력의 평화적 이용과 국제적인 공동관리를 목표로 1957년 설립되었다. IAEA에서는 세계적인 SMR 개발 동향에 맞춰 세계 SMR 노형정보 및 개발 현황을 담은 책자를 발간하였으며, IAEA 회원국에 대한 SMR 인허가 규제 관련 지원을 위한 노력을 수행하고 있다. 특히, Greg Rzentkowski IAEA 원자력시설안전국(Nuclear Installation Safety Division) 국장은 SMR에 대해 일반적인 규제 접근이 적절하지 않을 수 있음에 따라, 새로운 아이디어의 필요성을 강조한 바가 있다[5].

2.2.1. IAEA의 SMR 안전규제 연구 개발 동향

IAEA에서는 SMR의 안전현안에 대한 해결방안을 모색하고자 2015년 3월 한국, 미국, 캐나다, 중국, 핀란드, 프랑스, 영국 및 러시아가 참여하여 IAEA SMR 규제자포럼(SMR Regulator Forum)을 결성하였고 2년간 IAEA 시범사업으로 운영하였다. 중소형 원전 설계 기술의 인허가 및 규제 방향을 검토하기 위해 안전현안으로 차등규제(Graded Approach), 심층방어(Defence-in-Depth) 및 비상계획구역(Emergency Planning Zone)을 선정하였다. SMR 규제자포럼 운영위원회(Steering Committee)는 각 규제현안에 대한 실무그룹을 구성하여 해결방안을 논의하였으며, 주요 결과는 다음과 같다[6].

2.2.1.1. 차등규제(Graded Approach)

차등규제란 원자력시설의 운영 실적 및 특성에 근거하여 규제인력, 자원 및 투입시간 등을 차등화하여 규제활동을 시행함으로써, 규제대상의 특성과 리스크 수준에 상응하도록 하는 방법 또는 과정을 말한다. 즉, 위험도에 비례하여 안전성평가를 하는 것으로 안전성능이 우수한 원전에 대해서는 규제활동을 경감하고 반대로 안전성능이 미흡한 원전에 대해서는 규제활동을 강화하는 방식의 합리적인 안전규제를 활동을 수행하는 것이다.

대부분의 SMR과 같이 첨단 기술이 반영되었거나 피동형 안전설비를 적용하는 경우에는 설계는 간단한 시스템으로 구성되지만 운전상의 불확실한 요소들이 포함될 수 있다. 이에 캐나다(CNSC), 프랑스(IRSN), 러시아(Rostechnadzor) 및 미국(U.S.NRC)이 참여하여 결성한

Table 4. Level of Defence-in-Depth [7]

Level	Objective	Essential means
Level 1	Prevention of abnormal operation and failures	Conservative design and high quality in construction and operation
Level 2	Control of abnormal operation and detection of failures	Control, limiting and protection systems and other surveillance features
Level 3	Control of accidents within the design basis	Engineered safety features and accident procedures
Level 4	Control of severe plant conditions, including prevention of accident progression and mitigation of the consequences of severe accidents	Complementary measures and accident management
Level 5	Mitigation of radiological consequences of significant releases of radioactive materials	Off-site emergency response

Table 5. SMR development status [8]

Facilities		PAZ radius	UPZ radius
Category 1	Reactors > 1,000 MW (th)	3~5 km	5~30 km
	Reactors 100~1,000 MW (th)	0.5~3 km	5~30 km
Category 2	Reacotrs 10~100 MW (th)	None	0.5~5 km
	Reacotrs 2~10 MW (th)	None	0.5 km
	Fissionable mass is possible within 500 m of site boundary	None	0.5~1 km

Table 6. Status of U.S. Nuclear Regulatory Commission licensing activities [1]

Model	Applicant	Application type	Note
NuScale DCA	NuScale Power	Design Certification	Completion ('20.08)
NuScale NPM-20	NuScale Power	Pre-Application of Standard Design Approval	
SMR-160	Holtec International	Pre-Application	Under review
BWRX-300	GE-Hitachi	Pre-Application	

SMR 규제자포럼의 차등 규제 실무그룹은 안전규제 측면에서 SMR을 대형 원전 수준으로 취급하여 차등 규제를 적용해야 한다는 데 동의하였다.

SMR이 대형 원전보다 상대적으로 크기는 작지만, SMR 노심에 장전된 핵연료로부터 발생할 수 있는 위험 요소는 일련의 안전 및 제어 조치를 적용해야 할 만큼 충분히 중요하고 위험하다. 또한, 전력 생산 및 원자로 열의 2차사용 등 SMR 작동을 통해 돌아가는 모든 활동에 대한 안전 및 제어 조치는 대형 원전 요건에 포함되어 있다. 모든 원자로 기술은 하나의 안전요건 내에서 규제된다는 분명한 메시지를 대중에게 전달할 필요가 있으며, 동시에 새로운 기술을 인정하고 장려하여 다양한 성과로 이어지게 할 수 있다. 하지만, 차등규제는 원자력 산업 초기부터 사용되어 왔지만 설계 및 안전성 분석 작업에서 등급을 구분하는 적절한 방안에 대한 논의는 여전히 남아 있다고 한다[6].

2.2.1.2. 심층방어(Defence-in-Depth)

심층방어(DiD; Defence-in-Depth)란 원자력시설의 안전설계에 대한 기본개념으로, 원자력시설의 사고나 재해로부터 대중 및 환경을 보호하기 위해 여러 단계의 다중

Table 7. Status of Canadian Nuclear Safety Commission VDR activities [1]

Vendor	Name of design	Capacity (MWe)	Applied for	Status
Terrestrial Energy	IMSR	200	Phase 1 Phase 2	Complete Assessment in progress
Ultra Safe Nuclear Corporation	MMR-5, MMR-10	5~10	Phase 1 Phase 2	Complete Assessment in progress
Lead Cold Nuclear	SEALER	3	Phase 1	On hold at vendor's request
ARC Nuclear	ARC-100	100	Phase 1 Phase 2	Complete Assessment in progress
Moltex Energy	Stable Salt Reactor	300	Series Phase 1 & 2	Phase 1 completed
Holtec International	SMR-160	160	Phase 1	Complete
NuScale Power	NuScale	60	Phase 2	Assessment in progress
U-Battery	U-Battery	4	Phase 1	Project start pending
GE-Hitachi	BWRX-300	300	Phase 2	Assessment in progress
X Energy	Xe-100	80	Phase 2	Assessment in progress

화된 방어수단을 구비하는 것을 말한다. 즉, 하나의 안전 설비 또는 안전 대책이 실패하면 다른 설비 또는 대책을 통해 피해의 발생을 방지할 수 있도록 하는 것이다. 후쿠시마 원전사고 이전까지 심층방어는 단일사고에서의 설비 건전성 확보에 그 목적을 두었다면, 후쿠시마 원전사고 이후에는 다중사고 하에서도 건전성을 확보하고 나아가 효과적인 운영관리체계, 적합한 부지선정, 최적의 설계 등을 고려해야 한다는 방향으로 전환되고 있다.

심층방어는 5단계로 나누어지며, 1단계 정상운전, 2단계 예상운전과도, 3단계 설계기준 및 복합운전 상태, 4단계 설계기준 초과 중대사고, 5단계 중대사고이다. SMR의 주요 특성이 소형, 모듈러, 신기술 이용 등이라는 점을 고려할 때, 심층방어 개념이 어떻게 SMR 설계에 적용될 수 있는지에 대한 의문이 제기되었고, 이와 관련하여 규제 활동에서 발생할 수 있는 문제를 식별하고 해결하기 위해 심층방어 실무그룹이 결성되었다.

심층방어는 주로 대형 원전을 위해 개발되었기 때문에 SMR 설계의 특성을 고려한 심층방어의 필요성, 목적, 목적 달성을 위해 사용되는 접근방법 및 전략, 심층방어 접근방법 및 전략을 이행하는데 사용되는 기준, 적절한 심층방어 여부를 결정하기 위한 기준 등을 개발할 필요가 있다[6].

2.2.1.3. 비상계획구역(Emergency Planning Zone)

비상계획구역(EPZ; Emergency Planning Zone)이란 원자력시설에서 방사성 물질이 소외로 방출되는 만일의 경우를 대비하여, 주민보호대책을 사전에 마련하기 위해 설정하는 구역으로 원자력시설로부터 거리에 따라 예방적 보호조치구역(PAZ; Precautionary Action Zone)과 긴급보호조치계획구역(UPZ; Urgent Protective action planning Zone)으로 구분된다.

SMR의 설계 특성 및 용도가 비상계획구역 범위 설정에 어떠한 영향을 주는지, 그리고 SMR 규제 활동에서의 주요 과제가 무엇인지를 식별하고 해결하기 위해 비상계획구역 실무그룹이 결성되었다. 그들은 새로운 설계 특성을 가진 SMR에 대해 비상계획구역 범위 및 부지 기준의 일반적 원칙을 식별하기 위해 노력해왔다.

한국의 경우 모든 대상원자로에 대해 출력용량에 관계없이 동일하게 비상계획구역을 설정하고 있어 향후 안전성이 향상된 원자로들에 대한 별도의 기준이 마련되어야

할지 검토할 필요가 있다.

2.2.2. 미국 및 캐나다의 SMR 인허가 현황

미국과 캐나다의 규제기관은 SMR 개발사들과 긴밀한 협력 체계를 구축하고 있다. 대부분의 SMR 개발사는 미국과 캐나다의 인허가 체계에 대응하며 시장 선점을 위해 노력하고 있으며, 미국과 캐나다의 규제 체계가 국제 규제 표준이 될 가능성이 높다.

2.2.2.1. 미국의 SMR 인허가 현황

미국의 상업용 차세대원자로는 규제기관인 미국원자로 안전규제위원회(U.S.NRC)의 승인이 필요하다. NRC는 차세대 원자로에 대한 새로운 규제 체계인 10 CFR Part 53을 개발 중에 있다. 본 연구에는 차세대 원자로의 새로운 특징을 반영하고 기존 규정을 보다 유연하게 구현하기 위해 노력 중이며, 2025년 7월경에 최종본이 발표될 예정이다[1].

2.2.2.2. 캐나다의 SMR 인허가 현황

캐나다 원자력안전위원회(CNSC)는 원자로 개발사의 요청에 따라 사전 설계검토 제도를 운영하고 있다. 공급자 설계검토(VDR; Vendor Design Reviews)는 해당 노형 설계가 캐나다 인허가요건에 부합하는지 검토하는 절차이며, 신규 원전 인허가를 위한 필수 단계는 아니다. 하지만, VDR을 통해 개발사는 엄격한 검토를 거쳐 인허가 가능성을 사전에 검증할 수 있으며, VDR이 완료되면 개발사가 인허가 신청서를 제출할 때 원활한 승인이 가능하다[1].

2.3. 한국의 SMR 인허가 현황

우리나라는 2010년 이후 한국형 원전 APR 1400을 상업운전을 시작했고, 미국보다 먼저 SMR 개발을 시작했다. 한국원자력연구원은 2012년 출력 330 MW급 중소형원전 SMART로 표준설계인가를 받았다. 대형 원전을 일체화 및 소형화하는 개념은 미국이 먼저 고안하였지만, 실질적 인허가는 한국이 처음이었다. 하지만 우리나라는 2017년 이후 탈원전 기조로 SMR 관련 연구가 지지부진하게 진행이 되었다. 반면 미국은 한국보다 8년 뒤인 2020년 8월에 NuScale Power가 개발한 SMR이 설계 승인을 받았다. 미국 정부는 SMR 규제 지원을 위해 스터디를 하였지만, 우리나라는 탈원전 여파로 2022년도부터 본격적으로 SMR 설계 특성을 반영한 규제를 개발 중에 있다[9].

2.3.1. 국내 SMR 인허가 개발 동향

제3차 원자력안전종합계획('22~'26)의 12대 추진전략 중 하나로 '전략적 R&D 확대 및 특성화된 국제협력으로 규제 전문성 강화'를 제시하였으며, SMR 관련 규제기술 R&D 추진 내용이 포함되어있다. 이에, 2022년도부터 본격적으로 중소형원자로 안전규제 기반 기술개발 사업이 시작되었다. 2022년도는 예산 20억원을 시작으로 총 7년간 사업비 360억원을 투입할 예정이며, 미래 SMR 관련 예상되는 규제(표준설계인증 등) 수요를 대비한 R&D를 수행할 예정이다[2,9].

또한, 한국원자력안전기술원의 주관으로 혁신형 SMR의 인허가 체계를 마련하기 위하여 혁신형 SMR 규제자-개발자간 소통 워크숍을 2022년 상반기(5.24)와 하반기(11.7) 두 차례 개최하였다. 규제자와 개발자간 소통 워크숍을 통해 국내에서 개발 중인 혁신형 SMR 연구개발 현황에 대해 규제자와 개발자의 상호 이해를 증진하고, SMR 규제체계 마련을 위한 소통의 장을 개최하였다. 워크숍에는 규제기관인 원자력안전위원회, 한국원자력안전기술원, 한국원자력통제기술원과 한국수력원자력, 한국원자력연구원, 한국전력기술, 한전원자력연료 등의 국내 관계기관 전문가들이 참석하였으며, 국내에서 연구개발이 진행 중인 혁신형 SMR의 규제방향이 논의되었다.

2.3.2. 국내 SMR 인허가 제정방향에 대한 제언

우리나라는 미국보다 8년을 앞선 SMR 선도국이었으나, 탈원전 여파로 이제야 안전규제 연구가 진행 중에 있다. 다시 SMR 기술 및 안전규제 선도를 위해서는 세계 인허가 규제 관련 연구개발 동향 파악을 통해 우리나라가 나아갈 방향에 정립해야 한다. IAEA에서는 회원국에 대한 SMR 인허가 규제 개발을 지원하기 위하여 구체적인 지침을 개발하고 있으며, 미국 NRC에서는 차세대 원자로에 대한 새로운 규제 체계인 10 CFR Part 53을 개발 중에 있다. 우리나라도 혁신형 SMR 기술을 고려하여, 우리나라 규제제도의 개선점을 고찰해야 한다. 이를 통해 2026년 i-SMR 표준설계인가 신청을 위해서는 인허가 규제체계가 미리 마련되어야 하며, 방사성폐기물 관련 대책도 미리 수립되어야 한다. 또한, SMR 관련 기술개발뿐만 아니라 법, 제도, 규제 등을 사전에 정비하고 다양한 주체가 참

여할 수 있는 산업 생태계 조성이 필요하다. 캐나다 등에서 택하고 있는 사전 인허가 제도(VDR) 등의 제도를 착안하여, 규제기관의 독립성을 해치지 않는 범위에서 SMR 개발기관과 상호 협력할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 그리고 미국, 유럽 등과 같이 스타트업 또는 벤처기업이 원자력 산업에 적극적으로 참여할 수 있는 생태계를 조성하여 원자력 분야에 우수한 인력이 양성될 수 있도록 조성해야 할 것이다[2].

3. 고찰 및 결론

전 세계적으로 에너지 수급이 어려운 현 상황에서 에너지 자립 달성과 탄소중립의 대안으로 SMR이 대두되었으며, 세계 각지에서 70여 개의 다양한 SMR 노형이 개발되고 있다. 이에 따라 차세대 기술을 반영한 SMR은 핵연료, 안전계통 등 설계 특성이 현재의 가동 중인 원전과는 차이가 있기 때문에 이에 대한 구체적인 안전규제 체계 구축이 필요한 실정이다. 이에, IAEA에서는 한국, 미국, 캐나다, 중국, 핀란드, 프랑스, 영국 및 러시아가 참여하여 규제현안에 대한 실무그룹을 구성하여 해결방안을 논의 중에 있다. 본 논의를 통해 인허가 및 규제 방향을 검토하기 위한 안전현안으로 차등규제, 심층방어, 비상계획구역을 선정하였으며, 이에 대한 상세한 결정은 현안으로 남아있는 상태이다. 미국과 캐나다 규제기관에서는 SMR 개발사들과 긴밀한 협력체계를 구축하여 SMR 인허가 체계에 대응하고 있으며, 우선적인 인허가 체계 마련을 통해 시장 선점 우위를 점령하기 위한 노력을 추진 중에 있다. 우리나라도 SMR 인허가 체계 구축을 위한 연구개발 추진 및 혁신형 SMR 규제자-개발자 간 소통 워크숍 등의 노력을 추진 중에 있다. 하지만, 탈원전으로 SMR 관련 연구가 주춤하였기에, 우수한 인력을 양성하고 다양한 주체가 SMR 인허가 규제체계에 참여할 수 있는 산업 생태계 조성이 필요하다. 이를 통해 향후 본격적인 SMR의 세계시장을 선점하기 위한 선제적인 인허가 체계 마련이 시급할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020M2D1A1022700).

참고문헌

1. Lee JM. 2022. Nuclear Policy Brief Report. Korea Atomic Energy Research Institute **64**:1-34.
2. Kang KT and Lee YJ. 2022. KISTEP Brief 44. Korea Institue of S&T Evaluation and Planing **44**:1-41.
3. Lim CT. 2022. World Nuclear Power Market Insight. Korea Energy Economics Institute.
4. Shim HJ. 2022. The role of nuclear power in response to climate change and small modular reactors. Engineering Webzine in Seoul National University. https://webzine-eng.snu.ac.kr/web/vol124/sub0103_p4.html
5. Park CK. 2020. Nuclear Cooperation Trend Report 2020-17. Korea Nuclear International Cooperation Foundation **17**:1-23.
6. Kim MY. Nuclear Cooperation Trend Report 2019-2. Korea Nuclear International Cooperation Foundation **2**:1-14.
7. International Nuclear Safety Advisory Group. 1996. Defence in Depth in Nuclear Safety. International Atomic Energy Agency **10**:1-48.
8. IAEA. 2007. Arrangements for Preparedness for Nuclear or Radiological Emergency. Safety Guide No. GS-G-2.1. International Atomic Energy Agency.
9. Kim IH. 2022. Korea, 'a leading country in SMR', 8 years ahead of the USA. Be lated regulatory development 'Start'. Money Today. https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022030311114773360