i-SMR의 성공적 개발 전략

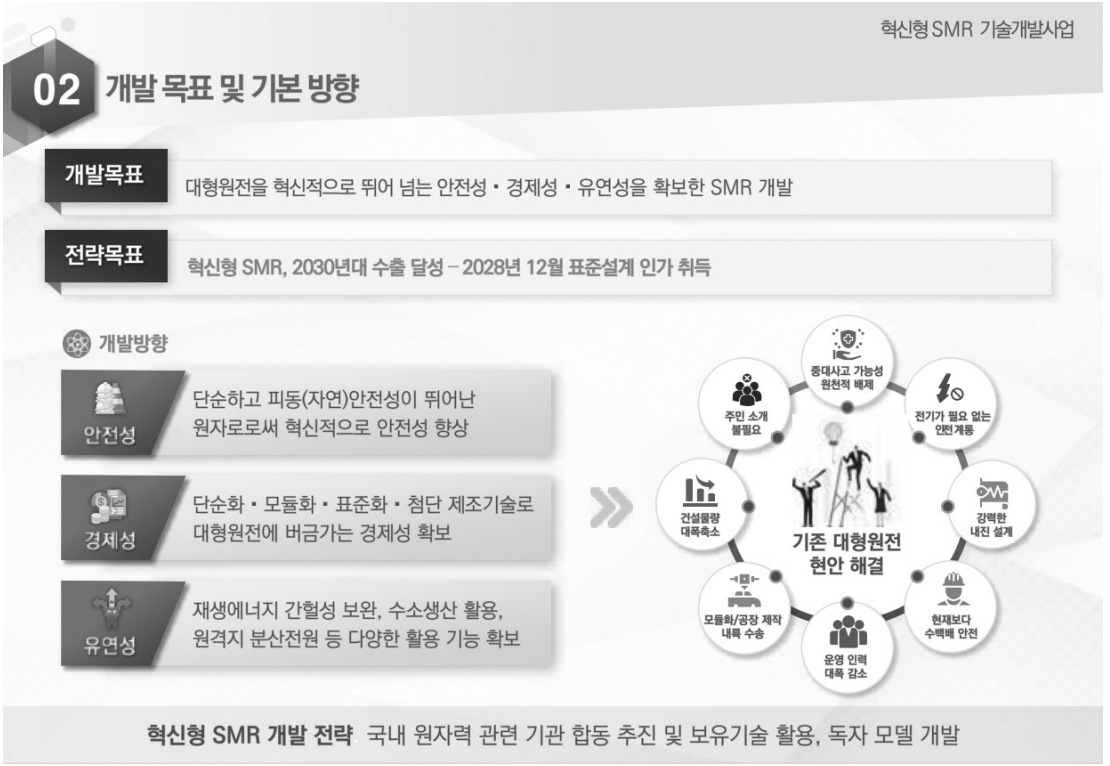
정동욱
한국원자력학회장/중앙대학교 교수

안녕하세요. 중앙대학교 정동욱 교수입니다. 예비타당성조사(예타) 추진위원장으로서 국회 포럼 출범식 이후 4개월 동안 기획하여 9월 2일에 예타 신청을 두 정부 부처의 협력으로 할 수 있었습니다. 예타 추진 내용에 대해서 간략히 보고를 드리겠습니다.

제일 먼저 말씀드리고 싶은 것은 SMR은 반드시 필요합니다. 탄소중립 때문에 전 세계적으로 원자력발전이 늘어나리라는 것은 누구나 예상하고 있습니다. 원자력발전이 늘어난다면 지금보다 훨씬 더 안전한 발전소를 두어야 합니다. 그래서 더욱 차별화된 안전성을 보유하는 SMR이 주목받고 있는 것입니다. 현재 어느 기관의 예측을 보더라도 SMR이 한 축을 담당할 것이라는 것은 공통된 의견입니다.

SMR의 개발은 대형원전의 한계에서 시작합니다. 대형원전의 안전성은 점진적 안전성입니다. 혁신적으로 차별화된 안전성을 바탕으로 재생에너지와 결합할 수 있는 유연성을 확보해야 합니다. 이에 경제성도 가져야 됩니다. 3대 목표를 달성해야 하는데 쉬운 것은 아닙니다. 하지만 이 3가지 목표를 도전해보자는 것입니다.

먼저 안전성은 자연냉각입니다. 자연스럽게 내버려 두면 됩니다. 문제가 발생해도 운전원들



[그림 1] 개발 목표 및 기본방향

은 지켜보고 있습니다. 그러면 자연스럽게 안전한 상태로 가게 됩니다. 경제성은 단순하게 만들고, 모듈화를 통해 경제적으로 건설공사를 단축할 수 있냐는 것이 관건입니다. 그다음에 유연성으로, 지금의 대형원전도 물론 신재생에너지와 결합할 수 있습니다. 하지만 그것보다 훨씬 더 유연성 있는 운전 전략을 세울 수 있습니다. 예를 들어서 다섯 개 모듈 중에서 한 개의 보조를 끈다던지, 5개 모듈 전체를 덮고 재생에너지와 결합하는 운전을 하는 등 다양성을 어떻게 할 것인가를 생각할 수 있습니다. 만약에 1~2개짜리로 하더라도 분산 자원으로도 활용할 수 있습니다. 또한 수요가 크다면 10개의 모듈을 집어넣을 수 있습니다.

그래서 우리의 목표는 중대사고 제로이며, 후쿠시마의 트라우마를 씻어버려야 한다는 것입니다. 중대사고를 제로하게 된다면, 우리가 감히 주민 소견으로 요구하게 되는 비상 규약도 필요 없습니다. 또한 우리가 규제기관에도 말할 수 있다고 생각합니다. 중대사고 시 문제가 발생하게 되면 초기에는 물로 냉각하고 후기에는 공기 냉각이 가능한 원전을 만들자는 것입니다.

경제성의 가장 핵심은 단순하게 만드는 것입니다. 모듈을 여러 개로 엮어서 효율적으로 운전

[그림 2] 중점추진 방향

할 수 있는 시스템을 만들수 있을지 여부가 모듈에 달려있습니다. 예를 들어 4개 또는 5개의 모듈을 한다면, 하나의 모듈을 수소생산에 쓸 수 있고, 나머지 모듈은 전력생산에 사용할 수 있습니다. 또한 더욱 다양한 활용도를 찾아볼 수 있습니다.

예산은 6,000억 정도로 잡아놨습니다. 이 예산에는 설계와 제조 기술도 포함됩니다. 예를 들면, 대형 적층 기술, 전자빔을 이용한 용접기술과 같은 것들은 같이 설계를 개발하면서 만들어 보자는 것입니다. 이러한 기술들은 원자력에 사용하고, 다른 용도에도 사용할 수 있어서 파급효과가 있습니다.

설계기술에 있어서는 모듈 원자로 시스템이 있습니다. 처음 해보는 것입니다. 무붕산 노심은 단순화를 목적으로 넣었습니다. 단순화와 유연성을 위해서 도출된 것으로, 이것도 처음 해보는 것입니다. 일체형 원자로는 감사하게도 SMART 기술이 지난 한 10여 년간 개발해왔기 때문에 이 기술을 바탕으로 더욱 빠르게 개발할 수 있게 되었습니다.

혁신기술로서 디지털트윈을 개발 합니다. 원자로를 그대로 디지털트윈하는 것이고, 이것 역시 도전과제입니다. 여러 가지 모듈을 제어하는

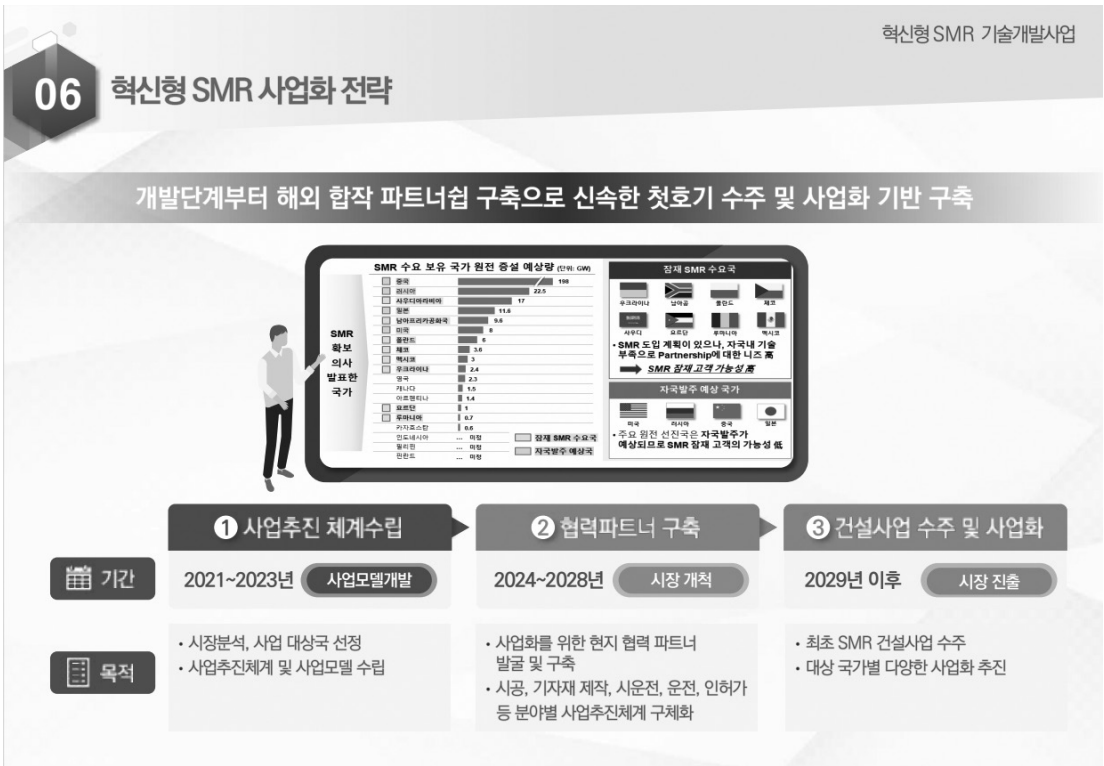
[그림 3] 추진체계

것, 10개의 모듈을 5개의 모듈로 동시에 운전하는 것, 이것도 역시도 쉬운 기술은 아니지만 우리나라 IT기술로 할 수 있다고 봅니다. 총 예산은 5,800억인데, 최초 예산 1조 7천억의 3분의 1 수준으로 줄였습니다.

추진체계입니다. 과학기술정보통신부(과기부)와 산업통상자원부(산업부) 산하에 이 사업들이 구성이 되었습니다. 원자력안전위원회(원안위)도 큰 축입니다. 항상 원자력기술개발은 규제와 진흥이 같이 가야합니다. 규제가 또 하나의 큰 축으로, 독립적으로 구성되어 있지만, 감사하게도 원안위 장보현 사무처장님께서 기술개발에 있어서 규제가 해야 할 역할을 다하겠다는 말씀을 해주셔서 정말 감사드립니다.

사업화 전략입니다. 사실은 기술개발을 하면서 사업화한다는 것은 대단히 어렵습니다. 그렇게 해본 적도 없고요. 그런데 우리가 세계시장을 겨냥하기 때문에 초기 단계부터 사업모델을 만들고, 파트너십을 구축하여 초기에 먼저 나가보자는 욕심을 갖고 있습니다. 이 역시 쉬운 문제는 아니지만 많은 여러분들이 도와주셔서 가능할 것이라고 봅니다.

기대효과입니다. 제가 판단하건데, SMR 시장은 2030년대 초기부터 주도하고자 합니다. 미



[그림 4] 혁신형 SMR 사업화 전략

국에선 최초 호기의 건설이 추진되고 있는데, 2028년 내지 2029년에 완공을 바라보고 있습니다. 만약에 2030년대에 일단 하나의 호기가 초기 시장에 들어오게 되면, 이후 Band Wagon Effect가 나타나서 그다음부터는 상당한 수요가 있을 것이라고 봅니다. 우리도 그 시간을 놓치지 않고 Time To Market을 잡기 위해, 2028년까지는 기술개발을 완료하자는 것이 목표입니다. Game Changer에서 최상의 안전성과 어려운 점을 과감한 혁신 기술로, 쉬운 문제는 아닙니다. 물론 이것을 통해 新성장동력을 창출하는 것도 우리의 목표입니다.

마지막으로 말씀 드리겠습니다. 가장 중요한 내용이 빠졌는데 우선 예타를 통과해야 합니다. 예타가 올해 결정 나야 내년도에 예산이 반영되고, 2023년에 착수할 수 있습니다. 만약 예타가 통과되지 못하면 이 계획은 미뤄지겠죠. 그에 따라 우리나라의 SMR 시장 진입도 딜레이가 발생합니다. 그래서 첫 번째 통과해야 할 관문은 예타 통과입니다. 두 번째는 표준설계인가를 획득을 한다는 것인데, 표준설계인가란 시장을 진출할 때 '안전성이 검증되었다, 걱정하지 마라'고 얘기할 수 있는 징표가 됩니다. 그래서 이 표준설계인가를 규제기관과 협력하여 꼭 받

아야 합니다.

그런데 말씀드리고 싶은 것이 있는데, SMR은 소형원전입니다. 소형원전과 대형원전이 똑같은 규제요건으로 평가받는 것은 곤란합니다. 트럭에 대한 규제요건과 승용차의 규제요건이 다릅니다. 고속도로에서 트럭은 90㎞지만, 승용차는 100㎞까지 달릴 수 있습니다. 이처럼 대형원전과 소형원전은 차별화된 규제요건이 필요하다는 것을 말씀드리고 싶습니다. 그에 따라 규제기관과 협력하여 개발 리스크를 줄여나갈 수 있기를 바랍니다.

두 번째는 사업화입니다. 사업화에 대해서는 아시다시피 기술 개발자는 마케팅이 약합니다. 마케팅 전략에 대해서는 다른 각도에서의 지원과 보완이 필요합니다. 그 방법으로는 초기에 Special Project Company(SPC), 특수법인을 만드는 것인데, 이에 대해서는 사업이 착수되면 고민이 필요할 것 같습니다.

마지막으로는 실증 건설입니다. 첫 호기는 어렵습니다. 항상 첫 호기는 투자자들이 리스크가 있기 때문에, 더군다나 미국의 NuScale이 어려움을 겪는 것은 Vogtle 社의 AP1000 건설비용이 초기 투자자금의 두 배가 넘어 주저하고 있는데, 미국 DOE가 건설비의 절반을 주겠다고 밝혔습니다. 만약 초기 호기가 생산되면 마케팅, 수출과 연계해서 국내에서는 어떻게 서포팅할 것인가에 대한 고민도 언젠가 할 날이 올 것입니다. 이상으로 제 발표를 마치겠습니다. 감사합니다. KAIF