



글 쓰는 순서

- ① 녹색성장연구소, 엔지니어링센터
- ② 송배전연구소, S/W센터
- ③ 원자력발전연구소, 수화력발전연구소

전 기 에 너 지 산 업 現 場 을 가 다

KEPRI(한전 전력연구원)

원 자 력
발 전
연 구 소

‘원자력발전소 운전원 시뮬레이터’ UAE 수출 확정
세계 최고 원자력발전소 연구기관으로 제2의 도약 준비

원전 안전성 향상을 위한 증기발생기 관리 기술, 실시간 노심보호/감시기술, 구조 및 내진성능 평가 기술 등 원자력발전소 운영 전반에 관한 기술개발을 선도하고 있는 원자력발전 연구소. 이와 함께 세계 최고 수준의 안전해석 기술까지 보유한 연구소가 제 2의 도약을 준비하고 있다. 이에 따른 연구소의 향후 개편구도와 행보가 주목받고 있다.

연구소의 주요 기능 및 역할

우리 연구소는 국내 유일의 전력그룹사 중앙연구원(한전 전력연구원)의 단위 연구소로서 가동 중인 원자력 발전소의 절대 안전과 이용률 제고를 위한 고등기술을 개발하여 한수원의 21개 호기 및 건설 중인 7개 호기에 제공하고 있습니다. △노심안전해석 기술 △운전원 훈련용 시뮬레이터 기술 △원전운영 안전성 평가 기술 △원전의 기기 및 계통의 기계 구조적 건전성 향상 기술 △비파괴 검증 및 증진 기술 △원전 구조물의 내진성능 평가 및 검증 기술 등 8개 대분야로 구분, 기술 분야 간 시너지를 종합하여 연구에 임하고 있습니다. 또한 우리 연구소는 원자력 Global Excellence를 목표로 국내 원전의 국제 경쟁력 확보를 위해 60년 수명, 0.3g 내진설계, 디지털 인간-기계연계시스템, 부하추종운전 등 최적화된 기능을 구현한 수출형 원전 (APR1000)도 개발 중에 있습니다. 이와 함께 미국 원자력규제위원회(NRC)로부터 APR1400 원전의 설계 인증 및 안전해석코드 국산화 프로젝트도 수행하고 있습니다.



연구소의 미션 및 비전

우리 연구소의 미션은 고도의 원자력기술을 개발하여 가동원전의 절대 안전성 확보와 회사 성장동력을 창출함으로써 『세계 4대 명문 원자력발전 고등기술연구소』라는 비전을 달성하는 것입니다. 일본 후쿠시마 원전 사고로 인해서 가동 중인 원전의 절대 적인 안전성 확보는 현재 원자력 산업계가 처한 중차대한 과제입니다. 앞으로도 원자력 운영 기술 개발의 최 일선에서 한수원과 함께 기술리더십 발휘 등을 통해 원전의 절대 안전성을 확보해 나갈으로써 미래의 성장 동력을 창출하는 한편, 해외시장 진출 확대와 원자력 기술의 Global Excellence를 확보해 나갈 계획입니다.

Interview

김범년 원자력발전 연구소장

“지난 3월, UAE 원전사업의 일환으로 우리 연구소가 주축이 되어 개발한 ‘원전 운전원 시뮬레이터’가 UAE 원전 #1~4호기에 공급되어, 인간공학 검증과 운전원 훈련 및 면허시험에 활용될 예정입니다.” 사표한 인상에 달변인 김범년 소장은 ‘국내를 넘어선 글로벌 수준의 연구원 도약’의 일원이라는 자부심을 시종일관 드러내며 인터뷰에 임했다.

연구소 운영전략 및 최대역점 업무

현재 원자력 연구개발 융복합화 및 다수 경쟁기관의 부상으로 인해 고객의 Needs에 보다 빠르고 정확한 대응이 요구되고 있습니다. 이를 위해 원전 운영기술 개발 관련한 기능형 조직(Discipline Team)과 원전 수출 관련한 사업형 조직(Project Team)을 병행하여 운영하고

있으며 두 조직 간의 조화가 매우 중요하다고 생각합니다. 올해에는 KRP(Knowledge-Resource-Power)중심 경영방침을 구현해 나갈 것입니다. 또한 스마트한 연구개발 수행을 위해서 고객의 Needs를 최우선 핵심지표로 설정하고 연구개발 프로세스 및 Work Plan을 검토, 보완하여 현재 추진 중인 프로젝트 역시 빈틈없이 수행해 나갈 예정입니다. 이와 함께 우리 연구소의 기술력에 근거한 기술 매뉴얼을 작성하여 기술 지도를 발간 할 계획이며, 우리 연구소가 갖고 있는 네트워크를 십분 활용하여 전략적 파트너를 개척하는 한편, 정부차원의 업무에도 적극 참여함으로써 연구 환경 인프라의 '무한 확장'에 매진할 계획입니다. 이 같은 노력들이 가시화되고, 원자력 산업계에서의 기술리더쉽과 Ownership을 우리 연구소에서 선도적으로 발휘해 나간다면 원전사업 및 연구개발 분야에서 세계수준의 명문 연구기관으로 등극되는 날이 조만간 실현될 것으로 생각합니다.

최근 분야별 연구현황 및 주요 성과

대표 연구과제로 원전 설계 원천기술을 확보하기 위해 지식경제부 지원으로 원전 설계용 안전해석코드 개발 과제를 수행하고 있습니다.

단계	1단계 ('06.10~'10.3)	2단계 ('10.4~'12.12)	3단계 ('13.1~'15.12)
목표	안전해석 코드 개발	검증/인허가 문서 작성	인허가 취득
개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> ❖코드 요건 개발 ❖코드 데모 버전 개발 ❖실증 실험 	<ul style="list-style-type: none"> ❖코드 검증 ❖인허가 문서 작성 ❖실증 실험 	<ul style="list-style-type: none"> ❖인허가 질의 답변
개발 전략	전력연구원 내 「코드개발본부」 운영을 통한 단기 집중 개발		



또한, 원전 수출을 지원하기 위해 국내 OPR-1000을 수출용 3세대 원전으로 업그레이드 하는 APR1000 기본 설계를 금년 8월에 완료할 예정입니다. 특히, APR14000 원전의 안전성을 국제적으로 검증하고 미국 및 세계 원전 시장 진출을 위한 기반을 구축하기 위해서 우리 연구소는 APR14000 원전의 미국 원자력규제위원회 설계 인증을 추진하고 있습니다.

한편, 원전 운영기술과 관련하여 월성원전에서 생산되는 삼중수소를 자원으로 활용하는데 필요한 시설과 기술로, 삼중수소를 계량·인증하는 기술, 삼중수소 저장용기와 운반용기 개발 등 삼중수소 자원화 기술 개발 프로젝트를 추진하고 있습니다. 또한 유체기기 국산화 촉진 및 원전 운영·설계 현안을 해결하기 위해 우리 연구소에서는 대용량 밸브/펌프 운전 성능

시험 기술 개발 과제도 추진하고 있습니다. 이와 함께 비파괴 운영 기술 자립과 해외 수출을 위해 고속 자동 초음파 검사 및 와전류검사시스템을 개발함으로써 비파괴검사시스템 수입 대체는 물론 UAE 등 해외수출도 예정되어 있습니다.

원자력발전 분야의 선진 외국대비 경쟁력을 평가, 진단한다면?

지난해 원자력발전 고위경영자를 대상으로 설문조사를 시행한 적이 있는데, 국가별로는 우리나라가 세계 4위의 기술력을 보유하고 있는 것으로 조사되었습니다.

UAE 원전수출을 계기로 민관이 합동으로 기술개발에 매진한다면 세계 3위의 원자력 선진국으로 도약할 절호의 기회라고 생각합니다. 특히 ▲전력그룹사의 기술 수요 충족 ▲해외시장 진출 및 확대 ▲미래 성장동력 창출을 목표로 원자력 기술을 선도하는 전력사 중앙연구소로서 우리 연구소는 세계 어느 원자력 연구기관과 비교해도 경쟁력이 있다고 자부합니다.

에너지환경변화에 대응한 연구소의 기능 및 역할 재정립 추진계획은?

원자력에너지는 가장 경제적인 그린 에너지 생산 방법이라고 생각합니다. 사회 일각의 안전에 대한 막연한 불안감을 연구와 투자 효율화를 통해 안전성을 증진시킴으로써 국가 경제발전에 기여하는 책무 역시 등한시 할 수 없는 문제입니다. 이에 발맞추어 우리 원자력발전연구소도 국가적 관점에서 효율적인 R&D 수행을 위한 기능 조정 및 역할 정립을 추진해 나갈 예정입니다.

국내 원자력발전 분야의 가장 시급한 현안과 해법을 제시한다면?

최근 일본 후쿠시마 원전 사고를 계기로 우린 원전의 안전성을 재차 확인하고 검증하는 연구가 심도있게 이루어져야 한다고 생각합니다. 이와 함께 설비 및 고장에 대한 신뢰성 향상 연구를 지속적으로 병행하여 국민이 안심하고 편리하게 또한 저렴하게 에너지를 사용할 수 있도록 세계 최고 수준의 원자력발전 기술을 확보해 나가야 할 것입니다.

해당 R&D분야의 블루오션이 있다면, 그리고 연구소의 미래상 전망은?

아시다시피 원자력발전은 원자력 발전소 건설·운영에서 환경 영향 평가에 이르기까지 다분야 학제 기반을 가진 연구 인력이 조화와 협력을 통해 최선의 노력을 경주해야 하는 R&D 분야라고 생각합니다. 이 같이 각 분야가 총체적으로 공동 연구하는 원자력발전 분야의 특성 그 자체가 블루오션이라고 생각합니다. 소규모 단위의 블루오션의 경우, 일반 산업화 기술과 원자력의 융합화 및 적용 검증화 연구 등을 꼽을 수 있겠습니다. 총합화된 R&D의 연구 수행 극대화 필요성에 부합하고, 국가 원자력발전 연구개발 정책에도 부응하기 위해 우리 연구소는 제 2의 도약을 준비 중에 있습니다. 조만간 그 결과가 발표될 것으로 예상되며, 이를 통해 세계 최고 수준의 원자력발전연구소로 거듭날 수 있을 것으로 확신합니다.



에너지산업 환경변화에 부합하는 핵심기술과 친환경 발전 신기술 개발에 집중

발전기술을 종합적으로 연구개발하는 국내 유일의 'Think Tank' 집단으로 자리매김하고 있는 수화력발전연구소. 80여명의 발전분야 전문가로 구성되어 IGCC 분야, 최적연소, 기계 및 성능, 공정제어, 발전용 소재 분야 등에서 괄목할 만한 성과들을 연신 쏟아내고 있다. 연구소에서는 발전설비의 경제적 운영과 신뢰성 확보에 필요한 핵심기술 개발에 주력하는 한편, 세계적 화두인 기후변화에 대응하는 고효율 청정발전에 관한 신기술도 개발하고 있다. 연구소는 이 같은 연구개발을 통해 관련 발전설비 운영의 최적화 유도과 기술 지원은 물론 발전설비 핵심부품 개발, 화력발전용 통합 감시제어시스템 개발, 연소 및 성능 최적화 기술 등에 관한 신기술 보유량을 확대해 나가고 있다.



Interview

하정수 수화력발전 연구소장

우리 연구소는 청정 화력발전의 미래가치를 극대화하는 핵심기술을 확보하여 제공함으로써 기술경쟁력을 높여 나가는 한편, 관련 기술현안을 해결하는 자원부서 역할을 수행하면서 전력연구원의 확실한 비즈니스 모델을 창출하는 연구소를 지향하고 있습니다.

연구소의 주요 기능 및 역할

우리 연구소는 발전분야의 최첨단 분야인 청정발전 신기술과 연료다변화 기술 등의 개발은 물론 발전소 운영에 관한 핵심 기술의 개발 및 기술지원을 담당하고 있습니다. 예를 들면, 보일러의 최적연소 및 실시간 성능감시 기술, 발전설비 수명연장 및 리파워링 기술, IT가 융합된 통합감시제어시스템 기술, 발전설비 소재개발 및 핵심부품 국산화기술, 초초임계압 화력 발전 기술 개발 등 발전회사의 발전원가를 절감하고 신뢰도 향상을 위한 핵심운영기술의 개발을 책임지고 있습니다. 특히 2020년대의 에너지 문제해결 기술로서 저회 회사가 의욕적으로 추진하고 있는 8대 녹색성장 기술 중 석탄가스화 복합발전(IGCC)과 순산소 연소 기술개발에 전력을 다하고 있습니다.

연구소의 비전 및 미션

'발전기술의 글로벌 Top 5' 가 저회 연구소의 비전입니다. 앞으로 10년 정도 경과하면, 저회들이 개발한 기술이 세계적으로 인정받아 전 세계의 발전 플랜트를

건설하고 운영하는 데 큰 기여를 할 것입니다. 이를 달성하기 위한 미션으로 발전기술의 미래가치를 극대화하는 핵심기술을 개발하는 진보된 △Think Tank 집단화 △‘Profit Center’의 명확한 창출이라는 목표달성을 위해 현재 상품화하여 국내외 70여 발전소에서 성공적으로 운전되고 있는 발전기 제어시스템 등 각종 기술 상품을 더욱 가치가 높은 기술로 발전시켜 나갈 예정입니다. 그리고 암묵적 노하우로 보유한 핵심 운영 기술의 소프트웨어 패키지화 개발을 통해 국내외 발전소에 ‘Total Solution’ 제공의 폭을 점차 확대해 나갈 계획입니다.

연구소의 특·장점과 중장기 발전 로드맵

실용화 연구에 중점을 두고 있다는 것이 우리 연구소의 특징이자 장점입니다.

실용화 연구의 대표적인 예는 발전설비 신뢰도 및 장수명화 기술, 그리고 제어 감시 기술입니다. 이 같은 기술을 통해 25년 운전 후 폐기했던 노후 화력발전소의 고온 핵심설비에 대해 수명을 40년으로 연장하는 세계수준의 명품기술을 확보하고 있습니다.

2000년 이후 국내 화력발전설비 40개 호기의 정밀 수명진단을 통하여 발전소의 수명을 15년 더 연장시킴으로써 1조 5천억 원에 이르는 경제적 효과를 거두었습니다. 나아가 말레이시아, 인도네시아, 사우디 등의 화력 발전설비의 수명 진단을 통한 Global Business에 성공하는 성과를 거두기도 했습니다. 제어 및 진단기술에 있어서는 발전소 주기기 제어시스템을 국산화 개발하여 국내 화력발전소 50여기 및 원자력 발전소 10여기에 실증 적용하여 성공적으로 운전 중에 있습니다. 이외에도 많은 실용화 기술이 개발되어 아시아 및 아프리카 등 개발도상 국가는 물론이고 선진 외국으로부터 호평을 받고 있습니다.

이와 함께 중장기 발전 로드맵을 각 분야별로 작성하여 체계적으로 활용하고 있습니다. 8대 녹색성장 분야의 석탄가스화 복합발전 기술과 순산소 연소기술은 2015년까지 국내에 최초로 실증 건설하고 원천기술을 확보하여 2020년대에는 해외 시장에 진출하는 것을 목표로 하고 있습니다. 운영 기술 분야의 경우, 국내에서는 독보적인 위상을 확보하고 있으며 이를 근간으로 2015년부터는 해외로 진출하는 계획을 가지고 있습니다.



연구소 운영전략 및 최대역점 업무

21세기는 핵심원천 기술을 가진 자만이 생존할 수 있는 시대입니다. 이에 따라 우리 연구소의 운영 전략을 '핵심 원천기술의 산실을 표방하면서 다이내믹하고 스마트한 연구소'가 되자는 것으로 설정하고, Global Top 5 수준의 화력발전 핵심 원천기술을 조기에 확보하기 위한 전략을 수립해서 운영하고 있습니다. 더불어 우리가 가진 원천기술을 국내에 적용하는 한편, 해외에 수출하기 위한 전략도 구체화 하고 있습니다.

연구소의 2011년도 중점 추진 목표

우리 연구원들의 열정을 최대한 살리기 위해 4대 목표를 축으로 한 'FIRE(Foundation, Integration, Reliability, Efficiency)' 라는 2011년도 추진 목표를 세웠습니다. 이 목표의 Foundation은 실용화 기술을 바탕으로 Profit Center를 구축하는 것입니다. 이를 통해 연구 성과를 구체화하고 수익창출을 중시하는 연구문화를 정착시킬 것입니다. 두 번째인

Integration은 초대형 과제인 한국형 석탄가스화 복합발전과 순산소 발전시스템을 본격적으로 개발함으로써 대형 융복합 기술을 개발한다는 의지입니다.

그 다음이 Reliability로써 신뢰성 및 진단기술을 상품화하는 것으로 저희들의 독보적인 기술을 소프트웨어 패키지로 하는 것입니다. 고온설비 실시간 손상감시시스템을 패키지로 개발하고 대용량 화력발전소의 주기기 통합제어 시스템을 개발하여 성능을 완벽하게 검증하여 내년에 태안화력에 설치할 예정입니다. 마지막으로 Efficiency는 고효율 저비용 기술로써 실시간 효율관리 통합시스템을 개발하여 남부발전의 전 발전소에 설치하여 효율을 향상시킬 것입니다. 또한 저 열량탄 사용에 따른 각종 문제점을 평가하기 위해 경제성이 담보된 석탄혼소 중합 프로그램을 8월까지 개발할 예정이며, 저등급 석탄의 연소기술을 더욱 다양하게 개발해 나갈 계획입니다.

최근 분야별 연구현황 및 주요 성과

최근 화두가 되고 있는 석탄가스화 복합발전(IGCC) 기술은 크게 두가지 방향으로 추진하고 있습니다. 국내에서 최초로 2015년 말까지 태안화력에 건설될 IGCC 플랜트를 적기에 실증하기 위하여 서부발전, 두산중공업, 고등기술연구원 등 국내의 전문 산학연 기관과 함께 추진하고 있습니다. 1단계에서는 각종 기술의 인프라를 구축하였고, 2단계사업은 지난 2월 착수되었습니다. 또한 이산화탄소를 포집하기 위한 새로운 시도인 순산소 연소 기술의 개념설계를 완료하고, 현재는 기본설계에 돌입한 상태이며, 2014년까지 건설이 계획되어 있는 실증사업에 박차를 가하고 있습니다. 그리고 기존 석탄화력 대비 석탄사용량을 줄일 수 있는 고효율 초초임계압 화력발전 기술개발을 실증하기 위한 연구과제를 중부발전과 함께 참여하고 있습니다.

이와 함께 세계 최고 수준인 수명평가 기술 개발을 통하여 40여 호기의 노후 발전소의 수명을 연장하고 있습니다. 근래에 대두되는 또 하나의 신기술로써 저급 연료를 사용하기 위한 연료 다변화 기술과 유동층 발전기술 개발도 수화력발전연구소를 중심으로 이루어져 현장의 기술요구에 신속하게 대응하고 있습니다. 그리고 자동제어 기술 개발을 통한 현장 적용성을 확대하고 있으며, 보일러, 터빈 및 발전기 제어시스템 등은 상업화에 성공하여 여러 발전소에 실증 적용하는 등 세계 최고 수준의 통합운영시스템을 개발하여 모든 발전회사에 적용하고 있습니다.

국내 수·화력발전 분야의 가장 시급한 현안과 해법을 제시한다면?

발전분야의 가장 시급한 문제는 2012년도부터 시행 예정인 신재생에너지 의무할당제(RPS)의 대응방안 마련입니다. 기존의 소수력, 태양광, 풍력, 연료전지 등의 신재생 에너지 발전량이 절대적으로 부족한 것이 현실입니다. 잘 아시다시피 우리나라는 지하자원만 부족한 것이 아니라 태양광이나 풍력의 질과 양도 절대적으로 빈약한 것이 사실입니다.

수화력 기술로 해결할 수 있는 방법은 바이오매스와 폐기물 연료 등을 혼소하는 방안과 IGCC 등 대형 신재생 기술을 활용하는 것입니다. 가장 현실적인 방안으로 유동층 발전을 이용한 혼소기술이 대두되고 있으며, 현재 석탄화력발전소에 최적으로 혼소하는 방안을 실증하고 있습니다.

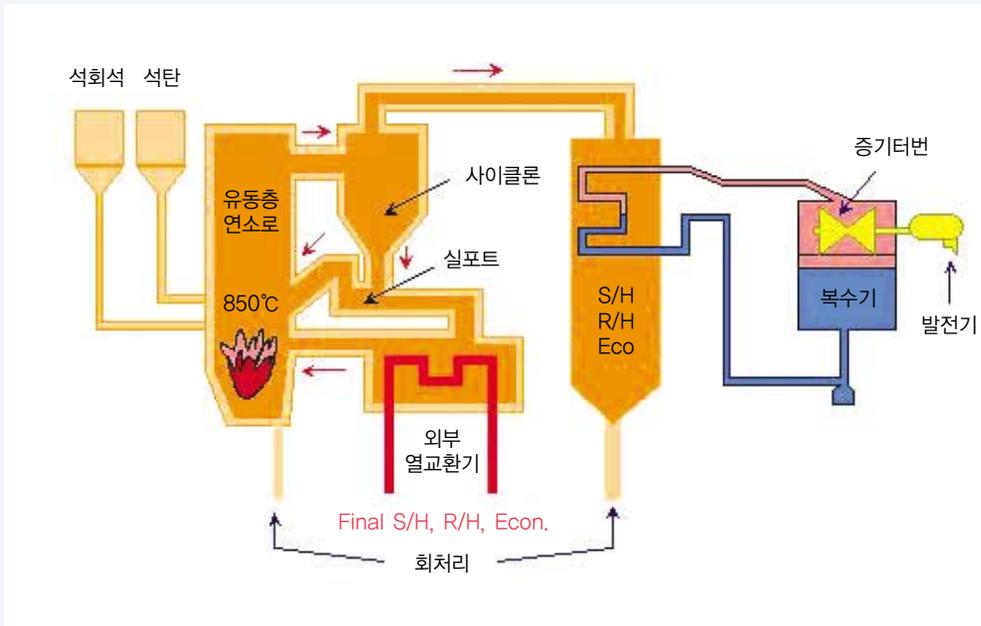
세계적인 자원의 고갈과 편중으로 인해 경제성 있는 연료의 안정적인 확보 역시 당면과제로써 적지 않은 어려움을 겪고 있습니다. 이러한 현안을 해결하기 위해 저열량탄의 경제성을 높이고자 하는 노력들이 발전회사에서 계속되고 있지만, 저열량탄 사용에 따른 발전정지 등의 사고가 발생하고 있습니다. 이에 따라 경제성과 함께 기술적 파급영향도를 종합적으로 평가하는 프로그램을 현재 개발 중에 있으며, 50% 정도의 고수분탄을 건조하여 연소성을 시험하는 기술개발도 현재 진행 중에 있습니다. 이 밖에 토탄 활용의 타당성을 조사하는 연구도 진행 중에 있어 향후 연료 다변화에 기여할 수 있을 것으로 기대하고 있습니다.

해당 R&D분야의 블루오션이 있다면, 그리고 연구소의 미래상 전망은?

세계는 에너지와 함께 환경의 위기시대를 동시에 맞고 있습니다. 이러한 시대에 우리 수화력 발전연구소가 희망을 제시하고 해법을 전수하고자 노력하고 있습니다. 머지않은 미래에는 안전하면서도 경제적인 에너지원으로써 청정발전 기술이 대두될 것입니다. 에너지의 블루오션으로써 초초임계압 화력발전과 석탄가스화 복합발전 그리고 순산소 연소기술이 각광받는 시대가 올 것으로 확신합니다.

초초임계압 화력발전의 경우, 국제에너지기구의 전망에 따르면 석탄화력 발전설비는 2003년 대비 2030년에는 약 85% 이상 증가될 것이란 전망을 내놓고 있습니다. 이에 따라 세계각국은 경제적인 고효율 석탄화력 발전기술 개발을 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있으며, 우리 연구소에서도 초초임계압 화력발전기술 개발에 박차를 가하고 있습니다.

석탄가스화 복합발전은 가스터빈과 증기터빈을 구동하는 친환경 차세대 발전기술입니다. IGCC 기술은 효율이 높고 이산화탄소의 포집이 용이한 장점을 가지고 있어 2020년도에는



[유동층 연소 보일러 개념도]

더욱 각광을 받을 전망입니다.

CCS 기술 분야인 순산소 연소기술은 최종적으로 고순도의 이산화탄소를 걸러내는 포집 기술입니다. 이산화탄소 포집이 가장 현실적인 기술로서 지구온난화 방지용 대체에너지가 상용화에 이르기까지의 시간적 문제를 해결 할 수 있는 가장 확실한 기술입니다. 또한 연소 안정성 증대로 석탄화력 발전설비 분야에서 차세대 성장 동력원이 될 수 있는 기술로 주목 받고 있으며, 향후 본격적으로 전개될 이산화탄소 배출에 따른 국가 간 무한경쟁 시대에서 가격 및 기술 우위를 확보하는 기반을 마련할 수 있을 것으로 예상됩니다.

이와 함께 연소로 내부에 유동매체를 충전시킨 후, 하부에서 공기를 주입하여 유동매체를 연료와 혼합하여 연소시키는 친환경 청정 발전 방식인 '유동층 연소기술'은 저급의 석탄을 연소할 수 있을 뿐만 아니라 바이오매스, 폐기물 에너지 등의 난연성 연료 또한 직접 연소할 수 있는 특징을 지니고 있어 블루오션으로 손색이 없을 것으로 전망됩니다. KEA