2019년도 2차 종합평가

국가과학기술연구회 소관 정부출연연구기관

기관평가보고서

– 임무중심형 종합평가 –

한국에너지기술연구원

2019. 10



nst 국가과학기술연구회
National Research Council of Science & Technology

제 출 문

국가과학기술연구회 이사장 귀하

본 보고서를 「2019년도 2차 소관연구기관 종합평가 결과보고서」로 제출합니다.

2019. 10.

『국가과학기술연구회 기관평가단』

○ 평가단장 : 윤용승

○ 연구평가위원회 : 김성수, 김성수, 김영철, 선양국, 신은우, 심재구, 이재영, 장원철 (이상 8인, 가나다순)

○ 연구지원평가위원회 : 김승혁, 이기녕, 이두영, 정태현 (이상 4인, 가나다순)

CONTENTS

제출문

제 1 장 종합평가 개요 ····· 1

1. 평가실시 개요 ····· 3
2. 2019년도 2차 종합평가 방법 및 내용 ····· 4

제 2 장 평가결과(요약) ····· 27

1. 종합평가 등급 ····· 29
2. 평가결과 요약 ····· 29

제 3 장 평가결과 ····· 43

1. 기관현황 ····· 45
2. 비전 및 경영목표체계 ····· 48
3. 연구부문 평가결과 ····· 49
4. 연구지원부문 평가결과 ····· 103

제 4 장 우수 및 미흡사례 (2019년 2차 종합평가 대상기관) ····· 129

부록 ····· 155

1. 평가단 구성·운영 ····· 157
2. 2019년 1차 종합평가 지적사항 이행내역 ····· 170
3. 정책제언 ····· 174
4. 한국에너지기술연구원 종합평가 평가위원 명단 ····· 176
5. 용어정리 ····· 177

제 1 장 종합평가 개요

1. 평가실시 개요

2. 2019년도 2차 종합평가 방법 및 내용

1. 평가실시 개요

가. 목적

- 국가과학기술연구회(이하 '연구회') 소관연구기관의 연구·경영성과에 대한 평가를 통해 우수 연구성과 창출 및 연구역량을 강화하고, 기관운영시스템 혁신을 유도

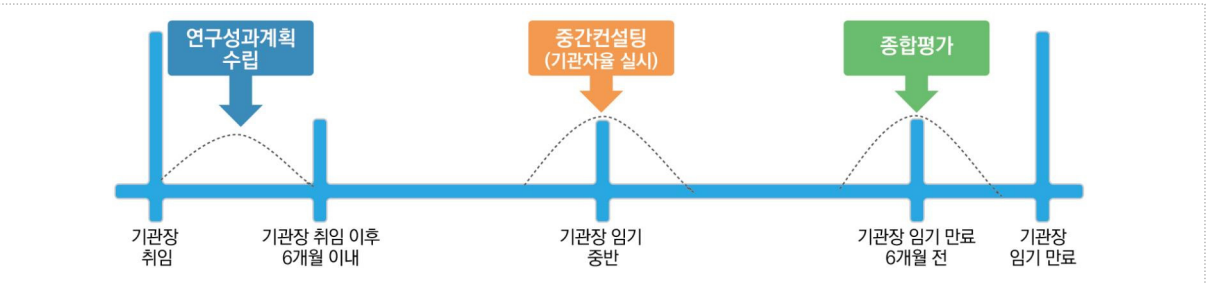
나. 추진근거

- 「과학기술기본법」 제32조(정부출연연구기관 등의 육성)
  - "연구회는 소관연구기관에 대하여 평가하고 그 결과를 정부에 제출하여야 한다."
- 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제28조(연구기관의 평가)
  - "연구회는 소관연구기관의 연구실적과 경영내용을 대통령령이 정하는 바에 따라 공정하고 객관적으로 평가하여야 한다."
- 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」 제8조(자체성과평가의 실시) 및 제9조(다른 평가와의 관계)
  - "연구회는 소관 연구개발사업 등에 대하여 자체성과평가를 실시하여야 한다."
  - "연구기관에 대하여 자체성과평가를 실시하는 경우에는 「과학기술기본법」 및 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따른 평가와 통합하여 실시하여야 한다."
- 2019년 국가연구개발 성과평가 실시계획(2018.10., 국가과학기술자문회의 의결)
- 2019년 과학기술분야 정부출연 연구기관 기관평가 지침(2018.12., 과학기술정보통신부)

다. 추진체계

- '연구성과계획' 수립 : 신임 기관장 취임 후 연구기관 자체적으로 연구 목표 및 연구지원 방향을 포함한 '연구성과계획' 수립
- '중간컨설팅' 실시 : 기관장 임기 중반에 외부 전문가 컨설팅을 통해 당초 수립한 연구성과계획에 대한 추진방향 자문 및 조정(연구기관 자율실시)
- '종합평가' 실시 : 기관장 임기 말에 '연구성과계획서'를 중심으로 연구성과 및 연구지원 실적에 대한 달성정도와 성과의 우수성 등을 평가

< 기관평가 체계 >



2. 2019년도 2차 종합평가 방법 및 내용

가. 기본방향

- 연구기관의 연구성과가 중심이 될 수 있는 평가체계 강화
- 연구성과 창출에 집중토록 연구기관의 평가부담 완화
- 평가의 독립성·공정성 제고를 위해 평가위원 구성의 투명성 및 다양성 강화
- 평가결과 활용 및 책임성 제고를 위해 평가결과와 연구사업 예산과의 연계 강화

나. 평가 대상기관

- 국가과학기술연구회 소관 4개 연구기관 (세계김치연구소, 한국에너지기술연구원, 한국생산기술연구원, 한국표준과학연구원)

< 참고 : 2019년도 종합평가 일정 >

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
종합 평가	1차 평가				2차 평가				3차 평가			
	원자력연			상위 평가	김치연, 에기연, 생기원, 표준연			상위 평가	KIST, 기계연, 화학연			상위 평가

* 평가대상기관 및 일정은 기관장 퇴임 등에 따라 추가 또는 변경될 수 있음

다. 평가 내용 및 방법

1) 평가대상기간 및 내용

- '연구성과계획'을 중심으로 연구성과 및 연구지원 실적에 대해 기관장 취임 이후부터 종합평가 직전 월까지 성과 평가

< 기관별 평가실시 시기 및 평가대상 기간 >

기관명	평가실시 시기	평가대상 기간
세계김치연구소	'19년 2차('19.5.~'19.7.)	기관장 취임('16.11.~'19.4.)
한국에너지기술연구원	'19년 2차('19.5.~'19.7.)	기관장 취임('16.12.~'19.4.)
한국생산기술연구원	'19년 2차('19.5.~'19.7.)	기관장 취임('16.12.~'19.4.)
한국표준과학연구원	'19년 2차('19.5.~'19.7.)	기관장 취임('17.1.~'19.4.)

※ 연도별 목표치는 자체평가 직전 월까지 월할 계산하여 평가
- 다만, 특수성이 필요한 경우, 연구기관이 필요성을 인정하는 자료*를 제출하면, 평가위원회의 검토에 따라 예외사항으로 인정 가능
  * 연도별 추이 및 연구흐름 등을 주요 내용으로 1쪽(성과목표별) 이내로 작성(서술형 지양)

2) 평가방법

- 연구성과계획에 제시된 연구 및 연구지원부문의 달성정도, 성과의 질적 우수성 등에 대한 종합평가를 실시
  - (연구부문) 목표달성도(40%) + 전문가 정성평가(60%)
  - (연구지원부문) 목표달성도(60%) + 전문가 정성평가(40%)

가) 목표달성도 평가 방법

- 성과목표의 성과지표(세부실행계획)별 달성도를 점수화
  - 평가대상기간 동안*의 목표 대비 실적 평가를 원칙으로 함
    * 연구기관은 달성과정의 적절성 평가를 위해 연도별 계획대비 실적 제출 필요
  - 「연구성과계획」 수립 시 '연도 말' 기준으로 제시된 연도별 목표치와 평가대상 시기를 고려하여 달성도를 평가
    ※ 정량목표는 월할 계산하여 제시하고, 정성목표는 출연(연) 제출 자료에 따라 평가위원회에서 판단

< 목표달성도 산정 기준 >

구분	목표 달성도
① 정량목표	• 목표달성도(%) = 실적/목표×100 ※ 단 목표치 특성을 종합적으로 고려하여 목표달성도를 산정하며, 목표치를 100% 초과 달성한 경우에도 100%로 계산
② 정성목표	• 목표대비 달성 정도에 따라 달성도를 산정(%)하고, 목표 달성도 인정기준 및 의견 기재 ※ 달성도를 판단한 기준과 근거(인정/불인정 사유) 제시

※ 목표가 다수의 세부 항목으로 구성되고 항목별 배점비중이 없는 경우, 항목별 배점 비중을 동일하게 적용하여 목표달성도 산정

< (연구부문) 목표달성도 평가 산출예시 >

성과목표 (추진계획)	성과지표 (세부실행계획)	성과지표별 가중치	자체평가 인정달성도	계
○○○ 개발 (배점 20점)	1. ○○○○	0.40	72%	84.55% (예) 목표달성도 점수 산정 (20×0.8455×0.4) = 6.76*점
	2. ○○○○	0.35	100%	
	3. ○○○○	0.25	83%	

* 소수점 둘째자리까지 산출(소수점 셋째자리에서 반올림)

○ 성과지표 성격에 따라 '누적형'과 '독립형', '최종형'으로 구분하여 달성도 산출

< 성과지표 성격에 따른 목표달성도 산출 예시 >

성과지표		구분	n-1	n	n+1	n+2	목표달성도
누적형	○○율	계획	-	4	5	7	(6-3)/(7-3)×100 = 75.00%
		실적	3	4	5	6	
독립형	○○수입	계획	-	24	29	41	{(23.5/24×12/28)+(29.3/29×12/28)+(40/41×4/28)}×100 = 98.76%
		실적	20	23.5	29.3	40	
최종형	○○오차율	계획	-	10	7	3	3/3×100 = 100%
		실적	13	11	8	3	

성과지표 유형	달성도 산출 방법
누적형	• '연구성과계획' 수립 이후 실적이 누적되는 경우로서 연구성과계획서 작성 전년도(N-1년) 실적에서 마지막 평가 년도의 계획(N+2 계획치)까지의 계획량 대비 작성 전년도(N-1) 실적에서 마지막 평가 년도(N+2)까지의 실적치를 달성도로 산출
독립형	• 매년 수립된 계획 및 실적이 전년도 및 차년도에 영향을 미치지 않는 경우로서 매년 달성도 값의 평균*으로 달성도로 산출(연도별 달성도가 100%를 넘어도 각 연도 달성도는 100%만 인정하여 산출) * 평가 대상기간 개월 수 대비 해당연도 개월 수를 연도별 비중으로 사용
최종형	• 기술스펙 등 최종년도의 목표가 핵심일 경우 최종년도 계획 대비 실적으로 달성도를 산출(달성도 산정 기준 제시 필수)

○ 감소형 지표*가 미달성일 경우, 기준년도 실적(누적형, 최종형 지표는 연구성과계획 작성 전년도, 독립형 지표는 직전년도)을 기준으로 한 변화량**으로 산정

* '○○○검출 농도 ○○ 이하' 등 수치가 감소하는 것이 목표인 지표
** (기준년도 실적-실적치) ÷ (기준년도 실적-목표치)

< 감소형 지표의 목표달성도 산출 예시 >

성과지표		구분	n-1	n	n+1	n+2	목표달성도
최종형	○○ 오차율 (% 이하)	계획	-	10	7	3	(13-5)/(13-3) × 100 = 80%
		실적	13	11	8	5	

○ 성과지표의 성격 등에 따라, 평가 마지막 해의 실적 산정이 불가능(청렴도·고객만족도 조사결과 등)하거나 정확한 평가(측정)가 어려운 경우 마지막 해의 목표달성도는 제외하고 달성률 적용

< 목표달성도 산출 예시 >

성과지표	n-1년	n년		n+1년		n+2년		목표달성도
	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적	
○○ 조사 (누적형)	76	78	78.5	81	81.2	83	-	(81.2-76)÷(81-76)×100=104% * ○○ 조사는 매년 7월에 실시하므로 종합평가 실적 제출일인 5.30일에는 n+2년의 조사 결과는 산출되지 않으므로 목표달성도 산출에서 제외

- 성과목표 간에는 중복성과를 불인정하고, 타 기관과의 공동성과에 대해서는 기관의 기여도를 고려하여 평가(불가피할 경우 정성평가에서 고려)

나) 전문가 정성평가 방법

- 정성평가 등급은 5단계(S~D등급)로 각 등급에 부여된 가중치(0~1)를 곱하여 평가점수를 산정하며, 부문별로 정성평가 등급 부여 단위는 다음과 같음
  - (연구부문) 성과목표 단위로 정성평가 등급 부여
  - (연구지원부문) 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하고, '현안대응 및 경영자율' 영역(영역4)은 전문가 정성평가만 실시

< 전문가 정성평가 등급별 가중치 >

등급	S	A	B	C	D
등급별 가중치	1.0	0.75	0.5	0.25	0.0

< 연구지원부문 평가 적용 방법 >

<table>
<tr><th>구분</th><th>영역</th><th>목표달성도 평가
(가중치 60%)</th><th>전문가 정성평가
(가중치 40%)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">계획
수립</td><td>임무중심형
연구환경 조성</td><td rowspan="3">각 영역 下 성과목표의 성과지표 별
달성도 평가</td><td rowspan="3">기관 운영 성과를 중심으로
통합 정성평가
※ 기관장 취임 이후 기관운영 실적에 대한 종합적 평가</td></tr>
<tr><td>효율적 기관운영</td></tr>
<tr><td>성과관리·활용·확산</td></tr>
<tr><td>현안
대응</td><td>현안 대응 및
경영 자율*</td><td></td><td>현안 대응 노력 중심 정성평가
※ 전문가 정성평가(100%)</td></tr>
</table>

* 사전에 목표를 설정하지 않으므로 전문가 정성평가만 실시하고, 정성평가 평가항목은 연구회 및 평가위원회에서 R&D정책 및 기관특성을 고려하여 필수항목을 피평가기관에 통보하며, 필수항목 이외의 항목은 기관별 특성에 맞추어 제시하여 평가 실시
(역할·책임(R&R, Role & Responsibility) 이행 실적'은 필수 점검)

- 연구 및 연구지원부문 특성에 따라 정성평가 평가기준(고려사항) 차별적용
  - (연구부문) 연구성과의 '질적 우수성'을 중심으로 평가하고, '목표의 도전성'을 2차적으로 고려
    ※ '질적 우수성'은 평가멘토단의 사전검토자료를 참고하여 평가
    ※ '달성과정의 적절성'은 추가 고려항목에서 고려
    ※ 매우 도전적 목표의 경우 과정의 적절성을 2차적으로 고려(도전성 항목에 대한 평가 면제)
  - (연구지원부문) 연구지원 성과의 '질적 우수성'을 중심으로 평가하고, '과정의 적절성'을 2차적으로 고려
    ※ '목표의 도전성'은 추가 고려항목에서 고려

< 전문가 정성평가 등급 부여기준 사례(연구부문) >

성과의 질적 우수성	목표의 도전성	추가 고려항목	대내외 지적사항 이행실적	최종등급
's' 수준	승급 / 유지 / 강등	승급 / 유지 / 강등	유지 / 강등	A
'a' 수준				
'b' 수준				
'c' 수준				
'd' 수준				

- 연구지원부문 공통분야는 '통합 정성평가'를 실시하며, 각 영역별 세부등급(s~d) 부여 후, 배점에 따라 가중 평균한 값을 합산하여 점수 구간에 따라 등급(S~D) 부여
  - 각 성과목표별 세부등급은 '성과의 질적 우수성', '목표달성 과정의 적절성' 등을 고려하여 산정
  - 최종으로 '대내외 지적사항 이행실적'을 고려하여 등급을 유지 또는 강등

<성과목표별 세부등급에 따른 점수>

등급	s	a	b	c	d
점수	10	7.5	5	2.5	0

※ 세부등급별 점수는 정부지침의 '전문가 정성평가 등급별 평가점수 부여 기준'을 준용

<연구지원부문 공통분야 등급 산정기준>

종합등급	S	A	B	C	D
평균점수	8.75 이상	6.25 이상 8.75 미만	3.75 이상 6.25 미만	1.25 이상 3.75 미만	1.25 미만

※ 영역별 배점이 동일하다는 가정 하에 과반 이상의 성과목표에서 특정등급을 받는 경우, 그 등급이 종합등급이 되도록 설계

- 목표설정이 도전적·혁신적이거나 급격한 환경변화 등으로 인해 성과목표 미달성이 인정될 경우 이를 정성평가에 추가 고려 가능

- 기관장 임기 종료까지의 예상 연구성과, 초과달성 성과, 연구성과계획 점검단 의견 반영 여부, 종합평가 결과 이행, 기타성과 등을 종합 고려하여 등급 부여

< 정성평가 시 추가 고려항목 >

- 목표 달성과정의 적절성(연구) 및 목표의 도전성·혁신성(연구지원)
- 목표 내 과제 포트폴리오의 기관임무 부합성(연구)
- 연구성과계획 점검단 의견 반영 여부
- 외부 감사 및 평가결과
- 급격한 환경변화 등으로 인한 성과목표 달성/미달성
- 기관장 임기 종료까지의 예상 연구성과*
- 정부의 정책 등에 의한 새로운 성과**
- 초과달성 성과
- 예년대비 향상도(성장형 연구기관)
- 중간컨설팅, 종합평가 결과 이행 등

* 기관장 임기 종료까지 발생이 예상되는 성과로 인해 S등급 또는 A등급을 받은 경우 추적관리(해당 성과 미발생 시 차기 종합평가에 반영)
** 외부 환경의 변화, 정부 정책 등에 따라 발생된 새로운 성과는 관련이 높은 성과목표에 연구기관이 제시하며, 해당 성과목표의 '정성평가' 시 반영

- 연구부문 성과목표 중 '매우 도전적인 목표*'는 평가 인센티브로 해당 성과목표에 대하여 기본 점수를 60점(100점 만점)으로 부여하고, '전문가 정성평가'만 실시

  * 연구성과계획 수립 시부터 사전 설정(2016년 9월 이후에 수립한 기관부터 적용)

  - '질적 우수성'을 중심으로 평가하되 '과정의 적절성'을 2차적으로 고려하고, '목표의 도전성' 항목에 대한 평가는 면제

< '매우 도전적인 성과목표' 설정 및 평가방법 >

목표설정		평가방법
- 연구성과계획 수립시 '매우 도전적인 목표'를 연구기관이 자율적으로 제시 (전체 성과목표 개수의 30% 이내) ※ '연구성과계획 점검단'이 점검·확정	➡	- 기본점수 60점 부여 - '전문가 정성평가'만 실시

< 매우 도전적 성과목표 등급별 가중치 >

등급	S	A	B	C	D
가중치	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60

※ 매우 도전적인 성과목표의 평가결과(점수)는 '(해당 성과목표 배점)×(등급별 가중치, %)'로 산정

- 연구지원부문 '현안대응 및 경영자율' 영역, 성과목표 2-2 '보수·복리후생 관리'는 연구성과계획 수립 시 별도로 목표를 설정하지 않으므로 전문가 정성평가만 실시

① '현안대응 및 경영자율' 영역

- 연구성과계획 수립 시 예상하기 어려운 정책·기술환경 변화에 대하여 기관의 대처내용 및 필수반영사항(영역 1, 2, 3)에 포함되지 않는 경영 실적으로, 별도로 목표를 설정하지 않음
- 당초 목표를 설정하지 않았으므로 전문가 정성평가만 실시하며, 평가항목은 필수항목과 자율항목으로 구성
  - 필수항목 : 연구회 및 평가위원회에서 R&D정책 및 기관 특성을 고려하여 피평가기관에 통보
  - 자율항목 : 연구기관별 특성에 맞추어 자율적으로 제시

< 현안대응 및 경영자율 영역 필수항목 >

- 「과학기술 출연(연) 발전방안」 이행 실적
- 연구회 소관기관 주요사업 투자집중도 제고

② '보수·복리후생 관리'

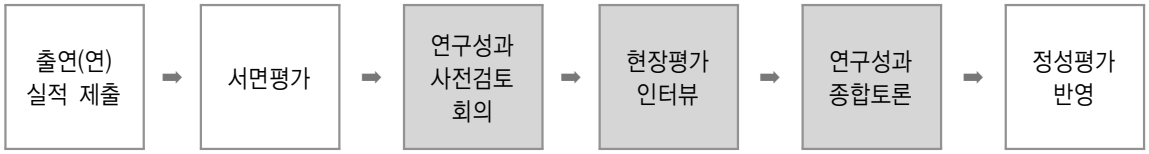
- 기획재정부의 "공공기관 경영평가편람" 상 제시된 '보수 및 복리후생', '총인건비 관리', '노사관계' 등과 관련된 연구기관의 경영실적으로, 별도로 목표를 설정하지 않음
- 당초 목표를 설정하지 않았으므로 전문가 정성평가만 실시하며, 해당 성과목표에 대한 평가내용은 연구지원부문 공통분야 통합 정성평가 등급 설정 시 반영

- 목표달성도가 현저히 낮은 성과목표의 경우, 달성도가 낮은 점에 대한 심층적인 검토와 그에 대한 대안을 제시

- BIG 사업의 경우 과제수행기간을 고려, 과제수행 초기나 중간시점은 과정의 적절성을 고려하여 평가하고, 과제 종료시점은 단순 목표달성보다는 대형성과 창출 여부에 중점을 두고 평가

- 연구성과 우수성에 대한 전문가 토론을 거쳐 정성평가 실시
  - (사전검토 회의) 현장평가 실시 전에 평가위원 간 서면평가 의견 공유 및 현장평가 중점 인터뷰 방향 등 토론
  - (연구현장 집중 인터뷰) 연구성과의 우수성 중심의 심층평가를 위해 연구현장 인터뷰 실시
  - (종합토론) 현장평가 후 별도로 평가위원 간 연구성과의 우수성 등에 대해 종합토론

< 전문가 정성평가 절차 >



참고 1 전문가 정성평가 등급 부여 세부기준

○ **(성과의 질적 우수성)** 국제적 수준, 국내외 공인기관에 의한 평가·인증 결과, 정부 공식 발표자료 등을 고려하여 판단

< (연구부문의 기초·미래선도형) 성과 질적 우수성 판단 기준 >

수준	전문가 정성평가 판단 수준
s	• 세계 최초 또는 최고 수준의 성과로, 새로운 분야를 개척하거나, 소관분야의 문제해결 등에 기여할 수 있는 breakthrough형 지식 또는 기술
a	• 국내 학문/기술적 수준을 한 단계 상승시킬 수 있는 지식 또는 기술
b	• 기존 지식 또는 기술과 차별성이 있는 결과로 학문/기술발전에 어느 정도 기여할 것으로 예상되는 지식 또는 기술
c	• 연구개발결과는 새롭지만 연구성과의 우수성을 증명할 수 있는 연구결과가 부족하여 학문/기술발전에 기여하기 힘든 지식 또는 기술
d	• 기존 지식 또는 기술과 차별성이 없거나 답습한 수준의 지식 또는 기술

< (공공·인프라형) 성과 질적 우수성 판단 기준 >

수준	전문가 정성평가 판단 수준
s	• 국가·사회적으로 시급하거나 중요한 현안을 해결할 수 있는 국민체감형 공공기술 또는 독자적인 대형연구시설 및 장비를 구축하여 세계적으로 인정받는 최첨단 수준의 핵심 인프라
a	• 국가·사회적 현안 해결을 위해 기존 연구에 비하여 보다 향상된 공공기술 또는 인프라
b	• 기존에 수행된 연구 성과에 비하여 차별성이 있고, 국가·사회적 현안 해결에 어느 정도 기여가 가능할 것으로 예상되는 공공기술 또는 인프라
c	• 기존에 수행된 연구 성과와 비교하여 비슷한 수준으로 성과의 우수성과 차별성을 식별하기 어려운 공공기술 또는 인프라
d	• 기존 기술과 차별성이 없거나 답습한 수준의 공공기술 또는 인프라

< (산업화형) 성과 질적 우수성 판단 기준 >

수준	전문가 정성평가 판단 수준
s	• 세계 시장에서 충분한 경쟁력을 갖춘 산업적 생산품 또는 기술적 성과로 새로운 시장을 창출하거나 관련산업 육성에 크게 기여할 것으로 예상되는 혁신적인 기술 또는 서비스
a	• 기존 연구와 차별화된 연구 성과를 통해 해당 산업에서의 시장 점유율이나 경제적 파급효과가 클 것으로 예상되는 기술 또는 서비스
b	• 기술개발을 통해 해당분야의 산업 육성 또는 경제적 파급효과를 어느 정도 기대할 수 있는 수준의 기술 또는 서비스
c	• 연구개발결과는 새롭지만 연구성과의 우수성을 증명할 수 있는 연구결과가 부족하여 이를 통한 산업·경제적 파급효과가 미비할 것으로 예상되는 기술 또는 서비스
d	• 기존 기술을 답습한 수준이거나 이를 통한 산업·경제적 파급효과를 기대하기 힘든 기술 또는 서비스

○ **(목표 달성과정의 적절성)** 성과목표 달성과정이 계획대로 체계적으로 이루어졌는지 여부 등을 고려하여 판단

< 목표 달성과정의 적절성 판단 기준(예시) >

수준	전문가 정성평가 판단 수준
高 ↑ ↓ 低	• 성과목표가 계획대로 체계적으로 이루어졌으며, 목표 달성과정이 다른 기관의 모범이 될 만한 수준
	• 성과목표가 계획대로 이루어졌으며, 목표 달성과정이 효율적인 수준
	• 성과목표의 대부분이 계획에 맞추어 이루어졌으며, 목표 달성과정이 일반적인 수준
	• 성과목표의 상당 부분이 계획과 어긋나게 추진되었으며, 일부 목표 달성과정이 일반적인 수준
	• 성과목표가 계획과 달리 추진되었으며, 목표 달성과정이 미흡한 수준

○ **(목표의 도전성·혁신성)** 성과목표가 세계적 수준 또는 새로운 분야를 개척할 수 있을 만큼 도전적·혁신적인지 여부 등을 고려하여 판단

< (연구부문) 목표의 도전성·혁신성 판단 기준(예시) >

수준	전문가 정성평가 판단 수준
高 ↑ ↓ 低	• 성과목표의 도전성과 혁신성이 세계적 수준 또는 새로운 분야를 개척할 수 있는 정도
	• 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 연구단계를 뛰어넘는 정도
	• 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 해당분야 연구의 발전에 어느 정도 기여할 정도
	• 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 연구수준인 정도
	• 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 연구수준 보다 후퇴된 수준

참고 2 연구성과 인정범위

▢ 연구성과 인정 범위

- 논문 : '국가연구개발사업 표준 성과지표'에서 정하는 사항*을 준용하되, 원칙적으로 오프라인/온라인에 게재된 자료만 인정
  * 질적 지표 활용, 저자 역할(제1저자, 제2저자, 교신저자) 등
- 특허 : 국내·외 특허등록 기관에 등록된 특허
- 기술료 : 계약체결 후 기관의 수입으로 입금된 기술료

▢ 융합연구에서 창출된 성과의 인정 범위

- 예산 투입비율에 따른 계획과 실적을 산출하여 사용

[주의 사항]

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제25조 제13항에 의한 연구성과*(민간수탁 사업으로부터 창출된 성과 제외)는 과학기술정보통신부장관이 지정한 연구성과 관리·유통 전담기관에 등록이나 기탁된 성과만 인정

* 논문, 특허, 보고서 원문, 기술요약정보, 소프트웨어, 연구시설·장비, 화합물, 생명자원, 신품종 등 9대 성과물

※ 연구기관 내에서 동일한 성과를 다른 성과목표에 중복 불인정

3) 평가점수 산정

- (연구부문) 성과목표별 '목표달성도 평가'와 '전문가 정성평가'를 4:6으로 합산하고, 각 성과목표별 점수를 합산하여 연구부문 점수 도출

< 연구부문 성과목표별 평가점수 산출 예시 >

성과지표 (배점)	성과목표 (배점)	성과지표 (비중, %)	목표달성도		정성평가	
			달성도 (%)	점수	등급	점수
□ ○○○ (58)	□–① 연구수월성 중심 경영체제 강화(18)	영향력지수 상위 20% 이상 논문 (20)	92	18 × [(0.20×0.92)+ (0.20×1.00)+ (0.30×0.87)+ (0.30×0.84)] × 0.4 = 6.46	A	18 × 0.75 × 0.6 = 8.10
		SMART 5등급 이상 특허 성과 (20)	100			
		평가 모델링 기술(30)	87			
		분석기술 고도화(30)	84			
		성과목표 소계	□–① : 6.46 + 8.10 = 14.56			
	□–② ○○○(20)	○○○				
		○○○				
		성과목표 소계	□–②			
	□–③ ○○○(20)	○○○				
		○○○				
		성과목표 소계	□–③			
	전략목표 소계		□ = □–① + □–② + □–③			
□ ○○○ (42)	□–① ○○○(24)	○○○				
		○○○				
		○○○				
		○○○				
		성과목표 소계	□–①			
	□–② ○○○(18)	○○○				
		○○○				
		성과목표 소계	□–②			
	전략목표 소계		□ = □–① + □–②			
연구부문 최종 점수(점)			□ + □			

※ 성과목표 점수 최종 산출 시 소수점 둘째자리 산출(소수점 셋째자리에서 반올림)

※ 연구부문 전략목표별 점수(해당 전략목표내 성과목표 점수 합산)에 따라 전략목표별 등급 부여

< 전략목표별 점수에 따른 등급 부여 기준 >

전략목표 등급	매우우수	우수	보통	미흡	매우미흡
점수*	90점 이상	90점 미만 80점 이상	80점 미만 70점 이상	70점 미만 60점 이상	60점 미만

* 100점 만점 환산 점수

◍ (연구지원 부문) 추진계획별(성과목표별) '목표달성도 평가'와 '전문가 정성평가'(단, 공통분야는 통합 정성평가)를 6:4로 합산하여 연구지원 부문 점수 도출

< 연구지원부문 평가점수 산출 예시 >

영역 (배점)	성과목표(배점)	목표달성도 (60%)		정성평가 (40%)	
		달성도(%)	점수	등급	점수
임무중심형 연구환경 조성 (20)	우수 인력 양성(10)	95	10×0.95×0.6 = 5.70	A	[(80−10−5) ×0.4+10]*** ×0.75 = 27.00
	연구 몰입 환경 조성(10)	100	10×1.00×0.6 = 6.00		
효율적 기관운영 (25)	기관 운영의 투명성·효율성(10)	85	10×0.85×0.6 = 5.10		
	보수·복리후생 관리*(10)				
	연구보안(별도평가)**(5)		(4.50)		
성과관리 활용·확산 (35)	성과관리·활용·확산 체계(7)	80	7×0.80×0.6 = 3.36		
	창업·중소·벤처기업 지원 체계(8)	100	8×1.00×0.6 = 4.80		
	대외협력 및 개방 체계(10)	90	10×0.90×0.6 = 5.40		
	대외 소통, 정보공개·공유 기반조성(10)	95	10×0.95×0.6 = 5.70		
현안 대응 및 경영자율**** (20)				A	20×1.00×0 .75 = 15.00
최종 점수	(5.70+6.00+5.10+3.36+4.80+5.40+5.70)+(4.50)+(27.00+15.00) = 82.56				

* '보수 복리후생 관리'의 경우, 연구성과계획 수립 시 별도 목표를 설정하지 않고 종합평가 시 '전문가 정성평가'만 실시(연구지원부문 통합 정성평가에 포함)

** '연구보안'의 경우, 종합평가 시 국정원에서 실시하는 연구보안 평가 결과를 활용

*** 연구지원부문 공통분야 통합 정성평가의 배점은 영역1~영역3의 배점 총합인 80점에서 '보수·복리후생 관리' 및 '연구보안'의 배점인 15점을 제외한 65점 중 '전문가 정성평가' 비중인 40%(26점)와 '보수·복리후생 관리'의 배점 10점의 합인 36점임 ('보수·복리후생 관리'는 100% 정성평가 실시, '연구보안'은 외부평가결과 활용)

**** '영역 4. 현안대응 및 경영자율'은 연구성과계획 수립 시 별도 목표를 설정하지 않고, 종합평가 시 '전문가 정성평가'만 실시

4) 종합점수 산정

◍ 종합점수는 '종합평가'의 부문별 점수를 연구부문 80%, 연구지원부문 20%의 비율로 합산하여 산정하며, 산출된 점수에 가·감점 항목을 적용하여 최종 종합점수 산출

※ 모든 점수는 소수점 둘째자리까지 산출(소수점 셋째자리에서 반올림)

< 부문별 종합점수 반영비중 >

연구부문		연구지원부문		가·감점		합계
80%	+	20%	+ −	(가점) 최대2점 (감점) 최대3점	=	100%

< 종합점수 산출(예시) >

구분	연구부문	연구지원부문	가점	감점	점수 산출
점수 (100점 만점)	79.19점	80.47점	1.5점	1.2점	(79.19×80%)+(80.47×20%)+ 1.5점+(−1.2점) = 79.74점

5) 가점 및 감점

가) 가점 항목

- 기관장 취임 이후부터 국가연구개발 우수성과 100선, 정부포상 등의 실적에 대해 기준에 따라 가점
  - 적용대상기간 : 기관장 취임 이후~종합평가
- 단, 가점한도는 최대 2점(세계 유수의 상은 한도 외로 적용)

< 가점 항목 및 기준 >

대상항목	가점 기준
국가연구개발 우수성과 100선	0.1점/건
(연구부문) 국무총리 표창(상) 이상 포상(개인, 기관 포함)	국무총리 : 0.1점/건, 대통령 : 0.2점/건, 포장 : 0.3점/건, 훈장 : 0.5점/건
(비연구부문) 대통령 표창(상) 이상 포상(개인, 기관 포함)	대통령, 포장, 훈장 : 0.1점/건
세계 유수*의 상(노벨상, 필즈상 등)	1점~10점/건

* 평가단이 객관적 근거자료(연구계 및 언론 등)를 토대로 인정여부 결정

나) 감점 항목

- 건전한 평가문화를 저해한 경우 최대 3점 감점
  - 평가의 객관성·신뢰성 저하, 공정한 평가 저해 등을 초래하는 허위기재, 과장자료, 실적에 부합하지 않는 자료 등을 제출하는 경우
  - 감점 수준은 평가문화 저해정도 등을 고려하여 평가단에서 최종 결정

< 감점 기준 >

평가문화 저해정도 (심각성 정도)	매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
감점	3.00	2.25	1.50	0.75	–

6) 종합평가등급 부여

- **최종 종합점수에 따라, 5단계 종합평가등급(매우우수~매우미흡) 부여**

< 종합점수에 따른 최종 등급 부여 기준 >

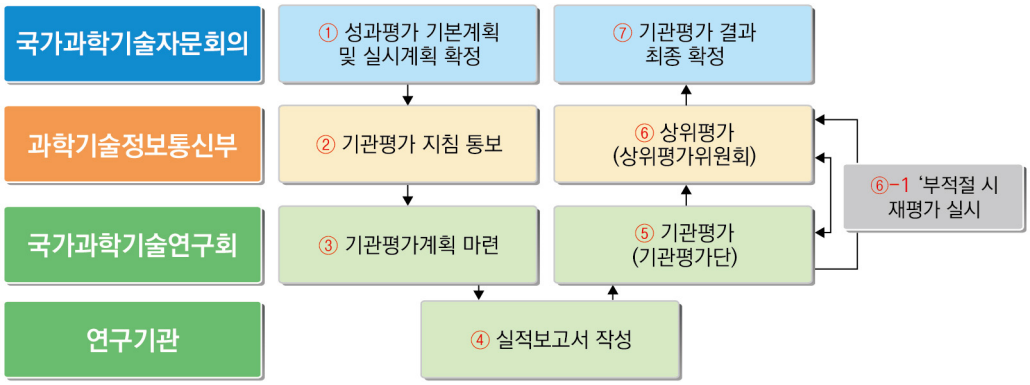
기관평가 등급	매우우수	우수	보통	미흡	매우미흡
종합점수	90점 이상	90점 미만 80점 이상	80점 미만 70점 이상	70점 미만 60점 이상	60점 미만

라. 추진체계 및 절차

1) 평가 추진체계

- 과학기술정보통신부 : 기관평가 기본계획(실시계획) 수립, 기관평가 체계 및 평가결과 도출의 적절성 등에 대한 상위평가 실시, 최종 평가등급 확정
- 국가과학기술연구회 : 기관평가 계획수립 및 평가편람 마련, 소관 연구기관의 연구성과와 연구지원실적에 대한 기관평가 실시
- 연구기관 : 성과목표 및 지표 설정·관리, 실적보고서 작성·제출

< 종합평가 체계도 >



2) 평가단 구성현황 및 세부역할

가) 구성원칙

- 평가위원은 산·학·연 및 과학기술분야 민간단체까지 다양한 시각을 반영하도록 구성하되, 책임평가위원이 50% 이상 참여토록 고려
- 연구기관별 평가위원은 연구부문의 경우 전략목표 수의 2배 이상, 연구지원부문*은 영역별 1명으로 구성

  * 임무중심형 연구환경 조성, 효율적 기관 운영, 성과관리 활용·확산 등

- 평가위원은 해당분야에 대한 전문성과 이해도가 높은 인사 위주로 선정하되, 평가위원 자격기준 및 제척기준을 고려하여 구성

< 평가위원 자격기준 및 제척기준 >

□ 기관평가위원 자격기준

○ 해당 분야 실무경력 15년 이상의 전문가
○ 해당 분야 연구개발경력 10년 이상의 전문가
○ 대학의 조교수 이상 전문가
○ 해당 분야 기업의 부장급 이상 전문가
○ 과학기술 관련 민간단체 경력 5년 이상의 전문가
○ 기타 상기와 동등한 수준의 경력을 가진 전문가

□ 기관평가위원 제척기준

○ 소관 중앙행정기관의 공무원 및 평가 대상기간 중 평가 대상기관이 주관한 연구부문 전략목표 내 사업(과제) 관련 전문기관의 임직원
○ 평가 대상기간 중 평가 대상기관이 주관한 전략목표 내 사업(과제)의 책임자
○ 국가 R&D사업에 대해 현재 참여 제재조치를 받고 있는 전문가
○ 최근 3년 이내에 소속기관에서 중징계를 받은 전문가
○ 불성실·불공정한 평가경력이 있는 전문가
○ 상위평가 수행지원기관의 평가담당부서 직원
○ 최근 3년 이내에 평가대상 기관에서 퇴직한 전문가
○ 최근 3년 이내에 평가대상 기관의 겸임연구원, 연구연가 또는 파견근무 경력이 있는 전문가
○ 가족(직계존비속 및 배우자) 구성원이 평가대상 기관에 근무하고 있는 전문가
○ 그 밖에 평가의 공정성을 중대하게 해할 염려가 있는 전문가

나) 조직 구성

- 평가단장 하에 연구평가위원회 및 연구지원평가위원회로 구성·운영

  * 필요시 연구 및 연구지원평가위원회별 소분과 구성·운영

< 평가단 구성 체계 >



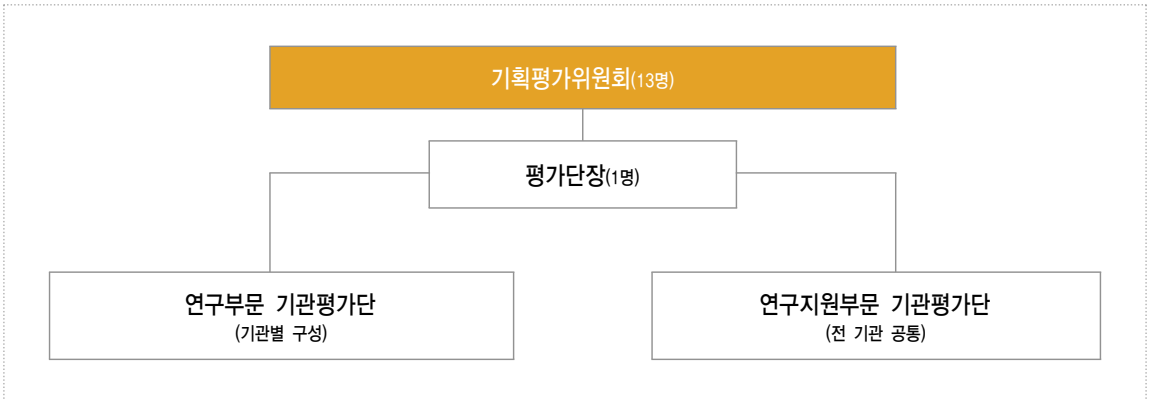
다) 평가위원 선정

- 연구회 자문기구인 '기획평가위원회'가 평가위원 선정
- 평가위원의 중도사퇴, 평가 대상 분야 확대 등의 사유 발생 시 기획평가위원회 결정에 따라 평가위원 충원 가능

라) 기획평가위원회 및 기관평가단 운영방안

- 기관평가 전반에 참여하는 기획평가위원회(상시조직)와 평가실무를 담당하는 기관평가단(한시조직)으로 구성
  - 기획평가위원회는 기획평가위원장 하에 연구분야 및 연구지원분야로 구성
    ※ 연구분야는 거대공공·에너지환경·첨단융합·주력기간·생명복지 등 5개, 연구지원분야는 정책기획·기관운영·성과활용 등 3개 세부 분과로 구성
  - 기관평가단은 종합평가시기에(연 3회) 기획평가위원회가 전문성, 공정성 등을 고려하여 선정하며, 기획평가위원 중 1인이 평가단장으로 참여
  - 평가단 구성 시 평가이력, 연구전문성, 이해관계 등을 고려

< 기획평가위원회 및 기관평가단 >



※ 연구회는 평가 전반의 행정 지원 전담

- 기획평가위원회는 평가계획 수립부터 평가결과에 따른 후속조치의 적절성 검토까지 기관평가 전주기에 참여하여 평가 연속성 확보 및 전문성 강화에 기여
  - (평가계획 자문) 연구회가 과기정통부의 평가지침에 따라 출연(연) 기관평가계획(평가편람) 초안을 마련한 뒤, 기획평가위원회의 자문을 거쳐 이사회 제출
  - (평가수행 총괄) 기획평가위원 1명이 기관별 평가단장으로 참여하여 평가단 운영 총괄*
    * 출연(연) 기관평가에 대한 전문성을 바탕으로 평가위원에 대한 사전 교육 강화, 출연(연) R&R 및 발전방향 기획 시 제시된 다양한 이해관계자 의견 반영, 평가위원 간 이견 조율 등의 역할 수행
  - (평가결과 자문) 평가단장으로 참여한 기획평가위원이 기획평가위원회에서 평가결과 및 발전방향에 대한 총평을 제시하고, 평가보고서의 완결성에 대한 자문*을 거쳐 이사회에 제출
    * 평가의견의 논리성, 평가등급과 의견 간 연계성 및 오기 수정 등을 중심으로 자문하며, 평가단에서 논의된 사항의 누락 여부에 대한 정밀 검토 실시
  - (평가결과 후속조치 심의) 평가결과 확정 후 각 기관은 평가결과에 따른 시정조치 이행계획을 수립하며, 평가단의 적절성 검토를 거쳐 기획평가위원회에서 확정
    * 시정조치 이행계획에 따른 실적은 차기 평가 시 반영

마) 평가단 활동내용 및 역할분담

▢ 평가단 활동내용

- 연구·연구지원 부문 평가 실시, 평가결과(안) 도출, 평가결과(안) 종합 검토
- 피평가기관 소명의견 검토·반영, 기관별 우수사례 선정
- 기타 평가단 운영 및 평가 과정에서 심의·조정이 필요한 사항 결정

▢ 평가위원 역할분담

- **평가단장 : 평가단 운영 총괄, 평가결과(안) 종합 검토**
- **연구·연구지원평가위원장 : 평가위원회별 운영 총괄, 각 부문별 총평 작성, 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여**
- **평가위원 : 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여**
  ※ 평가의 전문성 및 질 향상을 위해 평가멘토단 운영(연구부문 질적우수성 평가를 위한 사전검토자료 제공)

▢ 평가위원 유의사항

- 성숙한 평가문화 정착을 위해 피평가기관의 전문성을 존중하고 격려
- 출연(연)의 발전과 역량 제고를 위해 함께 고민하는 평가자세를 견지
- 피평가기관의 부담을 최소화하기 위해 무리한 자료요구는 하지 않음
- 추가정보 필요시 반드시 연구회를 통해 자료를 요청
- 공정한 평가수행을 위해 평가기간 중 출연(연)과의 개별접촉은 하지 않음
- 평가과정에서 지득한 사항을 사전 허락 없이 외부에 유출하거나 사적용도 사용을 하지 않음
  ※ 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·육성에 관한 법률」제31조(비밀 유지의 의무), 제36조(벌칙)에 의거 이를 위반 시 2년 이하의 징역 또는 500만 원 이하의 벌금
- 출연(연)의 설명과 의견을 충분히 수렴하여 수용성 높은 평가를 위해 노력
- 평가목적 및 결과가 왜곡되지 않도록 전문가적 식견과 양심에 따라 보편타당한 평가결과 도출

4) 추진절차 및 일정

'18.10. 「2019년 국가연구개발 성과평가 실시계획」 접수	○ 과기정통부 → 국가과학기술연구회
⬇	
'18.12. 「종합평가 지침」 접수	○ 과기정통부 → 국가과학기술연구회
⬇	
'18.12. 2019년 종합평가 시행계획 확정	○ 「2019년 소관연구기관 평가편람(안)」 이사회 의결
⬇	
'19.5. 출연(연) 실적보고서 작성·제출	○ 출연(연) → 국가과학기술연구회
⬇	
'19.5.~'19.6. 평가실시(서면·현장평가)	○ 실적보고서 검토 및 평가(서면·현장) ○ 「종합평가 결과보고서(안)」 마련
⬇	
'19.6.~'19.7. 출연(연) 소명	○ 출연(연) 소명의견 제시
⬇	
'19.6.~'19.7. 종합평가 결과보고서 수정·보완	○ 소명결과 검토·반영 ○ 「종합평가 결과보고서(안)」 수정·보완
⬇	
'19.7. 2019년 종합평가 결과 정부제출	○ 「2019년 소관연구기관 종합평가 결과(안)」 이사회 의결
⬇	
'19.8. 상위평가	○ 정부 상위평가 실시

마. 평가결과 활용

※ 근거 : 2019년 과학기술분야 정부출연 연구기관 기관평가(종합평가·중간컨설팅) 지침(2018.12., 과기정통부)

□ 평가결과는 기관 고유임무 조정 및 기관장과 직원에 대한 성과보상, 예산 등에 반영되어 기관 경영개선 등의 후속조치 시행

◍ (임무 및 기능 조정) 종합평가 결과에 따라 기관의 임무 및 기능, 조직에 대한 구조조정 등 실시

- 미흡한 성과목표 등과 관련된 사업 및 기관고유 임무로 적절치 않은 것으로 평가된 조직* 등에 대한 해당기관 기능·역할 재편**

  * 기관 고유임무, 임무체계 또는 자율지표 등에 반영되지 않거나 성과가 미흡한 조직에 대해 우선적으로 고려
  ** 평가결과 '미흡' 이하 전략목표와 연관된 연구기관의 조직은 기능조정(안)을 소관부처(과기정통부)에 제출·이행하고, 차기 평가에서 시행여부 점검

- 종합평가에서 연속 최하등급 시 해당기관의 기능·역할 재편 검토

- 평가결과 미흡(이하) 기관은 기관장 임기 종료 시까지 달성도 향상 지속관리하고, 미흡(이하) 사업은 '국가연구개발사업 특정평가' 대상 후보사업으로 선정

◍ (기관장 성과연봉, 능률성과급) 종합평가 결과에 따라 차등 지급

- 기관장 성과연봉은 종합평가 결과에 따라 소급하여 적용·정산하고, 직원 능률성과급에는 차기 종합평가 등급 도출 시까지 지속 활용

- (기관장 성과연봉) 종합평가 실시 전까지 기관별로 자율적으로 지급하고, 종합평가 결과에 따라 추후 정산

< 평가결과 기관장 성과연봉 반영 >

평가등급 / 성과연봉	매우우수	우수	보통	미흡	매우미흡
성과연봉 지급액(백만원)	50	42.5	35	27.5	0*

* 성과가 극히 불량한 기관의 경우 기관장 성과급 미지급

- (능률성과급) 결산잉여금에 대한 능률성과급*은 종합평가 등급에 따라 지급률 차등 적용. 단, 종합평가 실시까지 직전 평가 등급으로 지급률 적용

* '18년 예산 및 기금 운용계획 집행지침'에 따른 능률성과급(기획재정부)

< 평가결과 능률성과급 반영 >

평가등급 / 능률성과급	매우우수	우수	보통	미흡	매우미흡
능률성과급 지급률(%)	50	47.5	45	42.5	40

- (예산연계) 종합평가 결과(전략목표별 등급)에 따라 주요사업비에 대해 '매우미흡' 등급 전략목표(사업)은 20%, '미흡' 등급 전략목표(사업)은 10% 삭감하고, '매우우수' 등급 전략목표(사업)은 10%, '우수' 등급 전략목표(사업) 5% 이상 증액하며, 이후 연도에는 전략목표별 연도별 달성성과 등을 고려하여 예산조정

  ※ 전략목표와 주요사업이 매칭되지 않은 기관은 전략목표 내 주요사업 세부과제의 예산 합계를 조정(적용시기 : '18년 평가 대상기관부터 적용)
  ※ 증액·삭감 폭은 관계부처 협의에 따라 변경될 수 있음

  - 기관운영비 등의 산출 등에 종합평가 결과를 연계 가능

- (기관장 연임 검토) '매우우수' 등급이 부여된 기관의 기관장에 대해서는 관련 규정에 따라 공모 전 이사회에서 연임여부 결정 가능

- (정부포상) 종합평가 결과에 따라 탁월한 성과를 창출한 것으로 평가받은 연구기관 및 공로자는 정부포상(기관, 개인) 추천

- (평가결과 공개) 정부출연연구기관으로서의 사회적 책임성을 제고하기 위해 계획서 및 평가결과 대국민 공개

  - 계획서 확정 후 성과목표·지표를 '국가 R&D 성과평가 정보공개서비스' 시스템에 입력

- (우수사례 발굴·공유) 평가결과 기관별 우수사례를 발굴·공유하여 각 연구기관의 경영 개선 유도

- (차기 계획과 연계) 종합평가의 평가결과를 연계·활용하여 차기 연구사업·기관운영 계획을 수립하고 기관 미래발전 방향을 도모

  - 평가결과 기관 고유임무와의 부합여부에 대한 평가의견은 차기 연구사업·기관운영 계획 수립 시 반영
  - 출연(연) 공통의 지적사항에 대해서는 해당부분과 관련된 연구회 담당부서와 연계하여 구체적인 개선방안을 제시

▢ 기관평가 지적사항에 대한 기관별 시정조치 이행계획 수립·시행

- 평가 결과에 따른 시정조치 이행계획은 요구일로부터 2개월 이내에 연구회에 제출하며, 이행 여부는 차기 평가에 반영

  - 기관 비전(고유 임무)과 중장기 계획, 조직과의 연계성·부합성, 당면 과제(주요이슈) 및 미래 발전전략 등에 대한 기관의 조치계획 수립·시행 여부를 차기 연구사업·기관운영계획 점검 및 평가에 반영

    ※ 자체평가 의견과 상위평가 의견 구분 작성·제출

- 개별 출연(연)이 평가결과에 대한 시정조치 이행계획을 수립하면 기관평가단에서 심의 후 기획평가위원회에서 확정하고, 이행실적은 차기 평가에 반영

바. 추진경과

평가단계	일정	비고
2019년 평가계획 확정	'18.12.21.	– 이사회 의결
▼		
평가단·멘토단 구성	~'19.5월	
▼		
출연(연) 실적보고서 작성·제출	'19.5.10(금)	
▼		
(회의) 평가단 워크숍	5.21(화)	– 평가방법 O/T
▼		
서면평가	5.22(화)~5.29(수)	
▼		
(회의) 연구부문 사전검토 회의	5.30(목)	
▼		
(회의) 현장평가	5.31(금)	
▼		
평가보고서 작성	5.29(수)~6.20(목)	
▼		
출연(연) 소명의견서 작성	6.19(수)~6.27(목)	
▼		
소명의견 검토	6.28(금)~7.5(금)	
▼		
기획평가위원회 검토	7.12(금)	– 평가결과(안) 검토
▼		
평가결과 확정 및 정부제출	7월	– 이사회 의결
▼		
정부 상위평가	~8월 말	

참고 연구 및 연구지원부문 목표구성

□ 연구부문

전략목표	성과목표	배점
전략목표 1. 신산업 창출을 위한 에너지 혁신기술 개발	1-1. [산업화형] 차세대 에너지전환 기술과 에너지기기 고효율화 선도	14
	1-2. [산업화형] 에너지 수요관리 및 저장시장 진출을 통한 신산업 창출 기여	8
	1-3. [기초·미래선도형] 에너지기술과 산업의 한계 극복을 위한 혁신소재기술 개발(매우 도전적 성과목표)	8
	소계	30
전략목표 2. 미래시장 선도를 위한 신재생에너지 혁신기술 개발	2-1. [기초·미래선도형] 차세대 태양전지 원천기술 개발을 통한 도시형 프로슈머 시장 선도(매우 도전적 성과목표)	9
	2-2. [산업화형] 수소연료전지 상용화 핵심 기술개발을 통한 수소 커뮤니티 구축	10
	2-3. [공공·인프라형] 신재생에너지 융복합 기반기술을 통한 미래시장 선점	6
	소계	25
전략목표 3. 기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술 개발	3-1. [산업화형] 청정연료 생산 및 저급 자원의 고부가가치화	13
	3-2. [공공·인프라형] CO_2 및 미세먼지 저배출 청정 발전플랜트 개발	10
	3-3. [기초·미래선도형] 세계 최고 온실가스 포집·이용 기술 개발 (매우 도전적 성과목표)	12
	소계	35
전략목표 4. 에너지자립섬 구현을 위한 분산전원 통합 플랫폼 개발	4-1. [기초·미래선도형] 염분차 발전 용량확대를 통한 EV 충전 인프라 구축	4
	4-2. [공공·인프라형] 풍력 시스템 신뢰성 향상 기술을 통한 수용성 증대	3
	4-3. [기초·미래선도형] 시스템융합 기술 최적화를 통한 에너지자립섬 보급 촉진	3
	소계	10
합계		100

□ 연구지원부문

영역	성과목표	배점
영역1. 임무중심형 연구환경 조성	1-1. 우수인력 양성 전략	10
	1-2. 연구몰입 환경 조성	10
	소계	20
영역2. 효율적 기관운영	2-1. 기관 운영의 투명성·효율성	15
	2-2. 보수·복리후생 관리 (「공공기관 경영평가편람」에 따라 추후 실적 제시)	5
	2-3. 연구보안 강화(별도평가)	5
	소계	25
영역3. 성과관리 활용·확산	3-1. 성과관리 활용·확산 체계	10
	3-2. 창업·중소· 벤처기업 지원 체계	10
	3-3. 대외협력 및 개방 체계	9
	3-4. 대외소통 및 정보공개·공유 기반 조성	6
	소계	35
영역4. 현안대응 및 경영 자율	4-1. 과학기술 현안 등 대처 및 추진실적	20
	소계	20
합계		100

제 2 장 평가결과(요약)

1. 종합평가 등급

2. 평가결과 요약

1. 종합평가 등급

기관명	연구부문 (A, 80%)	연구지원부문 (B, 20%)	평가점수 (C) (A×0.8)+(B×0.2)	가·감점*(D)		종합점수 (C+D)	종합등급
				가점	감점		
에기연	76.79	71.15	75.66	1.40	-	77.06	보통

* 정부포상 및 국가연구개발우수성과 100선 등 가점, 허위기재 등 건전한 평가문화 저해 시 감점

[참고] 가점 부여 현황

(단위 : 건)

기관명	우수성과 100선 (0.1점)	연구부문				비연구부문			총 가점*
		훈장 (0.5점)	포장 (0.3점)	대통령표창 (0.2점)	국무총리표창 (0.1점)	훈장 (0.1점)	포장 (0.1점)	대통령표창 (0.1점)	
에기연	1	1	0	2	4	0	0	0	1.4

* 가점한도는 최대 2점

2. 평가결과 요약

1) 총평

○ 한국에너지기술연구원은 에너지기술 분야의 연구개발 및 성과확산을 통해 국가성장동력 창출과 국민경제발전에 기여함을 목적으로 1977년에 설립된 기관임

- 기관의 주요 임무는 에너지기술 개발, 에너지기술 보급 확산 및 중소기업 육성, 에너지기술 정책수립 지원 등 에너지기술 분야 연구개발 및 성과확산임

○ 현 기관장(곽병성 원장, 임기 '16.12월~'19.11월) 부임 후, 에기연은 "에너지 기술로 행복사회를 열어가는 KIER"라는 비전을 설정하고, 대내외 환경 및 정책 변화를 반영하여 비전 실현을 위한 연구성과계획을 마련함('17.5월)

- 정부정책 방향, 미래 에너지기술 트렌드, 주요 에너지 이슈, 연구원의 주요임무를 반영하여 계획을 수립함

○ 연구성과계획은 연구 및 연구지원부문의 성과목표와 그 하위 세부 성과지표로 구성되어 있음

- '국가 에너지·기후문제 해결을 위한 에너지 신산업 창출의 중심 연구기관', '시장 수요기반 혁신·대형 R&D 수행을 통해 연구생산성 향상', '정교한 R&D 관리시스템 구축을 통한 투자효율성 증진', '협력과 안전의식을 바탕으로 KIER 고유의 조직문화 창출'을 경영목표로 설정하고, 이를 달성하기 위해 연구부문은 4대 전략목표*와 12개 성과목표를, 연구지원부문은 4대 영역과 9개 성과목표로 구성함

  * ① 신산업 창출을 위한 에너지 혁신기술 개발, ② 미래시장 선도를 위한 신재생에너지 혁신기술 개발, ③ 기후변화대응을 위한 청정연료 연계 CCU기술개발, ④ 에너지자립섬 구현을 위한 분산전원 통합 플랫폼 개발

○ 금번 종합평가 결과, 에기연은 5단계 등급(매우우수~매우미흡) 중 '보통' 등급이 부여됨

○ 연구부문 평가에서 성과목표 달성도는 95.20%로 높은 수준을 보였으며 연구성과의 질적 우수성을 평가하는 전문가 정성평가 결과, 총 12개 성과목표 중 A등급 4개, B등급 7개, C등급 1개의 평가를 받았음

○ 연구부문의 우수한 성과목표는 다음과 같음

- 알루미늄 이온 전지의 전극 에너지밀도 81Wh/kg 달성은 세계적인 연구기관인 미국 스탠포드 대학의 68.7Wh/kg과 비교하여 18% 향상된 수준으로 기존 리튬이차전지의 용량 한계를 극복하기 위한 차세대 전극소재 원천기술을 확보함(성과목표 1-3)
- 고온 PEMFC기반 삼중열병합용 연료전지 스택에 금속기반 독립형 냉각판을 적용하여 오일 냉매 침투로 인한 내구성 저하문제를 극복하고 높은 전기효율을 확보하여, 관련 기술을 기술이전·출자 하는 등 우수한 산업적 성과를 창출함(성과목표 2-2)
- LAO 고생산성을 위한 활성화 전처리가 필요 없는 FT 합성용 촉매를 개발하여 SponCat™ 로 브랜드화 하였고, 관련 기술을 국내 및 해외* 기업을 대상으로 3건 기술이전 하는 등 우수한 성과를 창출함(성과목표 3-1)

  * 특히, 남아공에서 FT공정과 관련하여 SASOL Process가 세계 최고수준으로 운영되고 있으며 SASOL은 자체 FT촉매에 대한 외부 개방성이 없어 에기연의 공격적 특허전략으로 나타남
- 염분차 발전 시스템 개발의 핵심부품인 분리막(세공충진 강화복합 이온교환막)을 연속적으로 생산할 수 있는 기술을 확보하여 국산화에 성공하였고 기술이전을 통해 개발된 분리막의 낮은 생산단가로 경제성을 입증하였으며 물 분야 상위 1% 최고 수준 저널에 논문을 게재하는 학술적 성과도 거둠(성과목표 4-1)

○ 한편, 부진한 성과목표는 다음과 같음

- 미래형 초임계 CO_2 터빈-발전기의 경우, '19.4월까지 달성한 결과는 300℃/0.5hr 수준으로 500℃급 터빈 공력 설계치와 상당한 차이(200℃)가 있어 최종목표 달성이 어려워 보이므로 향후 목표 달성을 위한 구체적인 실행 계획 및 내용의 보완이 필요함 (성과목표 1-1)

- 성과목표 1-1의 3개 성과지표 내용이 전반적으로 국내외 경쟁자에 대한 정확한 현황 분석과 최근 성능지표 결과 등 경쟁요소 분석을 통한 목표 수립 및 연구개발이 진행되지 않음
- 혁신소재기반 유무기 하이브리드 태양전지 제조 기술의 경우, 상용화 및 기술이전에 대한 구체적인 산업화 기술 교류 및 협업 진행이 부족하므로 산업화와 연계한 기술개발 로드맵을 수립하고, 외부 기관과의 협업을 통해 완성도를 높일 필요가 있음(성과목표 2-1)
- CO_2 포집기술(CCS) 관련 KIERSOL의 흡수제 실증의 경우 현재 0.5tCO_2/day급 설비를 보유하고 있음에도 불구하고 기존 보유설비의 2배 규모인 1tCO_2/day급 설비 제작에 2.5년을 소모하였고 실증 시기가 지연 상태로 판단됨(성과목표 3-3)
- 또한 계획 목표상의 1tCO_2/day급 설비를 활용하여 좋은 연구결과를 얻었을 경우라도 본 소규모 설비를 CO_2 저장소와 연계하여 실질적인 경쟁력을 확보한 CO_2 저감 효과를 파악한다는 것은 CCS 상용화 측면에서 무의미한 것으로 판단됨
- 풍력시스템 신뢰성과 관련한 저주파 소음 검출 및 전파 예측 정확도는 풍력 단지 인근 주민들의 수용성과 매우 밀접한 관계가 있으나 자체 연차평가(stage-gate process)에 의해 중단되어 연구개발 지속가능성 측면에서 재검토가 필요함(성과목표 4-2)
- 또한 패브릭 블레이드 중량 절감 기술 개발 관련 내용을 포함해 풍력시스템을 초기 1kW급, 중기 100kW급, 최종 3MW급으로 목표를 설정하였지만 현재 규모면에서 1.5MW급이 보편적인 상황이므로 목표가 소극적이며, 자체 연차평가를 통해 본 연구개발이 중단됨

○ 또한, 다음과 같은 주요 개선 및 향후 발전방향이 도출되었음

- '차세대 에너지 전환 기술과 에너지 기기 고효율화 선도' 관련 성과목표 1-1의 3개의 성과지표 중 2개(초고온 스팀, 가스터빈연소)는 당초 제시한 목표를 달성하였으나, 미래형 초임계 터빈 발전기에 대한 목표는 경쟁기관 및 국내의 관련 연구기관과의 협업을 통해 목표 수립을 재정리할 필요가 있음(성과목표 1-1)
- 또한 3개의 지표를 아우르는 융합기술에 대한 내용 제시, 목표 수립 및 개발을 통해 차세대 에너지전환 기술과 에너지기기 고효율화 기술 개발을 선도해 나갈 필요가 있음
- 혁신소재기반 유무기 하이브리드 태양전지의 경우, 기술이전에 대한 구체적인 기술개발 로드맵을 수립하고 관련 기업체를 포함한 외부 기관과의 협업을 통해 완성도를 높여 기술이전 성과를 창출하는 것이 필요함(성과목표 2-1)

- 기후변화 대응관련 청정연료 생산 및 이산화탄소/미세먼지 저배출 청정플랜트/온실가스 포집(CCS) 이용기술은 에기연 내부의 기후변화 대응기술 관련 전체개발 흐름에서는 상호 연관 및 융합적 기술흐름을 유지하고 있으나 국내의 상황은 여전히 큰 난점*이 존재하므로, 국책연구기관으로서 국내의 실정에 맞는 산업적 방향 및 공공성(예 : 이산화탄소 저감량 및 온실가스 감소효과 기여도)에 선도적인 역할이 필요함

  * 기후변화대응 관련 기술의 산업화 및 상용화 관점에서는 대상 원료의 안정적 확보, 이산화탄소 저장소 여건 미비, 국내 기업의 관심 부족 및 상용화 여건 미비 등

  · 관련 기술의 현재 여건을 보다 정확히 제시하고 향후 기후변화 대응 관련 기술의 정책적 방향, 기술 개발 협업관계 구축 등에 대한 구체적인 실행 계획을 병행하여 제시할 필요가 있음(성과목표 3-1, 3-2, 3-3)

- 지속적인 사업화 추진 여부는 창업의 실효성 있는 성과, 기술이전 기업의 만족도 등 산업화의 완성도에 따라 달라지므로 연구책임자 및 에기연 기관 차원의 개선방향성 및 전환대책 수립이 필요함

- 공공적 가치와 관련 중소기업 기술지원 체계의 협력 관계는 외형적으로 이루어지고 있으나, 해당 중소기업 수요자의 투자 의지가 있어야 성과확산의 진정성이 나타나게 되므로 연구원 차원의 정기적 평가·대안을 제시하는 등 적극적 대응이 필요함

- 풍력 저주파 소음 및 전파 해석 관련 기술은 인체 및 가축에 직·간접적으로 영향을 미치고 안정적 수면을 저해하므로 풍력발전단지 조성 시 주민 수용성 증대에 중요한 요소임

  · 수용성 증대를 위한 연구가 비록 중단되어 있는 상태지만 기술개발의 공공성은 여전히 존재하는 만큼 이에 대한 지속적 연구 의지 표명 및 내부의 정책적 대안 제시가 필요할 것으로 판단됨(성과목표 4-2)

- 한편, 각 성과목표 및 지표가 무난한 달성도를 보였으나, 일부 지표는 세계 선도기관 또는 경쟁기관의 기술과 실험 및 기술개발 조건이 동등하지 않거나 상대 비교가 불가능한 조건을 제시함으로써 성과 달성도의 신뢰성을 훼손한 경우가 있었음

  · 또한 일부 성과지표는 임무 유형(기초·미래선도형, 공공인프라형, 산업화형)의 구분 기준이 모호하고 경우에 따라 상호 연관된 흐름(중장기 전략과 관련된 방향성)도 불명확한 경우가 있음

  · 이에 대한 문제점은 향후 에기연 내부의 Stage-Gate Process 및 SAB(전문가 심의위원회)에서 연구생산성 향상을 위한 중간 평가(컨설팅) 및 연차별 재조정 단계에 연구개발 진행 상황에 대한 보다 상세한 검토 및 실질적 조정이 필요할 것으로 판단됨

· 국가 에너지·기후변화 대응기술의 중요도, 시급성, 실현가능성을 1차적으로 정리하고 에기연의 자체 역량을 고려한 우선순위, 개발방향, 실현시기를 구체적으로 제시해야함

- 기관 전략목표에 따른 중장기 목표 설정 시 에너지·기후변화 대응 기술에 대한 에기연의 차별성 및 우월성에 대한 방향성을 제시할 필요가 있음

· 국가의 중장기 수요기술을 예측하여 목표에 구체적으로 반영하는 것이 필요함

○ 연구지원부문 평가결과, 목표달성도는 95.94%로 높은 편임

- 성과 관리 추진체계 개선 및 적극적인 기술이전·사업화 추진 등을 통해 기관 설립 이후 최대 기술료 수입 성과를 달성함
- 단순 기술이전을 넘어 엔지니어링형 기술이전을 추진하고 이를 위해 플랫폼연구실 등 관련 조직 신설, 표준 업무가이드 수립 및 글로벌 기관과의 매칭과제 등을 적극 추진함
- 또한 연구자 친화적 계약시스템 구축 및 증빙 문서 전자화를 통해 연구비 관리체계 평가에서 최우수 등급(S등급)을 획득하고, '17년도 출연(연) 유일의 경영공시 우수기관으로 선정되는 등 기관 운영의 효율성 및 건전성을 확보함
- 다만, 문제해결형 창의적 학습조직의 활동이 대부분 경영 현안과 관련된 내용으로 과학자의 창의적 활동은 상대적으로 미흡하므로 과학기술 분야에 대한 활동을 적극 지원하는 것이 바람직함

○ 연구성과 창출을 위한 연구지원부문 추진성과의 효과성 분석 측면에서는 다음과 같은 평가의견이 제시되었음

- 안전문화 구축을 위해 이와 관련된 성과목표를 별도로 설정하고 제도 및 교육 등을 지속적으로 개선한 것은 에너지 분야 전문 연구기관으로서 신재생에너지 등 개발기술 활용 시 대국민 신뢰도 향상에 긍정적인 효과를 가져올 것으로 기대함
- '문제해결형 창의적 학습조직 운영', '일·생활 양립을 위한 5개년 계획 수립' 등 기관 운영 방향은 전반적으로 바람직하게 설정되었으나, 각각에 대한 실적 중 일부는 당초 방향과의 부합성이 미흡한 경우가 있어 실질적 성과창출을 위해 실적을 점검하고 지속적으로 개선해 나아갈 필요성이 있음

· '창의적 학습조직'은 대부분 인사제도 등 경영 현안과 관련된 내용으로 과학자의 창의적 활동은 상대적으로 부족하며, 일·생활 양립을 위한 실적은 제도 개선보다는 문화조성이 큰 비중을 차지함

- 연구자 친화적 계약시스템 구축, 연구비 증빙문서의 전자화, 대외 자료대응 시스템 및 협업 플랫폼 구축·운영 등 연구행정 업무의 효율화를 통해 연구진의 연구생산성과 기관 업무의 신뢰성과 효율성이 향상될 것으로 판단함
  - 연구비 관리체계 평가에서 S등급 획득, '17년도 출연(연) 유일의 경영공시 우수기관 선정, 외부 기관 요청 자료(연 1,000건 이상)에 대한 행정대응 효율화 등의 성과를 창출함
- 성과관리 추진체계 개선, 도전적 목표 설정을 통한 적극적인 기술이전·사업화 추진은 기관 설립 이후 최대 기술료 수입 성과 달성에 기여하였고, 플랫폼연구실 신설을 통한 엔지니어링형 기술이전 추진 또한 향후 효과적인 기술사업화에 기여할 것으로 판단됨
- 맞춤형 Stage-Gate Process를 개발하여 연구관리를 체계화하였고, top-down 연구기획 기능을 강화하기 위해 조직개편과 더불어 외부 수요기업 참여형 기획프로세스를 개발·적용함
  - 중소기업의 역량 수준을 검토하여, 수요기업의 단계별 목표설정 제시가 필요함
- 또한 중장기 중형사업 위주의 지원 확대는 출연(연)의 고유임무 확립과 장기·도전적 과제 달성에 기여할 것으로 판단됨
  - 다만, Stage-Gate Process 적용 시 도전적 과제의 조기 종료로 인한 안정지향 과제 추종을 경계해야 하며 실질적인 수요지향적 과제 기획을 위한 역량 강화 노력이 지속적으로 필요함

○ 연구부문 전략목표별 투입과 성과에 대한 평가의견은 다음과 같음

- 전략목표 1(신산업 창출을 위한 에너지 기술 개발)에서는 차세대 에너지 전환기술과 에너지 기기 고효율화, 에너지 수요관리 및 저장기술 개발, 에너지 기술산업 관련 한계 극복 혁신소재 개발을 주요 내용으로 하고 있음
  - '19년도 기준 전략목표 1의 연구비 비중은 전체 연구비의 34.1%이고, 연구인력은 전체 연구인원(280명)의 38.5%(107.89명)로 4개 전략목표 중 가장 큰 비중을 차지함
  - 성과목표 1-1의 폐기물 고형연료를 이용한 초고온 스팀온도(650℃) 달성, H급 가스터빈 연소기 개발 조기 달성 등의 성과는 긍정적임
  - 다만, 축류형 초임계 이산화탄소 터빈 발전기 개발 및 시험에 있어 '19.4월 기준 정량적 목표인 500℃급 터빈 공력설계에 미달하는 320℃/0.5hr 연속운전 실적이 제시됨
  - 성과목표 1-2에 포함된 성과지표별 달성도는 적절한 수준이나, 경쟁기술과의 객관적인 비교 수치에 준한 조건에서 목표치 성능 비교가 부족하고 각 기술의 수명

및 내구성 입증을 통한 실증 및 상업화에 대한 추가 전략이 필요함

- 성과목표 1-3에서 반도체 EV용 알루미늄 이온전지의 전극 에너지밀도 81Wh/kg를 달성(세계적 연구기관 : 미국 68.7Wh/kg)함으로써 기존 리튬이차전지의 용량한계 극복을 위한 차세대 전극소재 원천기술을 확보함

- 전략목표 2(미래시장 선도를 위한 신재생 에너지 혁신기술 개발)에서는 차세대 태양전지 원천기술 개발, 수소연료전지 상용화 핵심기술 개발, 신재생에너지 융복합 기술개발을 중점적으로 진행함

- '19년도 기준 전략목표 2의 연구비 비중은 전체 연구비의 24.6%, 연구인력은 전체 연구인원(280명)의 25.1%(70.4명)임

- 성과목표 2-1의 차세대 태양전지 원천기술 개발 분야에서 세계 최고 효율의 유무기 하이브리드 페로브스카이트 태양전지 제조 및 세계 최고 효율에 근접한 양면수광형 실리콘 태양전지, 유연 CIGS 박막태양전지 제조 기술을 확보함

- 성과목표 2-2의 금속기반 독립형 냉각판 적용 개발은 오일 냉매 침투로 인한 내구성 저하를 극복하고 경제성이 확보되어 국내 주요 산업체로의 기술이전 성과가 기대됨

- 다만, 수소연료전지 상용화에 필요한 연료전지 스택효율 및 백금담지량 저감기술 및 수소공급용 수소생산유닛 집적화 기술을 확보하였으나 수소 충전소용 고순도 수소 생산 기술의 상용화·실증화에 필요한 경제성·운전 안전성에 대한 목표치 제시 및 검증이 부가적으로 필요함

- 성과목표 2-3의 신재생에너지 융복합 관련 기술은 성과목표 3-1의 고효율 태양전지 소자 제조기술과 연계하여 태양에너지를 활용하는 융복합 기반 기술로 기대되었으나, 기존의 열에너지 자립율 목표 외에 시스템 운용에 대한 효율성을 판단할 수 있는 성과지표가 없음

- 또한 도시건물의 자원지도화 달성률은 성과의 질적 우수성이 잘 나타날 수 있도록 정량적 지표의 재설정 및 구체화가 필요함

- 전략목표 3(기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술 개발)은 청정연료 생산, 청정발전시스템 구축 및 이에 따른 배가스/미세먼지 처리, 그리고 온실가스 포집 및 이용 기술 개발과 서로 연관된 기술의 패키지화(상용화 전단계 플랜트 기술)를 목표로 연구개발을 추진함

- '19년도 기준 전략목표 3의 연구비 비중은 전체 연구비의 32.4%, 연구인력은 전체 연구인원(280명)의 26.1%(73명)로 투입인원 비중에 비해 투입예산 비중이 높음

- 성과목표 3-1에서 합성가스로부터 고부가가치성 LAO(Linear α Olefin) 생산으로 연결되는 FT촉매공정기술이 한계 돌파형 기술(독자 고유 촉매 확보 및 LAO 고선택도 및 고생산성)로 주목할 만한 성과*를 거둠
  * JCR 상위 5%내 논문 2편 및 KIER 전체 대표 해외기술이전 실적 2건
- 성과목표 3-2는 석탄발전 배가스의 전기집진기술 향상 및 적용을 위한 전기집진장치 Retrofit용 집진기술 개발, 연소 배가스 R&D 실증설비의 아임계 조건에서 초임계 보일러 개조 및 시스템 재구축을 통한 산업계·연구계의 실증시스템 지원, 20MWe 순환유동층 발전 기술 개발은 청정발전 기술 개발 목적에 부합하며 공공·인프라형 기술로서 타당성을 가짐
- 성과목표 3-3에서는 50kWth급 가압 매체순환 가스연소 플랜트 기술 개발에 있어 초기 추격형 기술에서 선도적 기술 수준(세계 최대 규모 가압 매체순환 연소 플랜트)의 개발을 통해 이산화탄소 원천 분리가 가능함을 제시함
- 또한 3MWth급 매체순환 가스연소 플랜트로의 격상 설계를 통한 상용화 접근 성과는 도전적 목표로 판단되며 개발 단계 및 결과의 타당성이 인정됨
- 다만 KIERSOL 이산화탄소 흡수제 개발 및 1tCO_2/day급 해외플랜트 구축에 대한 상용화 기술 개발은 절차적 내용의 오류*가 발견되어 도전적 성과 및 대표적 기술의 가치에 대한 신뢰성이 부족함
  * 해외 선도적 기술의 비교대상과는 다른 조건(결과 수치를 나타내기에 훨씬 유리한 CO_2 농도 조건 등)
- 이와 관련 현장평가 시 제시된 해외 실증 방향 및 단계적 절차*는 기간 내 실현 가능성이 우려되는 측면이 있음
  * 이동형 1tCO_2/day급의 '19.7월의 국내 발전소 내 설치/실증, 연기된 해외 현지 설치/실증

– 전략목표 4(에너지 자립섬 구현을 위한 분산전원 통합 플랫폼 개발)에서는 염분차 발전 용량 확대를 통한 EV충전 인프라 구축, 풍력시스템 신뢰성 향상, 시스템 융합기술 최적화를 통한 에너지 자립섬 보급 촉진 시험절차서 개발 관련 성과가 제시됨

- '19년도 기준 전략목표 4의 연구비 비중은 전체 연구비의 8.9%, 연구인력은 전체 연구인원(280명)의 10.1%(28.31명)임
- 성과목표 4-1의 염분차 발전 시스템 개발은 세계 최초로 하수처리 방류수를 이용하였으며, 낮은 생산단가로 관련 산업체에 기술이전 한 우수한 성과임
- 이외에도 염분차 발전과 전기차 충전스테이션의 동적특성 분석 기법, 시스템 실시간 모사 시뮬레이션에 따른 전압안정도 알고리즘 개발도 긍정적임
- 성과목표 4-2의 저주파 소음 검출 및 전파 예측 정확도 연구 및 패브릭 블레이드 중량 절감 기술 개발은 자체 연차평가에 따라 연구개발 진행이 중단됨

· 성과목표 4-3은 '에너지 자립섬'의 의미가 배전 및 신재생발전원-ESS-충전인프라에 대한 융합적 연구과제 성격임에도 불구하고 전기차 분야에만 한정되어 있어 차기 목표 설정 시 이에 대한 고려가 필요함

○ 한국에너지기술연구원은 다음과 같은 당면과제에 대한 대처방안을 향후 연구사업 및 기관운영계획에 반영하여 추진할 것을 권고함

- 연구성과계획에 제시된 세계 최초·최고 기술 중 일부는 사전 기획 및 수행 과정의 적절성이 미흡*한 점이 평가과정에서 지적되었으므로 Stage-gate Process 및 전문가 심의위원회를 통해 절차적 타당성을 확인하고, 필요 시 기술개발 방향 전환이 필요함

  * 관련 기관의 과제수행 내부 상황에 대해 단지 외부 발표 문헌 등에 국한되어 실험 조건 및 기술 우위성 비교에서 객관적 조건 및 타당성을 제시하지 못함

  · 연차별·중장기별 구체적인 변화와 이에 따른 장·단점을 분석을 통해 연구역량 강화방안의 기대효과가 제시돼야 함

  · 기관 고유사업이 산업체 수탁 과제와의 연계성이 부족하므로 이에 대한 단기/중기/장기 및 체계적 플랫폼 형성을 위한 연구개발 전략 수립이 요구됨

- 기관 중장기 전략과 세부과제별 임무 유형 및 목표 설정에 대한 병행 검토를 통해 중장기 과제 전환 등의 지속적인 연구개발 체계 모니터링이 필요함

  · 각 성과목표에 대해 기초·미래선도형, 공공·인프라형, 산업화형으로 임무유형이 설정되어 있으나 세부 과제별 포트폴리오 관리가 차별화되지 못한 측면이 있음

- 에너지 신산업 소재 개발, 태양전지, 수소연료전지, CCU(탄소자원화)등에 대해서는 타 연구기관*이 특화되어 있거나 선두적인 역할을 하고 있으므로 관련 기관과의 협업을 통해 중복성 문제를 해소할 필요가 있음

  * 예 : KIST, 화학연, 각 부처별 주요 연구과제 기획 사업단 등

- 국책연구기관임을 고려하여 국가 전략적으로 필요한 에너지 산업 지원, 기후변화 대응 등을 위한 적극적인 의견 수렴 및 연구개발이 필요함

  · 대외 환경변화*에도 불구하고 이익창출 관점이 아닌 기술의 공공적 가치 제고 측면(에너지 자원의 가격경쟁력이 아닌 국가 전략적 확보 차원, 기후변화 대응 기술의 온실가스 저감효과)의 성과가 부족함

  * 에너지 자원 확보에 대한 국내 여건 절대 부족, 신재생에너지 산업에 대한 국내의 지형적, 기후적 조건의 난점, 에너지 절약 및 기후변화 대응기술에 대한 에너지 소비자(산업체)의 인식부족 등

  · 즉 에너지 자원 확보에 대한 정성/정량적 가치 환산, 기후변화 대응 관련 온실가스 저감량(이산화탄소 대체 저감량)의 가치 환산 등을 통해 에기연이 개발한 기술의 공공적 가치를 제시할 필요가 있음

- 에기연은 기관의 미션을 재정립하고 수요기업에 친화적인 연구과제 기획프로세스를 도입하였으며, Stage-gate process 도입을 통해 과제 관리의 효율화를 도모함
  - R&D 과제로 선정된 이후에 별다른 평가 없이 지속적으로 지원되던 기존 관행을 혁파하고 기업운영의 논리를 접목하여 합리적인 과제관리를 수행함
  - 제도 도입 이후 연구관리의 효과성·효율성에 대한 검토가 필요함
  - 특히 창의적·도전적 잠재력을 가진 연구과제가 초기에 탈락하는 경우, 기술적인 평가는 현재 수준에서 미흡하더라도 사회·정치적으로 필요한 경우가 있으므로 이를 반영할 수 있는 과제 관리 제도의 검토 및 개선이 필요함
- 새롭게 도입한 조직 구조 및 프로세스가 기관 고유의 임무 및 조직문화와 정합성을 갖출 수 있도록 지속적인 평가를 통해 안정화시키는 노력을 기울일 필요가 있음
- 직원 채용 시 기관의 임무특성에 부합되도록 '핵심인재 선발 전략'과 '기관 발전 로드맵'을 함께 고려하여 중장기적 관점에서 인재를 확보하고 운용하려는 노력이 필요함
- 국가적·산업적 연구개발 수요에 부응하여 기관의 위상을 제고하고 에너지 기술 분야의 혁신역량 강화에 기여하기 위해서는 전략적·수요지향적 연구기획 역량 강화가 필수적임
  - 연구기획 역량 강화를 위해 연구기획 전담조직 신설, 연구기획 프로세스에 기업 전문가 참여, 산·학·연 기술커뮤니티 운영 등의 노력을 하였으나, 이러한 노력이 효과를 거두기 위해서는 에기연의 자체 연구기획 역량 강화가 필수적임
  - 이를 위해 전문인력 채용, 직무와 업무 재조정, 체계적인 역량 개발 및 교육 프로그램 도입 등을 다각적으로 추진할 필요가 있음
- 에너지 기술은 국제적으로 경쟁적 기술 개발, 국가 간 기술이전이 활발한 분야로 글로벌한 관점에서 기술 공급자와 수요자, 연구개발 협력 대상 등을 다각화하여 국제공동연구 및 기술사업화를 적극 추진할 필요가 있음
  - 국가 간 국제공동연구에 대한 에기연의 미래지향적 목표와 구체적 계획이 반영된 중장기 목표 및 달성 방안 제시 필요함
  - 기술 이전·해외 공동연구에 대한 정량·정성적 가치를 제시하고, 필요할 경우 대외 환경에 대한 여건도 병행하여 기술할 필요가 있음
- 에너지·기후변화에 대한 기술 선도적 역량을 갖기 위해 빠른 대응 체계 및 차별화, 선도적 연구개발 방향 도출에 대한 개선된 연구기획·신속한 진행을 위한 체계를 강화하고 보유해야 하는 것이 필요함

2) 연구부문

< 연구부문 등급·점수표 >

성과목표	배점	목표달성도 평가 (40%)		전문가 정성 평가*(60%)		소계	전략 목표별 평가결과
		인정비율(%)	점수	등급	점수		
전략목표 1. 신산업 창출을 위한 에너지 혁신기술 개발(30점)						**21.80**	**보통 (72.67점)**
1-1. [산업화형] 차세대 에너지전환 기술과 에너지기기 고효율화 선도	14	100%	5.60	B	4.20	9.80	
1-2. [산업화형] 에너지 수요관리 및 저장시장 진출을 통한 신산업 창출 기여	8	100%	3.20	B	2.40	5.60	
1-3. [기초·미래선도형] 에너지기술과 산업의 한계 극복을 위한 혁신소재기술 개발**	8	-	-	B	6.40	6.40	
전략목표 2. 미래시장 선도를 위한 신재생에너지 혁신기술 개발(25점)						**20.79**	**우수 (83.16점)**
2-1. [기초·미래선도형] 차세대 태양전지 원천기술 개발을 통한 도시형 프로슈머 시장 선도**	9	-	-	A	8.10	8.10	
2-2. [산업화형] 수소연료전지 상용화 핵심 기술개발을 통한 수소 커뮤니티 구축	10	99.69%	3.99	A	4.50	8.49	
2-3. [공공·인프라형] 신재생에너지 융복합 기반기술을 통한 미래시장 선점	6	100%	2.40	B	1.80	4.20	
전략목표 3. 기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술 개발(35점)						**27.54**	**보통 (78.69점)**
3-1. [산업화형] 청정연료 생산 및 저급 자원의 고부가 가치화	13	98.80%	5.14	A	5.85	10.99	
3-2. [공공·인프라형] CO_2 및 미세먼지 저배출 청정 발전플랜트 개발	10	98.78%	3.95	B	3.00	6.95	
3-3. [기초·미래선도형] 세계 최고 온실가스 포집·이용 기술 개발**	12	-	-	B	9.60	9.60	
전략목표 4. 에너지자립섬 구현을 위한 분산전원 통합 플랫폼 개발(10점)						**6.66**	**미흡 (66.60점)**
4-1. [기초·미래선도형] 염분차 발전 용량확대를 통한 EV 충전 인프라 구축	4	100%	1.60	A	1.80	3.40	
4-2. [공공·인프라형] 풍력 시스템 신뢰성 향상 기술을 통한 수용성 증대	3	61.90%	0.74	C	0.45	1.19	
4-3. [기초·미래선도형] 시스템융합 기술 최적화를 통한 에너지자립섬 보급 촉진	3	97.62%	1.17	B	0.90	2.07	
합 계	100	-	27.79	-	49.00	76.79	-

* 전문가 정성평가 등급 가중치 : S(1.0), A(0.75), B(0.5), C(0.25), D(0)

** '매우 도전적 성과목표'는 해당 성과목표에 대하여 기본점수 60점(100점 만점)을 부여하고, '전문가 정성평가'만 실시

< 연구부문 전략목표별 주요 평가의견 >

전략목표	주요 평가의견
전략목표 1. 신산업 창출을 위한 에너지 혁신기술 개발	○ '차세대 에너지 전환 기술과 에너지기기 고효율화 선도' 등 3개의 성과목표로 구성(배점 30점) ○ 전체 성과목표의 평균 목표달성도는 100% ○ (우수한 점) 리튬 이온전지의 용량 한계 극복, 수송용 이차전지의 경량화 구현에 필요한 알루미늄 이온전지의 전극 에너지밀도* 향상 기술을 개발함 (성과목표 1-3) * 미국 스탠포드 대학의 68.7 Wh/kg 대비 18% 향상된 81 Wh/kg 구현 ○ (미흡한 점) H급 가스터빈 연소기 개발 목표를 조기에 달성하였으나, 상용화 추진 및 후속연구 필요성 검토 등의 성과 활용·확산 계획이 미흡함 (성과목표 1-2)
전략목표 2. 미래시장 선도를 위한 신재생에너지 혁신기술 개발	○ '차세대 태양전지 원천기술 개발을 통한 도시형 프로슈머 시장 선도' 등 3개의 성과목표로 구성(배점 25점) ○ 전체 성과목표의 평균 목표달성도는 99.85% ○ (우수한 점) 삼중열병합로 연료전지 스택에 금속기반 독립형 냉각판 적용을 통해 오일 냉매 침투로 인한 내구성 저하 문제를 극복함 (성과목표 2-2) ○ (미흡한 점) 도시건물의 자원지도화 연구에 투입되는 데이터 용량이 과다하고 연산시간이 많이 소요되나 이에 대한 고려가 미흡함 (성과목표 2-3)
전략목표 3. 기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술 개발	○ '청정연료 생산 및 저급 자원의 고부가가치화' 등 3개의 성과목표로 구성(배점 35점) ○ 전체 성과목표의 평균 목표달성도는 98.79% ○ (우수한 점) 활성화 전처리가 필요 없는 독자적인 FT 공정 촉매를 개발하여 국내외 기업을 대상으로 3건의 기술이전 성과를 창출함 (성과목표 3-1) ○ (미흡한 점) 해외 CO_2 저장소와 연계한 CO_2 저감효과를 파악하기 위해서는 최소 수백~수천 t CO_2/day 포집이 필요하나, 2.5년의 기간이 소요된 1tCO_2/day급의 소규모 CO_2 포집설비 제작은 CCS 측면에서 무의미함 (성과목표 3-3)
전략목표 4. 에너지자립섬 구현을 위한 분산전원 통합 플랫폼 개발	○ '염분차 발전 용량확대를 통한 EV 충전 인프라 구축' 등 3개의 성과목표로 구성(배점 10점) ○ 전체 성과목표의 평균 목표달성도는 86.51% ○ (우수한 점) 염분차 발전 시스템의 핵심 부품인 분리막을 연속식으로 생산할 수 있는 기술을 확보하여 물 분야 상위 1% 우수 논문 게재, 기술이전(1건) 성과 창출 등 학술적·경제적 측면의 우수성을 입증함 (성과목표 4-1) ○ (미흡한 점) 풍력 저주파 소음은 인체, 가축에 직·간접적으로 영향을 미치고 안정적 수면의 저해요소이므로 풍력 단지 인근 주민의 수용성 확대를 위해 관련 연구를 지속적으로 수행할 필요가 있음 (성과목표 4-2)

3) 연구지원부문

< 연구지원부문 등급·점수표 >

성과목표	배점	목표달성도 평가 (60%)		전문가 정성 평가*(40%)		소계*****
		인정비율(%)	점수	등급	점수	
영역 1. 임무중심형 연구환경 조성(20점)						
1-1. 우수인력 양성 전략	10	100%	6.00			
1-2. 연구몰입 환경 조성	10	93.24%	5.59			
영역 2. 효율적 기관운영(25점)						
2-1. 기관운영의 투명성·효율성	15	91.11%	8.20			
2-2. 보수·복리후생 관리	5	-**				
2-3. 연구보안 강화(별도평가***)	5	(4.61)		B	16.50	56.54
영역 3. 성과관리 활용·확산(35점)						
3-1. 성과관리·활용·확산 체계	10	89.08%	5.34			
3-2. 창업·중소·벤처기업 지원 체계	10	100%	6.00			
3-3. 대외협력 및 개방 체계	9	98.94%	5.34			
3-4. 대외소통 및 정보공개·공유 기반 조성	6	99.21%	3.57			
영역 4. 현안대응 및 경영 자율 (20점)	20	-****		B	10.00	10.00
합 계	100	-	40.04	-	26.50	71.15

* 전문가 정성평가 등급 가중치 : S(1.0), A(0.75), B(0.5), C(0.25), D(0)

** '2-2. 보수·복리후생 관리'의 경우, 연구성과계획 수립 시 별도 목표를 설정하지 않고 종합평가 시 '전문가 정성평가'만 실시(연구지원부문 통합 정성평가에 포함)

*** '2-3. 연구보안'의 경우, 종합평가 시 국정원에서 실시하는 연구보안 평가결과를 활용

**** '영역 4. 현안대응 및 경영자율'은 연구성과계획 수립 시 별도 목표를 설정하지 않고, 종합평가 시 '전문가 정성평가'만 실시

***** '소계'는 목표달성도 평가 점수, 전문가 정성평가 점수, 연구보안 점수를 모두 더한 값임

< 연구지원부문 영역별 주요 평가의견 >

영역	주요 평가의견
영역1. 임무중심형 연구환경 조성	○ (우수한 점) 연구실 안전환경 조성을 별도의 성과지표로 설정하고 SGR* 제도 정립 및 지속적 교육을 통해 안전문화 정착을 위해 노력함 * Safety Golden Rules : 구성원이 반드시 지켜야하는 안전·보건 관련 철칙 ○ (미흡한 점) 문제해결형 창의적 학습조직의 활동이 인사제도 등 경영 현안과 관련된 내용이 대부분으로 과학자의 창의적 활동 지원이 미흡함
영역2. 효율적 기관운영	○ (우수한 점) 연구자 친화적 계약시스템 구축 및 증빙 문서 전자화를 통해 연구비 관리체계 평가에서 최우수 등급(S등급)을 획득하고 '17년도 출연(연) 유일의 경영공시 우수기관으로 선정되는 등 기관 운영의 효율성 및 건전성을 확보함 ○ (미흡한 점) 주요사업 과제의 외부 위탁정산을 100% 시행하였으나 실제 운영 상 사업관리 부서 내 업무분장에 포함되어 있어, 위탁정산 기관 선정의 독립성이 확보되었다고 보기 어려움
영역3. 성과관리 활용·확산	○ (우수한 점) 적극적인 기술사업화 활동을 통해 기관 설립 이후 최대 기술료 수입* 성과를 창출함 * '17년 36.1억원, '18년 51.5억원 ○ (미흡한 점) 기업 직접방문을 통한 기술 상담에 기관 역량을 집중하였으나 기존 지원 체계와의 연계, 기술 상담 결과 반영 등 기술 상담 체계화에 대한 성과가 부족함
영역4. 현안대응 및 경영자율	○ (우수한 점) 연구원의 특성을 반영한 Stage-Gate Process를 개발하여 R&D 관리의 효과성과 효율성을 높임 ○ (미흡한 점) Top-down 연구기획 프로세스를 구축하고 전문가 기술탐색그룹을 구성하였으나, 기술탐색그룹에서 발굴한 연구주제에 대한 지원 실적이 1건으로 기술탐색 및 전략기능이 강화되었다고 보기 어려움

제 3 장 평가결과

1. 기관현황

2. 비전 및 경영목표체계

3. 연구부문 평가결과

4. 연구지원부문 평가결과

1. 기관현황

▢ 설립목적

○ 에너지기술 분야의 연구개발 및 성과확산 등을 통해 국가 성장동력 창출과 국민경제 발전에 기여함을 목적으로 함(한국에너지기술연구원 정관 제2조)

▢ 연혁

○ 1977. 09. 07 : 한국열관리시험연구소 설립

○ 1980. 03. 12 : 한국종합에너지연구소 확대 개편

○ 1981. 01. 16 : 한국동력자원연구소(자원개발연구소 통합)

○ 1991. 11. 07 : 한국에너지기술연구소 발족(한국자원연구소 분리)

○ 2000. 12. 23 : 한국에너지기술연구원 명칭 변경

○ 2017. 07. 20 : 과학기술정보통신부 산하 국가과학기술연구회 소속 연구기관으로 변경

▢ 임무 및 주요기능

임 무	기 능
• 에너지기술개발 - 에너지효율향상 연구개발 - 신·재생에너지 연구개발 - 이산화탄소 처리 및 이용 연구개발 - 화석에너지 청정이용 연구개발 - 에너지관련 융·복합 연구개발	에너지 환경변화에 능동적으로 대응하여 국가 성장동력 창출
• 에너지기술 보급 확산 및 중소기업 육성 - 우수 에너지기술의 기술사업화 및 보급 확산 - 중소·중견기업의 역량강화를 위한 공동 기술개발 및 애로 기술 지원 - 시험평가, 인증, 인력 양성	우수 기술 보급을 통한 중소·중견기업 육성 및 에너지기술의 합리적 이용 증진
• 에너지기술 정책수립 지원 - 국내·외 에너지기술 개발 동향 수집, 분석 - 에너지·환경문제 대응 미래 전략기술 기획 및 정책반영 지원	국가 에너지기술정책 선도

▢ 시설 및 장비 구축현황

○ 소재지 : 대전광역시 유성구 가정로 152

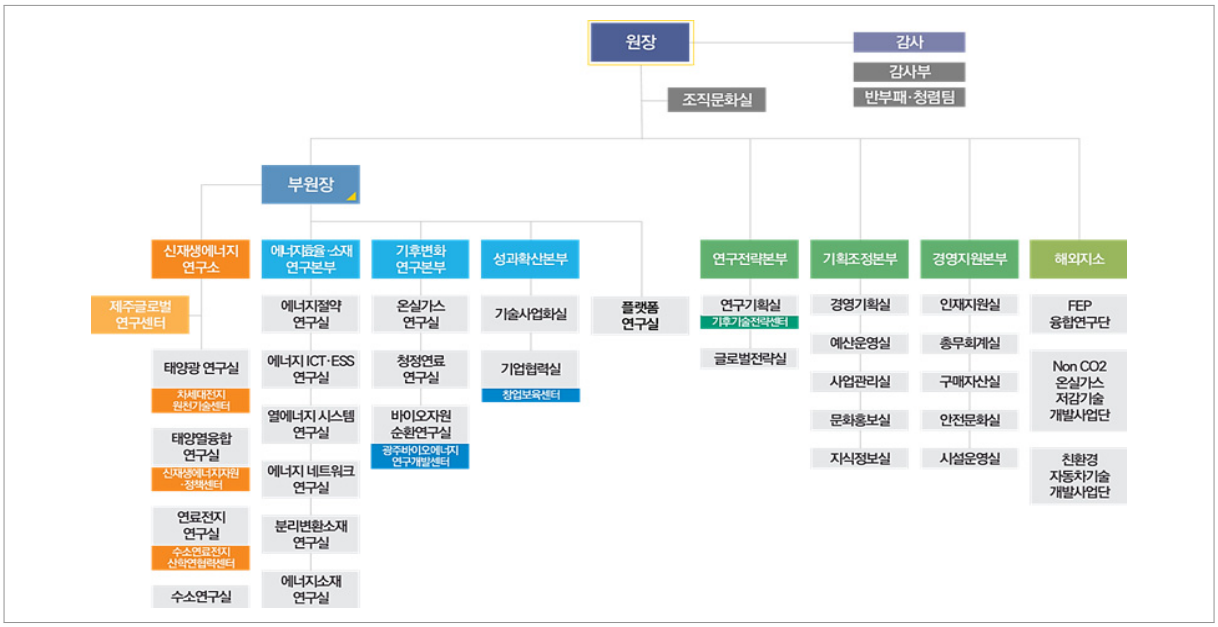
○ 연구시설·장비 현황 : 부지면적 318,849㎡, 장비 528점

(단위 : ㎡)

구 분		면 적	위치 및 용도
본원(대전)	1. 부지	156,484.30	대전 유성구 가정로 152
	2. 건물	71,113.86	-
	가. 연구 및 지원시설	68,616.70	행정동, 실험동, 식당 및 기타시설
	나. 주거시설	2,497.16	기숙사
지역조직(제주)	1. 부지		제주시 구좌읍 해맞이해안로 200
	2. 건물	16,845.71	-
	가. 연구 및 지원시설	14,750.70	연구동, 실험동
	나. 주거시설	2,095.01	기숙사
지역조직(부안)	1. 부지	(지자체무상임대)	전북 부안군 하서면 신재생에너지로 20-41
	2. 건물	2,683.81	지자체 소유
	가. 연구 및 지원시설	2,683.81	연구동
지역조직(광주)	1. 부지	22,958.00	광주 북구 삼소로 270번길 25
	2. 건물	5,110.70	-
	가. 연구 및 지원시설	4,406.76	연구동, 실험동
	나. 주거시설	703.94	기숙사
지역조직(울산)	1. 부지	32,910.40	울산 남구 테크노산업로 55번길 25
	2. 건물	10,675.20	-
	가. 연구 및 지원시설	9,147.24	연구동, 실험동
	나. 주거시설	1,527.96	기숙사

▢ 조직현황

○ 1부원장, 1연구소, 6본부, 1부, 1연구단, 29실, 7센터, 1팀, 1지소



▢ 인력현황

(단위 : 명)

구분	임원	연구직	기술직	행정직	기능직	합계
인원	1	321	135	60	–	517
책임급(박사)	1(1)	206(200)	38(14)	10(1)	–	255(216)
선임급(박사)	–	107(95)	33(4)	24	–	164(99)
원 급(박사)	–	8	56	23	–	87
무기계약직(박사)	–	–	8	3	–	11

※ '19.4월 기준

▢ 예산현황

(단위 : 백만원)

수입		지출	
항목	금액	항목	금액
• 정부출연금	90,643	• 인건비	48,498
– 기관운영비	36,353	• 연구직접비	82,946
– 주요사업비	39,073	• 경상운영비	10,416
· 에너지수요관리 효율향상 및 에너지소재 기술개발	7,947	• 시설비	16,043
· 차세대 신재생에너지 고도화 기술개발	8,262	• 기타	2,908
· 기후변화대응 청정연료 CCU	10,755		
· 육해상 융복합 에너지기수개발	2,811		
· 산업화연계 에너지기술개발 사업	4,674		
· 에너지기술 기획 및 기술정책분석 연구	2,825		
· 장비구입비	1,799		
– 시설비	15,217		
• 자체수입	68,225		
• 대체조정	–		
• 전기이월금	1,943		
계	160,811	계	160,811

※ '19년 기준

2. 비전 및 경영목표체계

미션	에너지기술을 선도하는 연구기관으로 창의·혁신적 연구개발을 통해 에너지 및 기후변화에 대한 통합적 해결방안을 제시하여 인류의 삶의 질을 향상시키고 지속 가능한 미래를 실현
비전	에너지기술로 행복사회를 열어가는 KIER

MTP	**Below 1° to keep the Earth livable** (지구를 살맛 나게 하는 1도의 기술) **협 력 열 정 도 전 혁 신 책 임 윤 리**
경영목표	· **K**ey-Player – 국가 에너지·기후문제 해결을 위한 에너지신산업 창출의 중심 연구기관 · **I**nnovation – 시장수요기반 혁신·대형 R&D 수행을 통해 연구생산성 향상 · **E**ffectiveness – 정교한 R&D 관리시스템 구축을 통한 투자효율성 증진 · **R**elationship – 협력과 안전의식을 바탕으로 KIER 고유의 조직문화 창출

전략목표	연구부문	연구지원부문
	전략목표1. 신산업 창출을 위한 에너지 혁신기술 개발 전략목표2. 미래시장 선도를 위한 신재생에너지 혁신기술 개발 전략목표3. 기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술 개발 전략목표4. 에너지자립섬 구현을 위한 분산전원 통합 플랫폼 개발	영역1. 임무중심형 연구환경 조성 영역2. 효율적 기관운영 영역3. 성과관리 활용·확산 영역4. 현안대응 및 경영자율

3. 연구부문 평가결과

▢ 종합점수 및 평가등급

성과목표	배점	목표달성도 평가 (40%)		전문가 정성 평가*(60%)		소계	전략 목표별 평가결과
		인정비율(%)	점수	등급	점수		
전략목표 1. 신산업 창출을 위한 에너지 혁신기술 개발(30점)						**21.80**	**보통 (72.67점)**
1-1. [산업화형] 차세대 에너지전환 기술과 에너지기기 고효율화 선도	14	100%	5.60	B	4.20	9.80	
1-2. [산업화형] 에너지 수요관리 및 저장시장 진출을 통한 신산업 창출 기여	8	100%	3.20	B	2.40	5.60	
1-3. [기초·미래선도형] 에너지기술과 산업의 한계 극복을 위한 혁신소재기술 개발**	8	–	–	B	6.40	6.40	
전략목표 2. 미래시장 선도를 위한 신재생에너지 혁신기술 개발(25점)						**20.79**	**우수 (83.16점)**
2-1. [기초·미래선도형] 차세대 태양전지 원천기술 개발을 통한 도시형 프로슈머 시장 선도**	9	–	–	A	8.10	8.10	
2-2. [산업화형] 수소연료전지 상용화 핵심 기술개발을 통한 수소 커뮤니티 구축	10	99.69%	3.99	A	4.50	8.49	
2-3. [공공·인프라형] 신재생에너지 융복합 기반기술을 통한 미래시장 선점	6	100%	2.40	B	1.80	4.20	
전략목표 3. 기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술 개발(35점)						**27.54**	**보통 (78.69점)**
3-1. [산업화형] 청정연료 생산 및 저급 자원의 고부가 가치화	13	98.80%	5.14	A	5.85	10.99	
3-2. [공공·인프라형] CO_2 및 미세먼지 저배출 청정 발전플랜트 개발	10	98.78%	3.95	B	3.00	6.95	
3-3. [기초·미래선도형] 세계 최고 온실가스 포집·이용 기술 개발**	12	–	–	B	9.60	9.60	
전략목표 4. 에너지자립섬 구현을 위한 분산전원 통합 플랫폼 개발(10점)						**6.66**	**미흡 (66.60점)**
4-1. [기초·미래선도형] 염분차 발전 용량확대를 통한 EV 충전 인프라 구축	4	100%	1.60	A	1.80	3.40	
4-2. [공공·인프라형] 풍력 시스템 신뢰성 향상 기술을 통한 수용성 증대	3	61.90%	0.74	C	0.45	1.19	
4-3. [기초·미래선도형] 시스템융합 기술 최적화를 통한 에너지자립섬 보급 촉진	3	97.62%	1.17	B	0.90	2.07	
합 계	100	–	27.79	–	49.00	76.79	–

* 전문가 정성평가 등급 가중치 : S(1.0), A(0.75), B(0.5), C(0.25), D(0)

** '매우 도전적 성과목표'는 해당 성과목표에 대하여 기본점수 60점(100점 만점)을 부여하고, '전문가 정성평가'만 실시

▢ 전략목표별 평가결과 및 사업현황

전략목표	평가결과	예산			인력			관련사업	
		출연금	자체수입	계	정규직	비정규직	계	대과제명	책임자명
전략목표 1	보통 (72.67점)	24,865	17,761	24,937.67	151	21	25,088.67	에너지수요관리 효율향상 및 에너지소재 기술개발	한성옥
전략목표 2	우수 (83.16점)	22,218	26,325	22,301.16	115	16	22,416.16	차세대 신재생에너지 고도화 기술 개발	윤재호
전략목표 3	보통 (78.69점)	18,705	27,250	18,783.69	118	16	18,901.69	기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술개발	류호정
전략목표 4	미흡 (66.60점)	8,138	4,181	8,204.6	40	5	8,244.6	육해상 융복합 에너지기술개발	정남조

전략목표 1 신산업 창출을 위한 에너지 혁신기술 개발(배점 : 30점)

성과목표 1-1 차세대 에너지전환 기술과 에너지기기 고효율화 선도(배점 : 14점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
초고온 스팀 생산 온도(℃) (최종형)	4	'17	700(설계)	• 환경 친화적인 미래에너지원인 수소생산 및 발전을 위한 양방향 수전해 시스템의 경우 스팀온도가 높을수록 전력소비량이 감소하며, 반응온도인 매우 높은 초고온 스팀(700℃이상)이 요구 • 현재 세계 최고수준의 기술을 보유하고 있는 SIEMENS社의 최고온도인 600℃를 극복하는 목표치를 설정 • 최종적으로는 700℃급 초고온 스팀 생산용 과열장치 개발('23년)	• 스팀공급장치 출구에서 스팀온도 직접 측정
		'18	600(측정)		
		'19.4	650(측정)		
		'19.12	650(측정)		
미래형 초임계 CO_2 발전 최고 작동온도 및 운전시간(℃ / hr) (최종형)	6	'17	200 / 0	• 발전분야 전력 생산의 대부분을 차지하는 화력(스팀) 발전소의 표준 작동온도는 550℃ 정도이며, 본 연구의 최종목표는 현재의 스팀 발전을 대체하는 것임 • 세계 최고수준의 선도 연구기관(US SNL)의 경우도 설계 작동온도를 550℃로 하여 10년 이상 연구를 수행하고 있는 실정 (480℃ 달성, 1 hr 운전) • 고압 초임계 상태의 CO_2를 현재 세계최고수준인 500℃까지 가열하여 터빈을 구동하고, 1시간 운전을 달성하고자 하는 도전적 목표치를 설정	• 터빈 입구 고압 배관 내 초임계 CO_2의 온도 측정 및 터빈 출력 누적 운전시간 측정
		'18	300 / 0.5		
		'19.4	(월할불가)		
		'19.12	500 / 1.0		
가스터빈 연소 터빈입구온도 및 NOx 규모(℃ / NOx[ppm]) (최종형)	4	'17	1200 / 25	• 최고 수준의 기술을 보유한 SIEMENS의 H급 가스터빈 연소기의 경우 터빈입구온도 1500℃에 NOx 배출 25ppm 수준 • '20년 이후 개발 완료 예정인 Post-H급의 경우 1600℃, 45ppm 목표로 개발 중 • SIEMENS의 기술수준과 비교할 때 제시된 최종 목표치(1500℃, 15ppm)은 매우 도전적인 목표	• 연소기 터빈입구온도 및 NOx 농도 측정치 공인기관 성적서
		'18	1300 / 22		
		'19.4	터빈 입구온도 : 1333.3 ℃ NOx 규모 : 21.3 ppm		
		'19.12	1400 / 20		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 (40%)		전문가 정성평가 (60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
14	100%	5.60	B	4.20	9.80

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
초고온 스팀 생산 온도(℃) (최종형)	4	'17	700(설계)	700(설계)	좌동	100%	100%
		'18	600(측정)	650(측정, LNG)	좌동		
		'19.4	650(측정)	650(측정, SRF)	좌동		
미래형 초임계 CO_2 발전 최고 작동온도 및 운전시간(℃ / hr) (최종형)	6	'17	200 / 0	205 / 0.75	좌동	100%	
		'18	300 / 0.5	320 / 0.5	좌동		
		'19.4	(월할불가)	메인 히터 실매질 가열 시험 (350℃/120℃) 및 500℃급 터빈 공력설계(112kW) 완료	–		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
가스터빈 연소 터빈입구온도 및 NOx 규모(℃ / NOx[ppm]) (최종형)	4	'17	1200 / 25	1400 / 16.7 (최종목표 조기달성)	좌동	100%	
		'18	1300 / 22	• 1단계(H급 가스터빈 연소기) 목표 조기달성에 따른 2단계 (직화식 초임계 CO_2 가스터빈용 연소기) 개발 조기 착수 • 2018년도 목표 : 200 kW, 50 기압, 0.5 h 연속운전 • 실적 : 237kW, 43 기압, 0.5 h 연속운전	좌동		
		'19.4	• 터빈 입구온도 : 1333.3 ℃ • NOx 규모 : 21.3 ppm	• 2019년도 목표 : 200 kW, 100 기압, 1 h 연속운전 • 4월 실적 : 100 기압급 연소기 설계, 장기운전 설비 시공 중	좌동		

① 지표별 달성도

□ 초고온 스팀 생산 온도
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관 제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100
    - · 총 달성도 : 650/650×100=100%

□ 미래형 초임계 CO_2 발전 최고 작동온도 및 운전시간
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관에서 제시한 '19.4월 목표인 새로운 시제품 제작은 step-change 형태의 목표로 현재 진행 중인 상황으로 지표의 특성 상 월할불가의 특수성이 인정되어 '18년도까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e) (※비율 : 작동온도 0.5, 운전시간 0.5)
  - – '18년 실적 / '18년 목표 × 100
    - · 작동온도 : 320/300×100=107%≥100%
    - · 운전시간 : 0.5/0.5×100=100%
    - · 총 달성도 : (100%×0.5)+(100%×0.5)=100%

□ 가스터빈 연소 터빈입구온도 및 NO_X 규모
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관 제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e) (※비율 : 터빈입구온도 0.5, NO_X규모 0.5)
  - – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100
    - · 터빈입구온도 : 1,400/1,333.33×100=105%≥100%
  - – ('16년 실적-'19.4월 실적) / ('16년 실적-'19.4월 목표) × 100
    - · NO_X규모 : (30-16.7)/(30-21.3)×100=153%≥100%
    - · 총 달성도 : (100%×0.5)+(100%×0.5)=100%
    - ※ 터빈입구온도는 증가형, NO_X규모는 감소형 지표 이므로, NO_X규모는 기준년도('16년)의 실적인 30ppm에서 최종년도('19.4월)의 실적 및 목표를 뺀 값으로 달성도를 검토

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - – (100%×4/14)+(100%×6/14)+(100%×4/14)=100%

출처

- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.21~29
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 증빙자료 p.1-1~33

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**B**	**유지** / 강등	**B**

성과의 질적 우수성 …

○ 기존 폐기물을 이용한 난방용 스팀은 180℃, 발전용 스팀은 400℃이고 본 연구에서는 650℃의 초고온 스팀을 생산하였음

- 고열량의 석탄을 연료로 하여 760℃의 스팀을 생산한 세계 최고 수준의 EPRI*의 결과와 비교할 때, 석탄보다 열량이 현저히 낮은 폐기물 연료인 SRF**로 이와 같은 결과를 달성한 것은 고무적임
- 세계 최고 수준인 미국 EPRI*는 석탄을 연료로 하여 760℃의 스팀을 생산하였으나, 본 연구에서는 석탄 보다 열량이 낮은 폐기물연료 SRF**을 이용해 650℃의 초고온 스팀을 생산함

* EPRI(Electric Power Research Institute) : 미국 전력연구소

** SRF(Solid Refused Fuel) : 폐비닐 등 가연성 고형 폐기물을 이용하여 생산된 고형 연료

○ '18년 말 달성한 S-CO_2 사이클의 시스템 가열 온도 320℃/작동시간 30min/출력 86We은 당초 목표인 온도 300℃/작동시간 30min을 초과하여 달성함

- 다만, 초임계 CO_2 발전기의 경우 경쟁 연구자인 미국 SwRI社-GE社의 최근 연구결과(700℃/10MW 시현, '19.4월)를 반영하여 과제 추진계획을 보완할 필요가 있음

○ '가스터빈 연소 터빈입구 온도 및 NOx 규모' 지표 관련, 연구소 고유의 연소기 설계(ACI)를 통해 고효율 저공해 비예혼합 가스터빈 연소기의 최종 목표인 TIT* 1400℃와 NOx 배출농도 16ppm을 달성함

* TIT(Turbine Inlet Temperature) : 터빈입구온도

- 한전과 한화가 참여하는 '초임계 순산소연소 가스터빈 발전 과제'와의 공동 개발에 대한 세부사항이 비공개(NDA*)라고 하나, 에기연이 수행 중인 과제와의 연계성에 대한 내용이 부족한 것으로 판단됨

* NDA(Non-Disclosure Agreement) : 기밀유지협약서, 설계, 기획, 아이디어 및 제품의 비밀을 보호하기 위한 법적 체결 문서

- 연소 가스터빈 발전 원천기술 개발 관련, 미국 NETpower社의 경우 25MWe급 파일럿 플랜트 건설 후 250MW 상용급을 개발하였으나, 본 과제에서 제시한 연소기 시험 결과(1333℃, 21.3ppm, 43기압, 237kW)는 규모 면에서 1/100 정도의 수준으로 세계 2위

수준으로 볼 수 있는지는 의문임

【출처】 실적보고서 pp.21~29

목표의 도전성·혁신성 …

○ '초고온 스팀 생산 온도' 관련 연구는 에너지 자원화를 위해 시의적절하며, 특히 수전해 효율 달성을 위한 초고온 스팀 생산 기술을 국산화 하고자 노력한 점은 높이 평가함

- 화학연료를 이용해 스팀화하는 것을 위주로 하는 해외 연구보다 앞서있기에 에기연의 연구는 시의적절함
- 기존의 폐기물을 이용한 난방용 스팀은 180℃, 발전용은 400℃이며 세계 최고 수준인 미국 EPRI는 석탄을 연료료 하여 760℃의 스팀을 생산하였으나 본 연구에서는 석탄보다 열량이 낮은 폐기물 연료 SRF를 이용해 650℃ 초고온 스팀을 생산하였음

○ 미래형 초임계 CO_2 발전 관련 연구는 연구소 고유의 축류형 초임계 CO_2 터빈* 설계를 위한 것으로 미래형 분산 발전시스템에 적용 가능한 기술임

* 축류형 초임계 이산화탄소 터빈 : 초임계 상태의 이산화탄소로 터빈을 구동하여 전기를 생산하는 초임계 이산화탄소 발전 기술의 핵심 구성품. 터빈 날개를 회전시키는 이산화탄소가 축방향으로 흐르는 축류형 방식으로 반경류형과는 달리 스케일-업이 용이하여 향후 상용화에 유리

- 타 연구그룹들이 반경류형* 터빈 기술 개발에 집중하는 것과 달리, 터빈의 소형화를 목표로 하여 '17년 세계 최초로 200℃급 축류형 초임계 CO_2 터빈 발전기를 시험 운전함

  * 반경류형 : 터빈 날개를 회전시키는 유체가 반경 방향으로 유입되어 축방향으로 유출되는 방식의 터빈으로, 차량용 터보-챠져 등 소용량에 사용

○ 3개의 성과지표 모두 도전성·혁신성을 가지고 있다고 판단되나 국내외 경쟁자에 대한 정확한 현황 분석 및 최근 성능지표 결과 등의 경쟁요소 분석을 기반으로 세밀한 개발 계획 수립·추진이 되었다고 볼 수 없음

【출처】 실적보고서 pp. 21~29

개선 및 발전 방향

○ 개발한 초고온스팀 과열기의 성능결과가 기술적·경제적 의미를 갖기 위해서는 스팀온도 측정 결과 외에 유량, 체류시간, 실험조건 등에 대한 상세 설명과 소각 폐기물 운전 실증테스트 및 규모 확장 등이 포함된 사업화 계획 수립이 필요함

○ 미래형 초임계 CO_2 발전기의 경우, '18년까지 달성한 결과는 320℃/0.5hr 수준으로 500℃급 터빈 공력 설계치와 상당한 차이(200℃)가 있어 최종목표 달성이 어려워 보이므로 성과 추이를 고려하여 목표 달성을 위한 실행 계획의 보완이 필요함

- 미국 SwRI社-GE社, 원자력연-KAIST-POSTECH 공동개발 등 경쟁 기관의 기술수준에 대한 최신동향을 세밀하게 추적한다면 과제의 성공률을 높이고 향후 기술경쟁에서 우위를 점할 수 있을 것으로 판단됨

○ 당초 계획한 H급 가스터빈* 연소기 개발 목표를 조기 달성하여 초임계 이산화탄소 가스터빈용 연소기 개발에 착수했다고 하나, H급 가스터빈 연소기 개발 결과에 대한 검토를 통해 상용화 및 후속연구 필요성 등에 대한 계획 마련이 필요함

* H급 가스터빈 : 가스터빈의 세대를 구분하는 방식으로 알파벳이 증가할수록 작동온도와 효율이 높아짐

- 초임계 이산화탄소 가스터빈용 연소기 개발에 대한 정량적 목표 설정이 필요하고, 개발한 H급 가스터빈의 연소기 기술의 성과 활용 방안 등을 고려하여 향후 연구사업 계획 수립 시 미래형 초임계 CO_2 발전 기술과 연계한 목표 설정이 필요함

○ 3개의 성과지표는 당초 제시한 목표를 달성하였으나, 3개의 지표를 아우르는 융합기술 개발로 차세대 에너지전환 기술 및 에너지기기 고효율화 기술 개발을 선도할 필요가 있음

○ 차후 대응이 필요한 다부처 과제, Step-change 형태로 달성되는 과제, 한전 과제에 대한 연계성을 확보할 필요가 있으며 향후 계획 수립 시 이에 대한 구체적인 내용을 보완할 필요가 있음

추가 고려항목

○ (실적 오기재) 성과지표 1-1-1 '초고속 스팀 생산온도'의 '17년 실적 증빙으로 제시된 논문*은 '19년 게재논문으로 확인(증빙자료 p.1-3)

* 수치해석을 통한 헬리컬 코일형 과열증기 생성시스템의 형상 변화에 대한 성능 분석, 방유마 등(2019)

○ (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-1-2 '미래형 초임계 CO_2 발전 최고 작동온도 및 운전시간'의 '19.4월 실적 증빙으로 제시한 자료로는 객관적인 판단이 불가능함 (실적보고서 p.22, 증빙자료 p.1-9)

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▮ 성과목표 1-2 ▮ 에너지 수요관리 및 저장시장 진출을 통한 신산업 창출 기여(배점 : 8점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
기계학습형 에너지관리시스템 에너지 비용 절감량(%) (독립형)	3	'17	부하예측 모델(정확도 90%이상)	• 기계학습형 에너지관리시스템분야 선도기업인 미국 Nest사의 경우 Thermostat은 난방비 10~12%, 냉방비 15% 절감 성능이 가정용 시스템을 개발 • 국내 건물 단위를 기준으로 EMS 적용 및 실증을 통해 미국 Nest사와 대등한 전기 에너지 비용 15% 절감이 가능한 도전적 목표를 설정	• 원내 테스트베드 실증시험을 통한 에너지사용량 측정평가서
		'18	에너지 하베스팅 (수확률 +50%)		
		'19.4	에너지비용 절감 : 11.7 %		
		'19.12	기계학습 적용 BEMS(에너지 비용 절감 15%)(기술이전)		
스마트 복합에너지 네트워크의 종합에너지 이용 향상률(%) (최종형)	3	'17	27	• 스마트 복합에너지 네트워크 기술은 개발 완료 후 실증을 통한 종합에너지 이용 효율의 실제 개선치를 통해서 증명 가능 • 관련 기술분야 세계최고 수준을 보유한 영국 Milton Keynes의 에너지이용효율 개선 38%와 대등한 기술목표를 도출	• 실증운전을 통하여 에너지 사용량을 정량적으로 측정
		'18	33		
		'19.4	34.7		
		'19.12	38(기술이전)		
ESS용 레독스 플로우 이차전지 활물질용량(Ah/L) (최종형)	2	'17	35	• 대용량 흐름전지 핵심 부품 및 시스템기술의 저가화를 위한 활물질용량의 획기적 개선이 중요 • 세계 최고기관인 미국 EnSync사 수준 대비 약 2배 향상된 에너지용량 목표치를 설정 • 레독스 플로우 이차전지의 에너지용량(밀도) 향상으로 현재보다 1/10 부피 수준의 혁신적 저가 대용량 이차전지 개발이 가능한 세계 최고 수준의 도전적 목표를 설정	• 에너지저장장치 성능 평가서(KS C 8547 : 2015)
		'18	55		
		'19.4	56.7		
		'19.12	60(기술이전)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 (40%)		전문가 정성평가 (60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
8	100%	3.20	B	2.40	5.60

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
기계학습형 에너지관리시스템 에너지 비용 절감량(%) (독립형)	3	'17	부하예측 모델 (정확도 90%이상)	93.9	좌동	100%	100%	100%
		'18	에너지 하베스팅 (수확률 +50%)	+146 (123 mW/m^2) 기술이전(디이엔씨, '18.11)	좌동	100%		
		'19.4	에너지비용 절감 : 11.7 %	13.9	좌동	100%		
스마트 복합에너지 네트워크의 종합에너지 이용 향상률(%) (최종형)	3	'17	27	27.5	좌동	100%		
		'18	33	34.15 기술이전(성원엔지니어링, '18.6)	좌동			
		'19.4	34.7	35.1	좌동			
ESS용 레독스 플로우 이차전지 활물질용량(Ah/L) (최종형)	2	'17	35	42.4 기술이전(이노캣, '17.12)	좌동	100%		
		'18	55	56.7	좌동			
		'19.4	56.7	57.1	좌동			
① 지표별 달성도	□ 기계학습형 에너지관리시스템 에너지 비용 절감량 ○ 목표치 관련 검토 – 기관 제시 목표와 동일							

	○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28) · '17년 : 93.9/90×100=104.33%≥100% · '18년 : 146/50×100=292.00%≥100% · '19.4월 : 13.9/11.67×100=119.11%≥100% · 총 달성도 : (100%×12/28)+(100%×12/28)+(100%×4/28)=100%
	□ 스마트 복합에너지 네트워크의 종합에너지 이용 향상률 ○ 목표치 관련 검토 – 기관 제시 목표와 동일 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 35.1/34.67×100=101.24%≥100%
	□ ESS용 레독스 플로우 이차전지 활물질용량 ○ 목표치 관련 검토 – 기관 제시 목표와 동일 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 57.1/56.67×100=100.76%≥100%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (100%×3/8)+(100%×3/8)+(100%×2/8)=100%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.30~37 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구부문 별책자료3 실적증빙보고서 pp.1-34~61

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**B**	**유지** / 강등	**B**

성과의 질적 우수성 …

○ 기계학습형 에너지관리시스템*의 에너지 비용 절감량 13.9%은 해당 분야 최고 성과를 창출하고 있는 미국 NEST社 건물에너지관리시스템의 에너지 사용 절감량 평균값(난방 시 10~12%, 냉방 시 15%)과 비교하여 유사한 수준임

* 기계학습형 에너지관리시스템 : 기계 학습을 통한 전력 수요 예측을 기반으로, 건물에서 요구되는 에너지의 효율적인 생산, 저장 및 소비를 통하여 에너지 관리를 최적으로 실시하는 시스템

– 다만, 대상 및 환경 등에 대한 상세 설명이 부족하여 미국 에너지부, 일본 신에너지 산업기술종합개발기구에서 추진 중인 사업 대비 실제 에너지 비용 절감 효과에 대한 구체적인 비교는 어려움

- 부하예측 정확도 93.9% 달성 성과는 대상 건물이 에기연내 건물로 한정되어 관련 분야 선도 기업인 독일 SIEMENS社, 미국 JOHNSON CONTROLS社에서 보유하고 있는 기술 수준과 일반화하여 비교하기는 어려움

○ 에너지 종합에너지 이용 향상률 35.1%은 세계 최고 수준의 유럽 cRRescendo Project 중 Milton Keynes Site의 에너지 절감 수준 38%에는 미치지 못하나 상당히 높은 수준으로 판단됨

- 또한 열·전기 생산 일정을 제시하는 독자적인 EMS* 알고리즘 및 소프트웨어를 개발하여 중앙네트워크 사업자를 통한 열·전기 거래가 가능하도록 함

  * EMS(Energy Mangement System) : 에너지 관리 시스템

- 다만, 에기연의 열원수준은 200kW로 Milton Keynes Site의 열원수준(3200kW) 대비 규모면에서 1/16 수준이며, cRRescendo Project는 3800여명의 에너지 수혜자를 대상으로 한 대규모 과제로 상용화 측면에서 상당한 차이가 있음

○ ESS*용 레독스 플로우 이차전지** 활물질*** 개발에 계산화학 방식을 도입하고 다양한 저가 화합물의 물질 구조를 도출하는 연구방법을 적용하여 금속산화물, 유기화합물, 무기물 재료, 금속 이온 등 다양한 활물질을 개발함

* ESS(Energy Storage System) : 발전소에서 생산된 전력 또는 태양광, 풍력 등 신재생에너지를 저장하였다가 전력이 필요한 시기에 공급하여 에너지 효율을 높이는 시스템

** 레독스 플로우 이차전지 : 전극에서 발생되는 산화/환원(redox) 반응을 통해 전해질에 전기에너지를 장기간 저장할 수 있는 대용량 전력저장 이차전지

*** 활물질 : 산화/환원반응에 관련하는 물질로써 전지의 용량과 전압을 결정하는 중요한 핵심 구성 요소

- 용량은 증가하나 평균 전압이 감소하고 있어 전력면에서 개선이 있을지는 의문이 있으나 최종적으로 60Ah/L의 기술을 이전하였고 목표치 달성은 인정함
- 다만 ESS용 레독스 플로우 이차전지 활물질 용량 확대 성과의 기술적 우위 확보 여부 및 상업화 가능성에 대한 객관적 검증 결과를 제시할 필요가 있음
- 상용화된 기존 활물질과 비교한 성능 분석 결과 및 대체재로서의 기술적/상업적 가치에 대한 내용이 부족함

【출처】 실적보고서 pp.30~37

목표의 도전성·혁신성 …

○ 에너지 하베스터*를 이용한 센서와 기계학습형 에너지관리 시스템을 최종적으로 Cyber-Physical System** 형태의 에너지관리 플랫폼으로 완성하는 것을 목표로 설정하여 능동적 에너지 생산을 통한 에너지 절감을 실현하고자 한 점은 적절함

* 에너지 하베스터 : 버려지는 에너지, 인체의 운동에너지 등 외부의 에너지를 수집하여 전기에너지로 재활용하는 기술

** Cyber-Physical System : 물리 세계와 사이버 세계와의 융합을 추구하는 새로운 패러다임으로 CPS는 다수의 센서, 엑츄에이터, 제어기기가 네트워크로 연결되어 시스템을 구성함

- 또한 에너지 하베스터에서 발생한 정전기를 활용한 미세먼지 저감 기술에 대한 융복합적 기술 개발 노력이 돋보임

○ 스마트 복합에너지 네트워크 관련, 독자적인 EMS 알고리즘 및 소프트웨어 개발을 통해 열과 전기를 거래할 수 있는 에너지 프로슈머 개념을 정립하고자 하였음

○ 기존 LiB-ESS(Lithium Ion Battery-ESS)의 안전성 문제를 해결하고 VRFB-ESS(Vanadium Redox Flow Battery-ESS) 활물질의 해외 의존성을 탈피하기 위한 소재 국산화 요구에 부합하는 기술 개발은 적절함

【출처】 실적보고서 pp.30~37

개선 및 발전 방향

○ 성과목표 1-2의 3개 성과지표는 같은 성격의 기술로 통합적 활용 방안을 강구하면 해당 분야의 선도적 지위 확보가 가능할 것으로 판단됨

○ 기계학습형 에너지관리시스템의 에너지 비용 절감 관련 연구는 계절적 요인, 건축모형 등 다양한 환경을 고려하여 실제 적용이 가능하게 하는 연구가 필요함

- 하이브리드 에너지 하베스터 연구의 연구범위 확대 및 실용화를 위한 테스트베드 규모 확대가 필요함
- '19.4월 달성한 종합에너지 이용 향상률 35.1%는 cRResendo project의 Milton Keynes Site에서 실증한 38%와 비슷한 수치이지만, 연구대상의 규모 측면에서 큰 차이가 있으므로 테스트베드 규모 확대를 통한 실용화 검증이 필요함
- 열병합 발전 기반 열네트워크로 종합에너지 이용 향상률을 35.1%로 높인 것은 유럽, 일본 등 선진국 수준에 도달한 것으로 볼 수 있으나, 열병합 발전에 의한 것인지 열네트워크를 통한 폐열 활용, 거래에 의한 것인지는 구체적인 설명을 제시할 필요가 있음

○ ESS용 레독스 플로우 전지와 리튬이차전지는 성격이 다른 저장장치로서 데모용 관리 시스템은 레독스가 유리할 수 있음

- 조속한 기술 실용화를 위해 신규물질 특허를 통한 기술신규성 확보, 원천기술 인정, 유기계 활물질의 상용성을 담보할 내구성 및 장기 안정성 확보가 필요함
- 활물질 용량 56.7Ah/L는 미국의 EnSync社의 46Ah/L보다 높은 수준이나 세계 최고수준을 증빙하기 위해서는 EnSync社의 Zn-Br 레독스 플로우 이차전지와 활물질

용량 비교, 전지의 충·방전 효율, 사이클 수명 등에 대한 성능 비교가 필요함

- 유기 활물질의 양적·질적 성과물(기술이전, 특허 등)의 내용이 부족하며 체계적인 목표 관리가 필요함
- 기술 실용화를 위해서는 개발 단계부터 경쟁기술과의 차별화를 위한 전략 수립이 필요하며 시장의 트렌드 변화에 따라 사업화 계획을 사전에 마련할 필요가 있음

추가 고려항목

○ (증빙 미제시) RFB(Redox Flow Battery) 과제의 기술적/상업적 가치에 대한 논문 및 특허 추가증빙을 요구했으나, 기존에 제시된 증빙(각 1건) 외에는 별도 자료 확인이 어려움

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▌성과목표 1-3 ▌ 에너지기술과 산업의 한계 극복을 위한 혁신소재기술 개발(배점 : 8점)
※ 매우 도전적 성과목표

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
세라믹 산소분리막 투과도(sccm/cm^2@ 10bar) (최종형)	3	'17	1.5	• 선진연구기관의 산소분리막 모듈의 목표수준은 유럽에서 수행중인 HETMOC 프로젝트의 산소분리막 투과도 목표치인 5sccm/cm^{2}와 동일한 도전적 목표치를 설정	• 대면적 모듈 제작후 vacuum 조건 산소투과량 측정
		'18	3		
		'19.4	3.67		
		'19.12	5(1,000 시간)(해외 기술이전)		
고신뢰성 고온수전해 핵심소재 열화율 및 성능 (1,000h 열화율%/셀수) (FC 전류밀도/전압) (EC 전류밀도/전압) (최종형)	3	'17	–	• 선도기관인 Idaho National Lab.(미), Ceramatec(미), Versa Power(미), Fuel Cell Energy(미), Sunfire(독), Franhofer(독), Topsoe(덴), DTU-ROSOE(덴) 등의 최근 연구 결과를 활용 • 기관마다 스택 규격, 시험평가 방법(모드) 및 작동환경이 다르므로 연구결과 수준을 반영하여 선진기관과 동등한 도전적 목표치를 도출	• 전기분해 효율 저하 및 가역 열화율 측정 (CV mode 1.3V-0.7V 에서 전류 열화 분석 @ 750℃)
		'18	7 / 10 0.3 / 0.7 -0.5 / 1.3		
		'19.4	5 / 30 0.5 / 0.7 -0.7 / 1.3		
		'19.12	5% / 30 cell 0.5 / 0.7 -0.7 / 1.3 (기술이전)		
고용량/고율속 EV용 이차전지 전극 에너지밀도 (Wh/kg@6C) (최종형)	2	'17	50	• EV 적용을 위해서는 고용량 뿐만 아니라 고율속 특성이 필수적임 • 세계 최고 수준의 성능을 선보인 선진연구기관(Stanford Univ.)에서 보고된 특성과 동등한 도전적 목표치를 도출함	• 온도 : 25℃ • 전류밀도 : 100 mA/g • 충방전횟수 : 100cycles
		'18	75		
		'19.4	83		
		'19.12	100(기술이전)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도		정성평가		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
8	–	–	B	6.40	6.40

※ '매우 도전적 성과목표'는 평가인센티브로 '목표달성도'에 대한 평가는 실시하지 않고 '전문가 정성평가'만 실시(2019년도 연구회 소관연구기관 평가편람)

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적 기관제시 (c)	① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
세라믹 산소분리막 투과도(sccm/cm^2@10bar) (최종형)	3	'17	1.5	1.5		
		'18	3	2.5		
		'19.4	3.67	2.5		
고신뢰성 고온수전해 핵심소재 열화율 및 성능 (1,000h 열화율%/셀수) (FC 전류밀도/전압) (EC 전류밀도/전압) (최종형)	3	'17	–	1000h 열화율 FC 전류밀도/전압 0.32 / 0.7 EC 전류밀도/전압 -0.3 / 1.3		
		'18	7 / 10 0.3 / 0.7 -0.5 / 1.3	6.39 / 10 0.60 / 0.7 -0.25 / 1.3		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적 기관제시 (c)	① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
		'19.4	5 / 30 0.5 / 0.7 −0.7 / 1.3	4.48 / 15 0.66 / 0.7 −0.70 / 1.3		
고용량/고율속 EV용 이차전지 전극 에너지밀도 (Wh/kg@6C) (최종형)	2	'17	50	69.5 기술이전(㈜테라테크노스, '17.11)		
		'18	75	72		
		'19.4	83	81		

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표 달성과정의적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**B**	**유지** / 강등	**B**

성과의 질적 우수성 …

○ 세라믹 산소분리막* 투과도 기술에 있어 기 상용화된 PSA** 및 고분자 분리막의 단점을 보완하여 고온/고압 하에서 산소 분리를 가능하게 하는 높은 투과성능을 갖는 소재를 개발함

* 세라믹 산소분리막 : 수소, 산소가 전기화학적으로 반응하여 전기와 열에너지를 생산하는 연료전지 시스템 핵심 부품

** PSA(Pressure Swing Adsorption) : 압력변동흡착법, 흡착탑에 혼합기체를 공급하고 압력을 변동시켜 흡착능이 서로 다른 기체를 분리하는 기술

- 다만, 세라믹 산소분리막 투과도 2.5sccm/cm^2@10bar는 유럽 HETMOC project의 '19년 목표인 5.0sccm/cm^{2}보다 낮은 수준으로 HETMOC project의 막 면적인 160,000m^2 수준으로 대형화해야 의미가 있음
- 산소분리막의 타입(튜브형, 코인형 등), 온도, 내구성 등에 대해 구체적인 비교가 되어 있지 않으며 경쟁기술(PSA, 고분자 가스 분리막)과 내압, 내열, 운전조건에서 비교 우위를 보여줄 수 있는 근거가 부족함
- 또한 분리막의 대면적화 및 모듈 Scale-up 등 상용화를 위한 계획이 부족함

○ 실적으로 제시한 1,000hr 열화율* 4.48%는 해당 분야 세계 최고 수준인 미국 Versa Power System社의 1,000hr 열화율 4.0%('18년)보다도 낮은 수준이므로, 동등한 수준으로 보기 어려움**

* 열화율 : 초기 성능 대비 1,000시간 경과 후 성능 감소에 대한 지표, (초기성능−1000시간 후 성능)/초기성능×100(%)

** 1,000 hr 열화율 4.48%는 1,000시간의 시험을 통한 실측치가 아니라 280시간의 데이터 추세로 1,000시간의 열화율을 계산한 추정치인 반면 Fuelcell Energy社는 3,100시간의 실측치가 4.54%라는 점에서 동등수준이라고 보기에는 무리가 있음(에기연=4.48%/280hr vs FE=4.54%/3,100hr)

○ 알루미늄 이온 전지의 전극 에너지밀도 81Wh/kg은 세계적인 연구기관인 미국 스탠포드 대학의 68.7Wh/kg과 비교하여 18% 향상된 수준으로 수송용 이차전지의 주요이슈인 경량화를 구현할 수 있을 것으로 판단됨

- 다만 현재 상용화된 리튬이온 배터리셀의 에너지밀도가 140~170Wh/kg으로 보고되고 있으므로, '세계 최고 수준'이라는 표현을 사용하기 위해서는 알루미늄 이온전지 자체의 기술 수준으로 비교하기 보다는 상용화된 경쟁기술인 리튬이온 배터리와의 기술 경쟁력 및 가치를 비교 제시할 필요가 있음

【출처】 실적보고서 pp.38~45

목표 달성과정의 적절성 …

○ 세라믹을 활용한 전고체 전지 기술의 문제점인 대면적화, 접합/밀봉 등을 해결하고자 산소분리막 과제 수행 과정 중에 확보된 요소기술(대면적 분리막 제조공정 안정성, 고온-고압 밀봉기술 등)을 확장 적용함

- 대외 환경변화를 감지해 세라믹 산소분리막 투과도 관련 기술 개발을 중단하였으나, 계획 단계부터 리스크 관리 차원에서 경쟁기술과의 차별화 및 상용화를 고려한 신중한 개발 계획 수립이 필요함

○ 고열량/고율속 EV용 이차전지 전극에너지 밀도 관련 SiOx 음극 상용화 과제의 홍보 및 수상실적 외에 기술이전 이후의 개발 및 사업화 진척 상황에 대한 설명이 부재함

【출처】 실적보고서 pp.38~45

개선 및 발전 방향

○ 축적된 세라믹 멤브레인* 기술을 적용할 수 있는 응용분야를 발굴하여 새로운 적용처를 찾는 노력이 필요함

* 멤브레인 : 기체 혹은 액체 속의 특정 성분을 선택적으로 통과시킬 수 있는 얇은 막

○ 고신뢰성 고온수전해 핵심소재 개발에 있어 경쟁기술 대비 낮은 수소 생산단가 구현을 통해 본 기술의 상업화 가능성을 높일 수 있음

- 이를 위해 셀스텍의 스케일업을 위한 연구가 필요하며 성능목표로 열화율 외에도 기술 완전성 및 수소 생산단가 등을 설정할 필요가 있음

○ 리튬이온전지의 대안으로 알루미늄 이온 전지의 강점을 극대화하고 상업화에 중점을 둔 개발방안 제시가 필요함

- 본 혁신소재 개발은 원천소재 개발을 위한 연구로 소재개발 전문 연구기관과의 협업 기반의 상용화 연구를 통해 기술의 조기 상업화를 할 수 있을 것으로 판단됨
- 에너지기술 강국의 목표 달성을 위해 에기연의 강점인 Downstream 공정기술 및 엔지니어링 노하우를 최대한 활용하는 연구방향으로 진행하는 것이 바람직함

추가 고려항목

○ (실적 오기재) 성과지표 1-3-2 '고신뢰성 고온수전해 핵심소재 열화율 및 성능'의 우수논문 성과 중 Journal Of Power Sources 게재 논문의 경우 '분야별 상위 5%'에 미해당(실적보고서 p.40, 증빙자료 1-74)

※ 본 사례의 경우 rank : 3/28, mmIF : 92.593('17년)로 분야 내에서 높은 순위 이기는 하나, 5%를 초과하는 것으로 나타남

○ (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-3-2 '고신뢰성 고온수전해 핵심소재 열화율 및 성능'의 '19.4월 실적 중에서 세부 목표중 하나인 '열화율'의 경우 기존 목표로 제시한 '셀 수'가 다른 환경*에서 측정되어 정확한 비교가 어려움(증빙자료 1-73)

* 기존목표는 30cell 기준인데 비해 실적은 15cell 기준으로 제시됨

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

전략목표 2 미래시장 선도를 위한 신재생에너지 혁신기술 개발(배점 : 25점)

성과목표 2-1 차세대 태양전지 원천기술 개발을 통한 도시형 프로슈머 시장 선도 (배점 : 9점) ※ 매우 도전적 성과목표

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
지붕적용 양면형 결정질 실리콘 태양전지 전/후면효율 (%@239cm^2) (최종형)	3	'17	21/17	• 일본 Panasonic에서 두께 98㎛, 면적 101.8cm^2 고효율 이종접합구조 태양전지 구조로 24.7% 달성 • 광흡수 최대화, 표면재결합 최소화를 통한 양면형 구조의 대면적 박형 실리콘 태양전지 기술개발, 변화효율 26% 달성 목표 • 지구의 지표 반사율 인자(albedo factor 0.4)를 보수적으로 적용하면 양면 태양광 적용시 20% 정도의 후면 이득 발생. 양면형 태양전지는 가격면에서 10%의 제조원가 상승이 고려되므로, 10%의 태양광 발전단가 절감효과 추정(제조원가 ~0.3 $/W)	• 인공태양광원(Solar simulator)을 이용한 전류-전압(I-V) 측정결과 자료
		'18	23/18.5		
		'19.4	24/19.9		
		'19.12	26/22.6		
건물적용 다기능 화합물 박막 태양전지 효율 (플렉서블형 %@1cm^2/출력비 W/kg @400cm^2) (최종형)	4	'17	16	• 유연기판 상 CIGS 박막 태양전지의 세계 최고 효율은 스위스 EMPA 20.4% • 현재 KIER 보유기술은 유리기판 20%, 금속기판 18%, 폴리머기판 13%이며, 기존 기술의 노하우를 최대한 활용하여 3년 단기 내 세계최고 수준의 도전적 목표를 달성하고, 75W 급 모듈 시연을 통한 기술이전 목표 달성	• 인공태양광원 이용 I-V 측정결과 자료
		'18	18		
		'19.4	19		
		'19.12	21/75(기술이전)		
혁신소재기반 유무기 하이브리드 태양전지 효율 및 안정성 (%@1cm^2/안정성% @100h) (최종형)	2	'17	18/85	• 한국화학연구원에서 0.9917cm^2 기준으로 19.7%의 고효율 페로브스카이트 태양전지 개발 • 광흡수층의 두께조절 최적화 및 대면적 균일코팅 기술을 적용하여 1cm^2 이상 기준으로 21% 이상의 광변환효율 달성목표. • EPFL에서는 100h 동안 18h을 주기적으로 측정하여 88% 수준의 셀 안정성을 유지하는 결과를 발표 • Encapsulation 최적물질 선정 및 방법개선으로 100h 동안 95% 수준의 셀 안정성을 유지하는 기술을 개발하는 달성목표 설정	• 인공태양광원 이용 I-V 측정결과 자료
		'18	19/88		
		'19.4	21/95		
		'19.12	21/95		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도		정성평가		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
9	-	-	A	8.10	8.10

※ '매우 도전적 성과목표'는 평가인센티브로 '목표달성도'에 대한 평가는 실시하지 않고 '전문가 정성평가'만 실시(2019년도 연구회 소관연구기관 평가편람)

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적 기관제시 (c)	① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
지붕적용 양면형 결정질 실리콘 태양전지 전/후면효율 (%@239cm^2) (최종형)	3	'17	21/17	17.9/14.4		
		'18	23/18.5	19.2/18.0 기술이전 ((주)에스테크, 2018.12)		
		'19.4	24/19.9	21.0/18.0		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적 기관제시 (c)	① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
건물적용 다기능 화합물 박막 태양전지 효율 (플렉서블형 %@1cm^2/출력비 W/kg @400cm^2) (최종형)	4	'17	16	16.0 % @ 0.53cm^2		
		'18	18	18.1 % @ 0.53cm^2		
		'19.4	19	20.4 % @ 0.53cm^2 기술이전 (나노밸리(주), 2019.02)		
혁신소재기반 유무기 하이브리드 태양전지 효율 및 안정성 (%@1cm^2/안정성%@100h) (최종형)	2	'17	18/85	18/85		
		'18	19/88	20.4/88		
		'19.4	21/95	21/95		

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표 달성과정의적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s ⓐ b c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**A**	**유지** / 강등	**A**

성과의 질적 우수성 …

○ '19.4월까지 달성한 양면형 결정질 실리콘 태양전지의 전면효율 21.0%와 18.0%는 당초 목표로 제시한 전면효율 24.0%와 19.9%에 대비 전면효율 기준 87.5%, 후면효율 기준 약 90.5% 수준을 달성함

- 양면형 결정질 실리콘 태양전지는 전후 양면에서 빛을 흡수하여 발전하기 때문에 단면형 실리콘 태양전지에 비해 고효율이며, 전/후면 각각의 전지효율이 중요함
- 전면효율 21.0% 및 양면수광률(bifaciality)* 85.7%는 독일 ISFH**의 n-PERT 양면형 결정질 실리콘 태양전지 전면효율 21.5% 및 bifaciality factor 평균 97%와 비교하여, 전면효율은 세계 수준과 동등, bifaciality는 세계 수준의 90%에 도달해 우수성이 높음

* 양면수광률 : 후면으로 입사하였을 때의 효율 / 전면으로 입사하였을 때의 효율

** ISFH : Institute for Solar Energy Research Hamelin

○ 플렉서블 CIGS 박막 태양전지* 효율 20.4%(0.53cm^2)는 당초에 목표로 설정하였던 효율 19.0%(1cm^2)과 비교할 때, 셀 면적 기준은 다르나 효율 면에서는 정량적인 목표치를 초과 달성함

* 플렉서블 GIGS 박막 태양전지 : '유연박막태양전지'의 일종으로 구리인듐갈륨셀레나이드(CuIn1-xGaxSe2) 화합물을 핵심 구성요소로 가지는 태양전지

- 플렉서블 CIGS 박막 태양전지는 실리콘 태양전지에 비해 가볍고 유연하며 설치 및 이송이 용이하다는 장점이 있으며, 실리콘 태양전지에 버금가는 효율 확보가 중요함

- 플렉서블 CIGS 박막 태양전지 효율 20.4%는 스위스 EMPA*의 플렉서블 CIGS 박막 태양전지(polymer 기판)의 효율 20.8%와 동등한 수준으로 정량적 우수성이 높음

  * EMPA : 스위스의 flexible 및 non-flexible CIGS 박막태양전지 관련 세계적 기관

○ 유무기 하이브리드 페로브스카이트 태양전지*(1cm^2)에 대해 reverse scan 및 forward scan의 평균효율 20.95%(@1cm^2) 및 23.5%(@0.07cm^2)는 화학연의 20.9%(@1cm^2)와 중국 ISCAS 연구소의 23.75%(@0.07cm^2)와 동등한 수준으로 우수성이 매우 높음

* 유무기 하이브리드 태양전지 : 유기 소재와 무기 소재를 이용한 태양전지

- 유무기 하이브리드 페로브스카이트 태양전지는 수분에 의한 열화가 일어나기 때문에 태양전지 효율 뿐만 아니라 전지의 장기안정성도 주요 성능지표로, 효율 안정성 95% @100h는 관련 분야 선도그룹인 스위스 EPFL의 90%@100h 보다 우수함

  * Perovskite 태양전지 관련 세계최고 효율은 에기연 실적보고서에 제시된 '15년도 화학연 기준 뿐 아니라 '17년도 UNIST에서 보고한 최신 기준 (Science, 2018, 356, 167-171)으로도 우수성이 인정됨

○ 양면형 결정질 실리콘 태양전지 관련 기술이전 1건(1억원), 플렉서블 CIGS 박막 태양전지 관련 기술이전 1건(3천만원)이 진행되었으며 논문의 질적 성과(총 논문 13편 중 상위 10% 이내 IF 논문 9편, 상위 25% 이내 IF 논문 13편)가 매우 우수함

【출처】 실적보고서 pp.47~50, 증빙자료 pp.2-25~37, 계획서 p.57

목표 달성과정의 적절성 …

○ 지붕적용 양면형 결정질 실리콘 태양전지 개발에 있어 단위공정 기술, 전·후면 재결합을 줄이는 기술, 전극 선폭을 개선하는 기술 등에 집중하고 다양한 산학협력을 통해 기술적 완성도를 높임

- 또한 기술개발 로드맵을 통해 목표를 구체화하고 체계적인 기술 개발을 진행함

○ 건물적용 다기능 화합물 박막 태양전지 개발을 위해 다양한 기관과 협업하여 단위 박막 및 소자의 분석기술 완성도를 높임

- 공정 메커니즘 이해를 통해 효율 손실 요인 분석을 실시한 태양전지 효율 향상 전략은 적절함

○ 혁신소재기반 유무기 하이브리드 태양전지의 경우, 정량적인 목표치를 충분히 달성하였으나 달성 과정에서 외부전문가와의 협업 등의 노력이 미흡함

- 성과발표회를 통한 성과확산 노력은 있으나 관련 산업체와의 기술 교류 및 협력 결과물이 없음

【출처】 실적보고서 p.52, 증빙자료 pp.2-28, 30

개선 및 발전 방향

○ 혁신소재기반 유무기 하이브리드 태양전지의 경우, 상용화 및 기술이전에 대한 구체적인 기술개발 로드맵을 수립하고 관련 기업체를 포함한 외부 기관과의 협업을 통해 기술적 완성도를 높일 필요가 있음

- 외부 기관과의 기술 협력을 통해 해당 기술 완성도를 높일 수 있고 나아가 기술이전도 가능하리라 판단됨

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▌성과목표 2-2 ▌수소연료전지 상용화 핵심 기술개발을 통한 수소 커뮤니티 구축(배점 : 10점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
고분자 전해질 연료전지 MEA 백금담지량 (mg/cm^2@정격전력 밀도 1w/cm^2) (최종형)	3	'17	0.25	• 고분자 연료전지 기술이 가장 앞선 미국과 일본에서 제시한 상용화를 위한 막전극접합체의 최종 백금담지량 및 성능을 목표치로 설정 • 고분자 연료전지의 저가화를 실현하기 위해서는 전체 시스템 가격의 30% 가량을 차지하고 있는 백금사용량을 최소화하여야 하므로 연료극과 공기극을 합하여 0.125 mg/cm^{2}으로 설정 • 연료전지 자동차 적용을 위해서는 3kW/kg 수준의 경량 고출력 스택이 필요하고 이를 위해서 최종적으로 2.5A/cm^2@0.6V 수준의 막전극접합체 성능이 필요	• 일본 표준측정법인 NEDO 프로토콜 적용한 측정결과 자료
		'18	0.2		
		'19.4	0.175		
		'19.12	0.125		
수소충전소용 가압형 고순도 수소 생산량(kg/day) (최종형) Big 사업	5	'17	100	• IEA-HIA Task 23 최종 보고서에 따르면 수소충전소의 용량은 수소차의 보급과 연계하여 100, 300, 500 Nm3/h급 용량에 집중해야 한다고 함 • 일본의 경우 '30년 상용화를 예상하고 300Nm3/h급 용량에 집중하고 있으며 이를 질량으로 환산하면 643kg/day으로 국내 현황을 반영하여 500kg/day를 목표로 설정하였음	• 가스미터를 사용한 NG, 수소의 실제 유량 측정결과 자료
		'18	200		
		'19.4	수소생산량 200 kg/day 수소생산효율 80 %, HHV		
		'19.12	200		
삼중열병합용 연료전지 스택 전기효율(%) (최종형)	2	'17	52	• 삼중 열병합용 연료전지의 핵심이 되는 연료전지 스택의 성능 지표들에 대하여 현재 세계 최고 수준을 목표치로 설정	• 수요 기업의 평가자료
		'18	54		
		'19.4	5 kW급 스택		
		'19.12	5kW급 스택(기술이전)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
10	99.69%	3.99	A	4.50	8.49

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
고분자 전해질 연료전지 MEA 백금담지량 (mg/cm^2@정격전력밀도 1w/cm^2) (최종형)	3	'17	0.25	0.25@1	좌동	100%	99.69%
		'18	0.2	0.17@1.32	좌동		
		'19.4	0.175	0.125@1.08	좌동		
수소충전소용 가압형 고순도 수소 생산량(kg/day) (최종형) Big 사업	5	'17	100	105 68%, HHV	좌동	99.38%	
		'18	200	228 82.2%, HHV	좌동		
		'19.4	수소생산량 200 kg/day 수소생산효율 80 %, HHV	통합 스키드 유닛 설치 및 시운전 216.9 79%, HHV (수소자동차 40 대/일 규모)	좌동		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
삼중열병합용 연료전지 스택 전기효율(%) (최종형)	2	'17	52	52	좌동	100%	
		'18	54	54	좌동		
		'19.4	5kW급 스택	동아퓨얼셀(주) 기술이전 협약 진행 중 (선급기술료 400백만원, '19.5월 예정)	좌동		

① 지표별 달성도	□ 고분자 전해질 연료전지 MEA 백금담지량 ○ 목표치 관련 검토 – 기관제시 목표와 동일 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – ('16년 실적–'19.4월 실적) / ('16년 실적–'19.4월 목표) × 100 · 총 달성도 : (0.50–0.125)/(0.50–0.175)×100=115.38%≥100% ※ 해당 지표는 감소형지표이므로 경우 기준년도('16년)의 실적(0.5, 계획서 p.63)에서 최종년도의 실적 및 목표를 뺀 값으로 달성도를 검토 □ 수소충전소용 가압형 고순도 수소 생산량 ○ 목표치 관련 검토 – 기관제시 목표와 동일 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) (※비율 : 수소생산량 0.5, 수소생산효율 0.5) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 – 수소생산량 : 216.9/200×100=108.45%≥100% – 수소생산효율 : 79/80×100=98.75% · 총 달성도 : (100%×0.5)+(98.75%×0.5)=99.38% □ 삼중열병합용 연료전지 스택 전기효율 ○ 목표치 관련 검토 – 기관제시 목표와 동일 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 5/5×100=100% ※ 본 지표는 최종형 지표이나 지표의 특성이 스택 전기효율로 연료전지 개발 스택과 전기효율 달성 실적을 모두 검토하였을 때, 기관에서 개발한 5KW급 스택의 기술이전이 진행 중이며, 효율 또한 '18년 목표인 54%를 달성하였기에 달성도를 100%로 산정함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (100%×3/10)+(99.38%×5/10)+(100%×2/10)=99.69%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.55~62 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구부문 증빙자료 pp.2–38~68 ○ 한국에너지기술연구원 연구성과계획서 pp.63

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s ⓐ b c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**A**	**유지** / 강등	**A**

성과의 질적 우수성 …

○ 고분자 전해질 연료전지 MEA* 백금 담지량**의 최종 달성치는 미국 3M社의 달성치 (백금량 0.1mg/cm^2, 미국 DOE 2018 Annual Merit Review of Fuel Cell R&D)에 이어

세계 2위 수준이며, 미국 에너지부(DOE)의 '20년 목표에 도달하였으므로 우수한 성과임

* MEA(Membrane Electrode Assembly) : 연료전지의 기본구성으로 전해질막과 양극 및 음극으로 구성되어 연료전지의 성능과 내구성에 가장 큰 영향을 미치는 핵심 부품

** 백금 담지량 : 연료전지 전극에 사용된 촉매 중 면적당 백금 무게

- 백금 담지량은 고분자 전해질 연료전지의 성능 효율 및 스택 비용에 영향을 주는 핵심 인자 중 하나로 백금담지량이 더 낮아지면 오히려 고분자 전해질 연료전지 스택 비용이 증가하기 때문에 현재 달성한 백금담지량의 질적 우수성은 확보되었다고 판단됨
- 백금 담지량 기술개발을 통한 학술적 성과로 SCIE 논문 2편이 있음
- 다만, PEMFC*의 상용화에 있어 MEA의 백금 담지량 뿐만 아니라 전극 크기도 중요하나 이에 대한 목표관리가 부족함

  * PEMFC(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell) : 고분자 연료전지의 영문명

○ 수소충전소용 가압형 고순도 수소생산에 대한 실적치는 파일럿 운전 기준 세계 최고 수준*임

* 에기연 200 kg/day급 통합 스키드 수소생산효율=79.0%, 일본 오사카가스 수소생산효율=79.0%

○ 삼중열병합용 연료전지* 스택전기 효율성 향상에 있어, 기존 카본기판 냉각판의 오일 냉매 침투로 인한 내구성 저하 문제를 금속기반 독립형 냉각판 적용으로 극복한 것은 기술적 혁신의 핵심임

* 삼중열병합용 연료전지 : 전기, 온열, 냉열의 세 가지 에너지를 생산하는 열병합 발전 시스템

- 삼중열병합용 연료전지 스택전기 효율 관련 기술 개발을 통하여 기술이전 1건(4억원) 및 기술출자 1건(5억원)이 진행 중이며 1편의 SCIE 논문 게재 실적을 거둠
- 높은 전기효율이 확보된 삼중열병합용 연료전지 스택은 높은 경제성으로 인해 국내 동아퓨얼셀로의 기술이전 뿐만 아니라 유럽 및 중국으로의 특허출원(EP 18198690.2, EP17155786.1, 201811245214.X)을 통해 향후 폭 넓은 활용이 가능할 것으로 기대됨

【출처】 실적보고서 pp.55~58, 증빙자료 pp.2-49~59

목표의 도전성·혁신성 …

○ 에기연의 '20년 백금 담지량 목표값인 0.125mg/cm^{2}은 미국 DOE의 '16년 보고서에 제시된 '20년 백금 담지량 목표치와 동일한 값으로 수소연료전지 부품 기준 도전적인 목표라 할 수 있으며, 소재별 계면 최적화 기술을 적용하여 목표를 달성한 측면에서 기술적 혁신성이 있다고 판단됨

○ 수소충전소 on-site 수소생산기술의 상용화는 일본(오사카 가스, 미쓰비시 화공기)을 중심으로 활발하게 진행되고 있음

- 수소충전소용 고순도 수소생산효율 목표(80% HHV)는 일본 신에너지산업기술종합개발기구(NEDO)에서 제시한 목표값(75-80% HHV)과 비교해 우위에 있는 목표치임
- 수소충전소용 고순도 수소생산량은 최근 정부에서 발표한 수소경제 활성화 로드맵(도심지 수소추출기 보급용량 : 500kg/day)과 비교하여 단계적으로 적절한 목표를 설정함
- 특히, 고순도 수소생산 선두기업인 일본 오사카 가스의 79% 효율을 상회하는 목표치는 수소경제 활성화를 조기에 실현하기 위한 도전적 목표 설정임

○ 삼중열병합용 연료전지 스택 전기효율 연구에서 고온 고분자연료전지 상용 제품을 확보한 미국 ClearEdge社와 같은 전기효율 목표치를 설정한 것은 도전적임

【출처】 실적보고서 pp.55~59, 증빙자료 pp. 2-54~55,58,59

목표 달성과정의 적절성 … ※ BIG 사업 지표

○ 수소충전소용 고순도 수소 생산량 및 생산효율 달성을 위한 단계별 주요 기술개발 내용 및 수소생산 목표치, 추진 체계 및 당해 연도의 액션플랜이 잘 정립되어 있음

- 다만 상용화·실증화를 위한 시스템 경제성·운전 안전성에 대한 목표가 미흡함

【출처】 실적보고서 p.60, 증빙자료 p.2-61

개선 및 발전 방향

○ 미국 DOE에서 제시한 '20년 백금 담지량 목표값인 0.125mg/cm^{2}을 달성하였으나 PEMFC는 수소전기차에 활용되기 때문에 목표치 설정 시 MEA의 전극 크기를 함께 명시하는 것이 필요함

- 수소 충전소용 고순도 수소생산량 및 수소생산효율 기술의 상용화·실증화에 필요한 경제성·운전 안전성에 대한 목표치 제시가 필요함

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▌성과목표 2-3 ▌신재생에너지 융복합 기반기술을 통한 미래시장 선점(배점 : 6점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
열에너지자립률 (%, 열부하 0.8GWh급) (최종형)	2	'17	80	• 개별건물형(고창 커뮤니티)의 경우 개별축열식으로 100% 자립률 달성 • 대용량의 계간축열식 타운형 에너지공급을 통하여 100% 자립률 달성	• 운전데이터 DB
		'18	90		
		'19.4	100		
		'19.12	100		
통합운영용 시스템모델 오차율(%) (최종형)	2	'17	15	• 에너지관리 및 에너지운영에 적합한 예측성능 오차 10% 미만 수준 목표 • 계간축열식 에너지시스템 운영용 모델 성능에 대한 최초 지표	• 계산모델데이터
		'18	13		
		'19.4	12		
		'19.12	10		
도시건물의 자원지도화 달성률(%) (누적형)	2	'17	전국 10(서울시)	• 정부기관 주도로 독일 Berlin Solar Atlas, 호주 Australian PV Institute 등에서 소규모 시범제작 수준 • 국토교통부 공간정보 오픈플랫폼과의 IT, ET 융복합에 의한 세계최초 도시형 건물단위 신재생에너지 자원지도 개발(도시규모 및 전국규모 세계최초)	• 전국 건물수 대비 자원지도화 달성율 DB
		'18	전국 30(6대도시)		
		'19.4	전국 50 (연산용 DB(DEM*, 일사량 입력인자 등) 구축 완료) *DEM(Digital Elevation Model, 위치표고모델)		
		'19.12	전국 50(경기충청)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
6	100%	2.40	B	1.80	4.20

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
열에너지자립률 (%, 열부하 0.8GWh급) (최종형)	2	'17	80	99 (1~12월, 공급규모 0.5 GWh)	좌동	100%	100%
		'18	90	100 (1~12월, 공급규모 0.9 GWh)	좌동		
		'19.4	100	98 (1~2월 기준, 공급규모 1.0GWh 목표)	103 % (18.5~19.4월 기준, 공급규모 1.0 GWh 목표)		
통합운영용 시스템모델 오차율(%) (최종형)	2	'17	15	14.4(4.7%p) (기상 예측성능 미포함, 학습오차)	좌동	100%	
		'18	13	9.4(3. %p) (기상 예측성능 미포함, 학습오차)	좌동		
		'19.4	12	9.8(3.1%p) (기상 예측성능 포함, 예측오차)	좌동		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
도시건물의 자원지도화 달성률(%) (누적형)	2	'17	전국 10(서울시)	-	좌동	100%	
		'18	전국 30(6대도시)	전국 15 (건물 수 기준)	좌동		
		'19.4	전국 50 (연산용 DB(DEM*, 일사량 입력인자 등) 구축 완료) *DEM(Digital Elevation Model, 위치표고모델)	전국 50 (건물 수 기준) 연산/분석용 공간 DB 확보	좌동		

① 지표별 달성도

□ 열에너지자립률
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100
    - · 총 달성도 : 1.03/1.00×100=103%≥100%
    - ※ 해당 지표는 1년간의 실적을 통해 성과를 판단해야할 필요가 있으므로 '18.5월~'19.4월 실적으로 달성도를 검토함

□ 통합운영용 시스템모델 오차율
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17~'19.4월 실적) / ('17~'19.4월 목표)×100
    - · 총 달성도 : (14.4-9.8)/(14.4-12)×100=191.67%≥100%
    - ※ 본 지표는 최종형(감소형)지표로 '16년도 목표·실적을 기준으로 변화량을 산출해야하나 '16년도 실적이 제시되지 않아 '17년 실적을 기준으로 '19.4월까지의 변화량을 산정하여 달성도를 산출함

□ 도시건물의 자원지도화 달성률
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17~'19.4월 누적 실적)/('17~'19.4월 누적 목표) × 100
    - · 총 달성도 : 100%
    - ※ 당초 기관에서 제시한 해당 증빙자료만으로는 목표달성 여부를 객관적으로 판단할 수 없었으나, 추가증빙자료(위성영상활용 일사량 DB, 6대 도시 DSM 자료)를 검증함
    - ※ 본 지표는 누적형 지표로 성과목표는 전국 건물단위 신재생에너지 자원지도를 개발하는 것임. 따라서 '19.4월 기준 목표는 전국 6대도시('18) + 경기·충청지역('19)에 대한 신재생에너지 자원지도가 개발에 필요한 DB가 확보되어야 함
    - ※ 기관에서 제시한 추가자료(위성영상활용 일사량 DB, 6대 도시 DSM 자료)를 토대로 전국 50% DB확보를 확인함

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - – (100%×2/6)+(100%×2/6)+(100%×2/6)= 100%

출처

- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.63~70
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구부문 증빙자료 pp.2-50~106
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**B**	**유지** / 강등	**B**

성과의 질적 우수성 …

○ 신재생에너지 융복합 제로에너지타운 열에너지자립률 연구에서 계간축열*조 개발을 통해 해당 지역(충북 진천 친환경에너지타운)의 열에너지 자립률 100%를 실증함

* 계간축열 : 태양열등 신재생 및 미활용 열에너지의 생산과 수요의 계절 간 불균형을 해소하기 위한 연단위 열에너지 저장설비

- 특히 태양열에너지의 계절별 생산/소비 불균형 해소 및 태양열기반 재생에너지 융복합시스템 활용을 통해 100% 열에너지 자립률을 달성함
- 태양열 기반 재생에너지 융복합 이용 시스템에 대한 효과적인 분석, 설계 및 운전 기술을 확보하여 태양열 이용률 86%를 달성하였으며 이는 캐나다 Drake landing Solar Community의 태양열 이용률 91%에 이어 세계 2위 수준임

○ 통합운영용 시스템 모델 오차율 연구에서 주어진 기상조건과 예측한 열부하를 이용하여 시스템 모델의 태양열 공급율을 계산하고 이를 상세계산모델의 태양열 공급율과 비교하여 예측오차 10% 미만을 달성함

- 운영 최적화 기법을 적용하여 에너지 수익률을 계산·검증한 점이 우수하며 관련 기술 개발을 통해 3건의 학회 우수발표 논문상을 수상함
- 다만, 통합운영용 시스템 모델의 정확도(오차율)에 대한 검증 데이터가 미흡함

○ 도시건물의 자원지도화 달성률 관련, 구축에 필요한 일사량 고정밀 3D Digital Elevation Model(DEM)* 데이터베이스와 이를 활용한 결과물은 기존 연구와의 차별성**을 잘 보여줌

* DEM(Digital Elevation Model) : Digital Elevation Model(수치표고모델), 전산 시뮬레이션 연산을 위해 격자 단위로 높이 데이터를 구축한 모델

** 기존 연구에서는 건물의 지붕형만 대상으로 하였으나, 본 연구에서는 건물의 벽면까지 고려함

- 투입되는 데이터 용량 과다로 전국 단위 결과는 도출하지 못하였지만 서울 및 대전 지역의 3D 일사량 시뮬레이션 결과를 도출함
- 도시건물의 자원지도화 기술 개발을 통해 1건의 SCIE 논문 게재 및 다수의 우수발표 논문상을 수상함

【출처】 실적보고서 pp.63~66, 증빙자료 pp. 2-69~95

목표의 도전성·혁신성 …

○ 에기연의 통합운영용 시스템 모델은 목표치인 태양열 공급율 오차에 대한 예측 뿐 아니라 기상정보 및 타운 열부하 예측이 가능하고 이는 스위스 ETHZ(취리히 연방공과대학)의 모델(태양열 공급율 오차율 10%이내, 열부하예측 미포함)에 비해 기술적인 혁신이라고 판단됨

○ 신재생에너지 융복합 제로에너지타운의 효과적인 운영 및 개선을 위한 성과지표가 제시되지 않음

○ 도시건물의 자원지도화 달성률 연구에 투입되는 데이터 용량이 과다하고 연산시간이 많이 소요되어 결과물 도출에 어려움이 있음

- 또한 위성영상을 활용한 일사량 추정 정확도를 비교데이터 수치로 제시하고 있으나 목표와의 관련성이 낮음

【출처】 실적보고서 pp.63~67, 증빙자료 pp. 2-69~72, 2-84~95, 2-97~98, 계획서 p.68

개선 및 발전 방향

○ 신재생에너지 융복합 제로에너지타운 관련, 기존의 열에너지 자립율 외에도 시스템 운용에 대한 효율성을 판단할 수 있는 성과지표를 설정할 필요가 있음

○ 도시건물의 자원지도화 달성률 연구 관련, 성과의 우수성이 잘 나타나도록 정량적으로 지표를 재설정할 필요가 있음

추가 고려항목

○ (보고서 작성 오류) 성과지표 2-3-3 '도시건물의 자원지도화 달성률' 관련 위성영상 활용 일사량 DB, 6대 도시 DSM 자료가 실적보고서 및 증빙자료에 제시되지 않아 추가자료를 통해 전국 50% DB 확보를 확인함(실적보고서 p.63, 증빙자료 p.2-82)

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

전략목표 3 기후변화 대응을 위한 청정연료 연계 CCU 기술 개발(배점 : 35점)

성과목표 3-1 청정 연료 생산 및 저급 자원의 고부가가치화(배점 : 13점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
저등급연료 활용 및 합성가스 고부가가치화 기술 개발 (촉매성능 : C8 LAO 생산성 (μ cmol/g(cat)-s)) (최종형)	4	'17	0.15	• 세계 유일의 STLAO 기술을 보유하고 있는 남아프리카공화국 Sasol사보다 우수한 성능을 나타내는 촉매개발을 목표로 목표치를 설정	• ASTM D2887 및 ASTM D6730(또는 2D-GC 분석) (기술보고서)
		'18	0.30		
		'19.4	0.37		
		'19.12	0.50		
청정연료 생산기술 개발 공기와 물로부터 NH3 합성률 (ℓ m-2h-1) / 바이오오일 생산성(g/m^2·day) (최종형)	4	'17	60/4.5	• 암모니아 합성률 : 현 세계 최고인 51ℓ m-2h-1 보다 높아야 상업화 가능(태양광, 풍력발전과의 연계기술) • 미세조류 바이오매스(바이오오일) 기술은 넓은 부지를 필요로 하므로 단위 면적당 생산성이 매우 중요하므로 파일럿 규모 최고수준(F&M사, 이탈리아) 대비 생산성 목표 2.3배 상향 설정. 미국 DOE는 미세조류 바이오오일의 경제성을 갖기 위한 생산성 지표로 2025년 목표인 11gO일/m^2/day 제시1)	• 유량 및 농도 (기술보고서) • EN 14103 표준측정법에 따른 오일(FAME) 함량 측정
		'18	70/6.0		
		'19.4	73.33/6.33		
		'19.12	80/7.0		
청정연료 상용화 패키지 개발 및 국내·외 기술이전 (고형연료 열량(MJ/kg)) (최종형)	5	'17	18~24	• 미활용자원의 열량은 10^{-14}KJ/kg로 이를 청정연료화 하면 고체연료(18-26MJ/kg), 가스연료(2,500-3,500kcal/m3), 바이오오일 등 생산 • 상업용 실증플랜트 단위 unit이면서 상업용 최소 규모인 2톤/일 규모 개발	• ASTM/KS/ISO 등 열량 측정(기술보고서) • 기술이전 계약서
		'18	20~24		
		'19.4	24.67		
		'19.12	20~26(해외기술이전)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
13	98.80%	5.14	A	5.85	10.99

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
저등급연료 활용 및 합성가스 고부가가치화 기술 개발 (촉매성능 : C8 LAO 생산성(μ cmol/g(cat)-s)) (최종형)	4	'17	0.15	0.36	좌동	100%	98.80%
		'18	0.30	0.87	좌동		
		'19.4	0.37	0.87	좌동		
청정연료 생산기술 개발 공기와 물로부터 NH3 합성률 (ℓ m-2h-1) / 바이오오일 생산성(g/m^2·day) (최종형)	4	'17	60/4.5	68/5.8	좌동	100%	
		'18	70/6.0	90/11.7	좌동		
		'19.4	73.33/6.33	90/13.8	좌동		
청정연료 상용화 패키지 개발 및 국내·외 기술이전 (고형연료 열량(MJ/kg)) (최종형)	5	'17	18~24	22.3	좌동	96.88%	
		'18	20~24	23.9	좌동		
		'19.4	24.67	200 kg/h Pilot Plant 구축 중 (기술이전 대상 기관들과 MOU 및 NDA 체결)	좌동		

① 지표별 달성도	□ 저등급연료 활용 및 합성가스 고부가가치화 기술 개발 ○ 목표치 관련 검토 – '19년도 목표인 '0.50μ cmol/g(cat)–s'의 경우 '19.4월 월할목표는 '0.37μ cmol/g(cat)–s' 으로 수정하여 달성도를 산정함 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 0.87/0.37×100=235.14%≥100%
	□ 청정연료 생산기술 개발 공기와 물로부터 NH3 합성률 / 바이오오일 생산성 ○ 목표치 관련 검토 – '19.4월 월할목표를 수정하여 달성도를 산정함 · 합성률 : 70+[(80–70)×4/12]=73.33 · 생산성 : 6+[(7–6)×4/12]=6.33 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) (※ 비율 : 암모니아 합성률 0.5, 바이오오일 생산성 0.5) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 암모니아 합성률 : 90/73.33×100=112.73%≥100% · 바이오오일 생산성 : 13.8/6.33×100=218.01%≥100% · 총 달성도 : (100%×0.5)+(100%×0.5)=100%
	□ 청정연료 상용화 패키지 개발 및 국내·외 기술이전 ○ 목표치 관련 검토 – '19.4월 월할목표는 24+[(26–24)x4/12]로 계산하여 '고형연료 열량 24.67MJ/kg' 으로 수정하여 달성도를 산정함 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 23.9/24.67×100=96.88% ※ 본 성과지표의 목표치는 범위로 설정되어 있으나, 기관에서 제시한 실적 증빙자료를 기준으로 최대치인 '18년 실적(23.9)을 기준으로 목표달성도를 산정함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (100%×4/13)+(100%×4/13)+(96.88%×5/13)=98.80%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.72~79 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 증빙자료 pp.3–3~58

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s ⓐ b c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**A**	**유지** / 강등	**A**

성과의 질적 우수성 …

○ C8 LAO 촉매생산성은 0.87μcmol/g(cat)-s로 '19년도 최종목표(0.5μcmol/g(cat)-s)를 상회하여 조기에 달성함

- 저등급 원료인 석탄, 폐목재, 폐플라스틱에서 얻을 수 있는 합성가스($CO+H_2$)에 대한 FT 공정촉매*의 독자적인 기술개발로 기존과 차별화된 점이 인정됨(Syngas to LAO)

* FT 공정촉매 : 합성가스로부터 액체 상태의 연료 또는 화학물질을 합성하는 대표적인 공정인 Fisher-Tropsch 공정에 사용되는 촉매

- C8 LAO in C8 Pre=Cut 57.9% 생성물의 가치 확대 및 세계 최고 수준인 중국 강남대학의 0.67㎲cmol/g(cat)-s 보다 높은 수준인 0.87㎲cmol/g(cat)-s의 C8 LAO 생산성을 달성함
- 전통적인 침전법을 사용한 철 촉매방법에서 탈피하여 Wet-Milling & 함침법 촉매 제조공정을 시도하여 폐수 배출이 거의 없는 친환경적 촉매 제조 방법을 확보함
- 수율 향상을 위한 촉매성분의 사전적 원자단위 모사 등의 촉매설계 및 생산성 예측 개념의 계산화학 기반 나노 촉매기술 개발방법을 적용함으로써 촉매 제조 방법 및 생산성에 대한 유효한 결과를 도출하였음
- 촉매 반응의 전환율 향상을 위해 Deep Eutectic Solvent*를 이용하여 메조기공 실리카 분리막 소재를 개발함으로써 반응·생성물 수율 향상 및 향후 소재의 범용성이 기대됨

  * Deep Eutectic Solvent(공융용매) : 다양한 종류의 양이온/음이온을 포함하며 구성 물질들 간 강한 수소결합으로 형성된 용매
- 또한 본 기술의 Biomass 액화(BTL*) 등을 폐기물기반 원료에 적용함

  * BTL 액화반응기 설계 및 운영기술/50-100 BPD Plant 건설목적, 계약액 1,120백만원, 2019년 내 징수완료 예정
- 우수한 촉매활성, 높은 LAO 생산성으로 Tech Connect Innovation Award 수상('17, '18), JCR 상위 5%내 논문 2편 게재 및 기술이전 3건*(국내 1건, 국외(카자흐스탄, 미국) 2건)의 성과를 거둠

  * 가압 분체(석탄) 정량 공급 장치 설계에 대한 특허 운영기술(국내 디즈텍 5천5백만원)
    석탄가스화 기술이전(카자흐스탄 R&D & Eng. Ctr. of ERG. LLP, 2억2천2백만원)
    BTL반응 시 설계 및 운영기술(미국 Yossemite Clean Energy 1,120백만원)
- 특히, 기술이전 성과는 합성가스 관련 기술인 CTO(Coal To Olefins)와 MTO(Methanol To Olefins) 기술 차별화 전략의 일환으로 개발되어 현재 국내 타 출연기관에서는 해당 자료가 없는 것으로 판단됨
- 또한, 석탄 및 폐자원의 저등급 연료에서 LAO(Linear- Alpha-Olefins)를 생산하는 것은 기존 기술로는 생산이 제한적인 측면이 있어 상대적 수준을 비교하여 평가하는 것이 어려움
- 다만, 관련 논문을 상위 5% 2편, 상위 10% 1편의 논문을 각각 게재하는 등 기술의 우수성이 인정됨
- 활성화 전처리가 필요 없는 FT 합성용 촉매(SponCatTM*)에 대한 국내외 특허(한국·남아공)를 등록하였고, 특히 남아공에서 FT공정과 관련하여 에기연 자체 프로그램(SASOL Process)이 세계 최고 수준으로 운영되고 있으며 SASOL은 자체 FT촉매에 대한 외부 개방성이 없으므로 에기연의 공격적 특허전략으로 판단됨

  * SponCatTM 기술 : 한국에너지기술연구원에서 개발한 세계 최초의 활성화 전처리가 필요 없는 Linear α-olefins (LAO) 합성용 촉매의 브랜드 명

○ 암모니아(NH3) 청정연료 합성기술 개발 관련, '19년도 최종 목표 합성률(80 l /m^2h)을 상회 하는 수치(90 l /m^2h)를 달성하여 낮은 암모니아(NH3) 합성률 및 페러데이 효율*의 기술적 한계를 극복하고자 하였음

* 패러데이 효율 : 어떤 물질을 만들기 위해 사용한 전기에너지(전하량) 중 실제로 그 물질의 생성을 위해 사용된 에너지의 비율(%)

- 미국 ARPA-E REFUEL 프로그램 및 일본 SIP, IMSEP社보다 높은 수치인 상압*·저온(100℃), 5시간 운전을 통해 합성률 90 l /m^2h(10^{-7} mol/cm^2·sec), 패러데이 효율 25%의 합성능력을 증명함

  * 상압 : 표준 대기압 상태의 압력

- 궁극적으로 재생에너지 잉여전력 저장매체로 암모니아 활용 및 탄소배출 없이 암모니아를 생산할 수 있는 원천 특허의 기술적 가치가 있음

- 다만, 상용화 달성까지는 시간이 걸릴 것으로 예상되어 수소사회에 대비하고 에너지 저장측면에서의 활용성을 높이기 위해 질적수준을 조속히 향상시킬 필요가 있음

- 또한 대규모 실증을 위해서는 상압 저온 조건 암모니아 합성율 750 l /m^2h 및 패러데이 효율 90% 이상을 확보할 필요가 있음

○ 바이오오일 생산성은 13.8g/m^2day로 목표치를 초과 달성하였으며 고농도 이산화탄소를 이용한 바이오 오일 생산성을 확보하여 국내외 실용화 가능성을 제시함

- 이는 석탄발전 연소가스를 이용한 생물시스템 최적화 기술 개발을 통해 석탄발전 연소가스 내성을 지닌 미세조류* 생물 촉매를 이용하고 신규 모듈형 광합성 배양 시스템을 개발한 의미가 있음

  * 미세조류 : 미세 생물군 가운데 광합성 작용을 하는 단세포들의 총칭으로 대부분의 식물성 플랑크톤, 사료용으로 많이 사용되는 것으로는 클로렐라, 스피룰리나 등이 있음

  ※ 추가자료를 통해 자체 보유 균주 47종 중 바이오 특허 제10-1320483, 제10-1273234에서 이산화탄소 고정능 및 바이오 오일생산성을 높일 수 있는 고유균주 개발 활동을 확인함(미세조류 배양과 관련한 국내 고유 균주 기술 확보 차원)

○ 청정연료 상용화 패키지 개발에 있어 고형연료* 열량 23.9MJ/kg의 성능을 달성함

* 고형연료 : 폐기물 중 가연성 물질(목재, 종이 등)을 건조 및 성형과정을 거쳐 만든 고체연료

- 이는 해당 분야 선두그룹인 오스트리아 Andritz社, 네덜란드 ECN社가 '12년에 달성한 성과(현재 상용화 전) 및 '17년 청정석탄 국제회의에서 제시된 성과*와 비교할 때, 저등급 석탄(미활용에너지)에 대한 고형화(반탄화) 청정연료 기술이 국제적으로 선두 그룹에 근접한 것으로 볼 수 있음

  * IEA 기준 성능지표 환산점수로 선두그룹은 45/55, 에기연은 43/55

- 에기연 국내 고유의 자체 기술로 개발된 COMB(Counter flOw Multi Baffle) 장치는 단순하고 운전 용이성이 높아 Pilot 시설에서 90% 이상의 효율을 기대할 수 있음

- 현재 에기연은 국제 우위 기술의 확보차원에서 2ton/h 규모 실증(상용)* 플랜트에 대한 PDP(Process Design Package)** 개발의 일환으로 '17년부터 포스코, '18년부터 국내 업체를 대상으로 기술이전을 추진하고 있음('19.5월부터 운전진행)

  * 국제적 선두 그룹은 현재 1ton/h 규모의 상용(데모) 플랜트를 운영

  ** PDP(Process Design Package) : 개발하는 공정의 설계 이론, 계산과정 및 설계 결과가 모두 포함된 엔지니어링 패키지

- '17년 호주 Monash 대학, 인도네시아 람풍대학, '19.3월 일본 Idemitsu 社 등과 협력을 통한 Pilot 설치 운전계획을 설정하는 등 실증 규모의 단계적 격상을 위한 기술개발 및 사업화 로드맵이 구체적이며 연결성이 있음

【출처】 실적보고서 p.72~79, 173~179, 증빙자료 3-9~31

목표의 도전성·혁신성 …

○ 저등급 활용 및 합성가스 고부가가치화 기술 개발 관련, 50~100BPD Plant건설을 위한 기술 라이센싱 및 설계비를 확보함과 동시에 공정 플랜트 적용을 확인해 나가는 과정은 도전적인 기술 진행단계임

- 다만 LAO 생산기술*은 기업체와 연관된 상용화 측면에서 도전성이 미흡한 것으로 판단됨

  * LAO 생산기술 : 석탄으로부터 생산되는 합성가스를 이용하여 촉매반응을 통해 고부가가치 물질인 LAO(Linear α-olefins)를 생산하는 기술

○ 청정연료 생산 기술 개발 관련, 알칼리 기반 액상 전해셀*과 다결점 질소 환원촉매** 개발을 시도하는 등 기술개발의 새로운 접근법을 통해 짧은 연구기간에 비해 높은 암모니아 합성율을 확보하는 등 도전적 의미 있음

* 액상 전해셀 : 음양이온을 포함하고 있는 액상 전해질과 산화환원 반응용 전극 촉매로 구성된 전기화학 반응기

** 다결점 질소 환원촉매 : 원자에 결점을 가지고 있어 질소 환원반응의 활성 및 선택도를 높일 수 있는 촉매

- 차세대 무탄소 재생에너지 저장매체로 암모니아를 활용하겠다는 연구 자체가 도전성과 혁신성이 있음
- 또한 암모니아의 낮은 합성률과 패러데이 효율 한계 극복을 위한 경제성 공정 실현을 위해 세부적으로 상압 및 저온(상온~100℃) 반응기 내에서 액상 전해셀 물질 개선 및 나노 다결점 질소환원촉매(암모니아 합성) 개발 연구를 한 점은 도전성이 있음

○ 청정 연료 상용화 패키지 개발 연구 관련, 반탄화* 기술 향상 및 체류시간 감소를 위해 기체-고체 간 접촉효율을 높이는 새로운 반응기 설계 및 패키지 기술 개발을 시도함

* 반탄화 : 대상 물질을 열처리해 수분을 증발시키고 일부만 탄화시키는 과정으로 단위질량당 발열량이 높게 만드는 과정, 목재를 예로 들면 장작과 숯의 중간 단계로 만드는 기술

- 국제표준(ISO TS 17225-8) 기준을 상회하면서 세계 선두그룹(오스트리아 Andritz / 네덜란드 ECN)의 반탄화 고형연료 열량 목표 기준(20~26MJ/kg)과 동일한 목표치를 제시하고 있는 점에서 도전적이라고 할 수 있음

- 더불어 기존 유동층 반응 기술과 급속 열분해 반응을 위한 새로운 반응기(적정 온도구배 및 반응성 유지)를 개발한다는 점에서 개발 내용의 혁신성이 있음
- 다만, 국내 업체와 연관된 상용화 기술에 대한 내용이 부족함

【출처】 실적보고서 p.72~79, 173~179 / 실적증빙보고서 3-3~8, 3-10~37

추가 고려항목

○ (실적 오기재) 성과지표 3-1-1 '저등급연료 활용 및 합성가스 고부가가치화 기술 개발'의 우수논문 성과 중 Journal of Materials Chemistry A 게재 논문의 경우 '분야별 상위 5%'에 미해당(실적보고서 p.73, 증빙자료 3-17)

※ 본 사례의 경우 rank : 6/97, mrnIF : 94.792('17년)로 분야 내에서 높은 순위 이기는 하나, 5%를 초과하는 것으로 나타남

○ (실적 오기재) 성과지표 3-3-1의 논문실적 1건은 '19.5월 게재로 평가대상기간('17년~'19.4월)에 해당하지 않는 실적을 제시함(증빙자료 p.3-48)

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▌성과목표 3-2 ▌CO_2 및 미세먼지 저배출 청정 발전플랜트 개발(배점 : 10점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
청정 발전을 위한 배가스 및 미세먼지 처리 기술 개발 (PM2.5 저감효율(%)) (최종형)	4	'17	70	• 본 연구는 기존 발전소 전기집진기 후단에 적용할 수 있는 집진기술로서 시설비용을 10만원/CMM이하로 유지하면서 PM2.5에 대한 추가 집진효율을 90% 이상 달성하고자 함	• 먼지농도측정기를 활용한 PM2.5 집진효율 측정 (기술보고서)
		'18	80		
		'19.4	83.33		
		'19.12	90		
발전플랜트 설비를 활용한 연구계/산업계 기술개발 지원(건) (독립형)	2	'17	7	• 우리 연구원에서 보유하고 있는 2MWe급 발전설비와 연계가 필요한 관련 연구사업에 실험공간을 제공하여야 하며 공간적인 제약으로 인해 연간 7건의 연구사업 동시 수행이 가능함 • 연소배가스 이용 기술개발, 연료 전환 기술 개발, 신 연소기술 개발 등에 인프라를 제공하는 공공성을 지니고 있음	• 실증설비 활용 및 지원사업 계약내역
		'18	7		
		'19.4	2.33		
		'19.12	7		
청정 발전기술 상용화 패키지 개발 건수 (국내·외 기술이전 건수) (독립형)	4	'17	1	• 현재 우리나라의 순환유동층 청정발전기술은 세계적 수준의 설계/운전 기술을 보유하고 있으나 국내 및 해외 플랜트 수주 입장에서는 상용화 실적이 부족하여 실제 상용화에 걸림돌이 되고 있음 • 이를 극복하기 위해 최소 규모의 상용화 기술/플랜트를 해외에 수출하는 계기를 마련하고, 향후 보다 큰 규모의 열병합 발전 플랜트 수출을 위한 기술이전 패키지를 마련하고자 함	• 설계프로그램 및 설계도서 • 기술이전 계약서
		'18	1		
		'19.4	0.33		
		'19.12	1(1)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
10	98.78%	3.95	B	3.00	6.95

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
청정 발전을 위한 배가스 및 미세먼지 처리 기술 개발 (PM2.5 저감효율(%)) (최종형)	4	'17	70	87 (50 CMH)	좌동	100%		98.78%
		'18	80	94.4 (1,200 CMH)	좌동			
		'19.4	83.33	91.8 (14,000 CMH)	좌동			
발전플랜트 설비를 활용한 연구계/산업계 기술개발 지원(건) (독립형)	2	'17	7	14	7	100%	93.88%	
		'18	7	13	6	85.71%		
		'19.4	2.33	3	3	100%		
청정 발전기술 상용화 패키지 개발 건수 (국내·외 기술이전 건수) (독립형)	4	'17	1	1 (국내 기술이전 1건)	좌동	100%	100%	
		'18	1	1 (하노이 공대 MOU 체결)	좌동	100%		
		'19.4	0.33	1 (기술이전업체-KIER 30 MWe급 설계입찰 참가, 일본 기술수출 추진 중)	좌동	100%		

① 지표별 달성도	□ 청정 발전을 위한 배가스 및 미세먼지 처리 기술 개발 ○ 목표치 관련 검토 – '19년도 목표인 '90%'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '83.33%'으로 달성도를 산정함 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 91.8/83.33×100=110.16%≥100%
	□ 발전플랜트 설비를 활용한 연구계/산업계 기술개발 지원 ○ 목표치 관련 검토 – '19년 목표인 '기술개발지원 7건'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '2.33건'으로 달성도를 산출함 ○ 차감 요인 (b) – 기관에서 제시한 해당 증빙자료 중 확인가능한 성과를 대상으로 인정성과를 검토함 ○ 인정 성과 (d=c–b) – '17년 : 기관제시 실적 (14건) → 인정 실적 (7건) – '18년 : 기관제시 실적 (13건) → 인정 실적 (6건) – '19.4월 : 기관제시 실적 (3건) → 인정 실적 (3건) ○ 달성도 (e) – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28) · '17년 : 7/7×100=100% · '18년 : 6/7×100=85.71% · '19.4월 : 3/2.33×100=100% · 총 달성도 : (100%×12/28)+(85.71%×12/28)+(100%×4/28)=93.88%
	□ 청정 발전기술 상용화 패키지 개발 건수 ○ 목표치 관련 검토 – '19년도 목표인 '1건'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '0.33건' 으로 달성도를 산정함 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28) · '17년 : 1/1×100=100% · '18년 : 1/1×100=100% · '19.4월 : 0.33/0.33×100=100% · 총 달성도 : (100%×12/28)+(100%×12/28)+(100%×4/28)=100%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (100%×4/10)+(93.88%×2/10)+(100%×4/10)=98.78%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.80~87 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구부문 증빙자료 pp.3–59~93

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**B**	**유지** / 강등	**B**

성과의 질적 우수성 …

○ 청정 발전을 위한 배가스 및 미세먼지 처리 기술 개발 관련, 전기집진장치 Retrofit*용 집진기술** 수준은 관련 분야 선도기업인 일본 MHPS社와 동등한 수준***임

* Retrofit : 구형 장치 또는 설비를 개조 또는 개량하는 과정을 의미

** 집진기술 : 발전소, 연소설비 등에서 배출되는 기체 중에 포함된 작은 먼지를 설비 외부로 배출되기 전에 분리하거나 포집하는 기술

*** (일본 MHPS) 총먼지 제거 효율 87%(2,400CMH) /
(에기연) PM2.5 제거 효율 90% 이상(14,000CMH) 및 8.5mmH_2O의 적은 압력손실

- 수요처인 석탄화력발전소 여건을 고려하여 최소화된 설비 설치공간에 적은 비용으로 추가 집진효율을 높이고 기존 계통에 압력손실 영향을 주지 않은 전기집진기술임
- 1,200CMH → 2,400CMH → 14,000CMH 설비규모로 Retrofit 집진장치의 단계적 설치 구축·검증을 통해 14,000CMH에서 초미세먼지 집진효율 90% 이상을 달성하고 500MWe 현장 규모 실증을 추진 중에 있음

○ 연소배가스* R&D 실증 시험을 위해 국내 유일한 테스트베드 실증 설비를 확보하여 관련 연구계 및 기업을 대상으로 제공**함(2MWe, 국가대형연구설비 등록)

* 연소배가스 : 물질을 연소하는 설비에서 배출되는 기체, 질소, 산소, 이산화탄소, 수증기 이외에 오염물질인 황산화물, 질소산화물 등을 포함하고 있으며 분진도 포함함

** 실증 기술지원 내용순산소 연소 / CFBC Bioler를 통한 순산소 연소 / 초임계 보일러 / 습식, 건식, 분리막 이용의 CO_2포집 등

○ 20MWe 규모의 유동층 열병합 발전소 설계 기술 및 기술이전 패키지 개발을 추진 중에 있으며, 특히 석탄이 아닌 바이오매스, 폐기물에 대해서도 적용이 가능하여 폐자원/폐기물의 에너지화에 대한 관련 기술로 이용될 수 있을 것으로 기대됨

- 국내 기술이전 계약 및 30MWe 영주 바이오매스 발전소* 입찰 참여 진행 건은 바이오매스 관련 기술 및 시장의 확대로 긍정적인 측면이 될 수 있지만, 국내의 바이오매스 원료 수급 여건이 양호하지 않음을 감안할 때 국책연구기관으로서 적절한 방향성 및 전략 제시가 필요함

* 바이오매스 발전소 : 주로 사용되는 석탄 대신 바이오매스를 연소시켜 전기를 생산하는 발전소

【출처】 실적보고서 pp.80~87, 증빙자료 3-59~93, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 신규 CFBC* 보일러 시스템을 구축하고, 아임계** CFBC 보일러를 초임계 CFBC 보일러 내 Super heater/Economizer/Cyclone 개조·변경하고자 하는 목표는 도전적으로 판단됨

- Test 실증 CFBC 보일러 시스템은 순환방식에 있어서 압력 및 Feed Water 조건을 상향하고 석탄 외에 SRF가 적용 가능한 시스템으로 개조·변경한 점은 연소 배가스 Test-Bed 시스템에 있어 보다 확대된 실증실험 조건을 확보했다는 의미가 있음

* CFBC(Circulating Fluidized Bed Combustor) : 순환유동층연소로의 약자로 공기를 이용하여 연료를 부유시켜 연소하는 유동층 연소방식의 설비

** 아임계 : 석탄화력 발전에서 생산된느 스팀의 압력·온도에 따라 임계점(225kg/㎠, 374℃)을 기준으로 그 이하면 아임계(일반 석탄화력발전), 그 이상이면 초임계(SC), 246kg/㎠, 593℃ 이상이면 초초임계(USC)로 구분

○ 20MWe 규모의 유동층 열병합 발전소* 기술이전 패키지는 국내 기술이전 계약 등의 상용화 실적 확보를 통해 세계적으로 경쟁력 있는 기술이 될 수 있으므로 해외기술이전 플랜트 수출을 목표로 한 것은 도전적으로 판단됨

- 현재 진행 중인 일본 시코쿠현 미요시시 2MWe 목질 바이오매스 연료 발전소 건설사업 참여 및 베트남 시장 진입을 위한 하노이 공대와의 공동 사업 추진 등은 적절함

* 유동층 열병합 발전소 : 공기를 이용하여 연료를 부유시켜 연소하는 유동층 연소방식의 설비를 통해 열(스팀)과 전기를 동시에 생산하는 발전소

【출처】 실적보고서 p.80~87, 증빙자료 pp.3-62~89, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 전기집진장치 Retrofit용 집진기술 개발 관련 인프라 확대를 위해 국내 기업과 공기업 발전소의 전략적 기술개발 체계 구축, 상용화 가능성 검토 및 수요기업 확보가 필요함

- 석탄 화력발전소 외 가스터빈 복합화력 발전소, 제철·정유·시멘트 산업에의 적용 타당성에 대한 사전조사와 전략적 방향 제시 필요
- 발전플랜트 설비를 활용한 연구계/산업계 기술 지원에 대한 정성적 목표를 제시할 필요가 있음
- 미세먼지 제거효율 및 적용여건(공간/비용)에 대한 MEEP(이동전극형 전기 집진기술)의 집진성능, Retrofit 집진 기술의 Hybrid 기술 적용여부, 각각의 설비 규모(CMH*)가 확대(〉14,000CMH)되는 것에 따른 방향성 및 기술 가능 정량목표 예측치를 제시하고 이에 대한 기술연구개발 방향을 설정하는 것이 필요함
- 국내에 기 설치된 배가스 연소 관련 현장 설비는 공공인프라인 만큼 지속적인 운영 예산 확보 및 유지보수 체계 개선이 필요함

* CMH(Cubic Meter per Hour) : 단위 시간 당 처리하는 기체의 부피를 의미하며 m^3/hr의 단위를 가짐

○ 유동층 연소기술과 관련한 애로기술 해결방안과 석탄 외 바이오매스·폐기물 적용 기술의 활용 방안이 필요함

- 국내 고유 순환유동층 발전/보일러의 20MWe 규모 시스템 및 기술 개발에 대한 성과 확보가 필요함

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▌성과목표 3-3 ▌세계 최고 온실가스 포집·이용 기술 개발(배점 : 12점)
※ 매우 도전적 성과목표

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
세계 최고수준 온실가스 포집기술 실증 및 기술개발 방향 선도(매체순환 가스연소기술 실증 규모 (kWth)) (최종형)	4	'17	cold mode	• 온실가스 포집기술의 상용화를 위해서는 대형 규모의 실증이 필요하므로 실증규모의 증대가 요구 • 고온-고압조건 공정 실증규모를 세계 최고수준으로 유지하는 목표를 설정	• 설치된 공정의 PFD에 표시된 가연성 기체의 발열량 계산(기술보고서)
		'18	가압 유동층		
		'19.4	500 kWth 장기 고체순환 실증		
		'19.12	500		
이산화탄소 전환 핵심원천기술 확보(메탄올생산성 (gMeOH/kg-Cat/hr)) (최종형)	4	'17	700	• CO_2 전환율 향상을 위해서는 성능이 우수한 촉매의 확보가 필수적이며, 화학적 탈수 반응 적용을 통한 메탄올 생성 반응의 평형전환율 향상이 필요 • 탈수를 적용한 이산화탄소 전환 반응을 상용 공정으로 격상시키기 위해서 탈수 공정 적용을 고려한 메탄올 생산성을 성과지표로 선정	• 도입 / 배출 기체의 조성 분석 및 액상 생성물의 양, 농도 분석(기술보고서)
		'18	800		
		'19.4	1,000		
		'19.12	1,000		
해외 CO_2 저장소 연계 포집 플랜트 설치 및 해외 기술 수출(재생 heat duty(GJ/tCO_2)) (최종형)	4	'17	공정제작(50%)	• 온실가스 포집기술의 상용화를 위해서는 CO_2 포집공정의 경제성 확보가 무엇보다 중요하며, 재가열기 heat duty를 핵심지표로 도출	• 재비기 전, 후단에서 스팀의 유량(스팀생산에 사용되는 물의 유량) 및 온도 측정(기술보고서) • 기술이전 계약서
		'18	2.2		
		'19.4	2.2		
		'19.12	2.2(해외기술이전)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도		정성평가		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
12	-	-	B	9.60	9.60

※ '매우 도전적 성과목표'는 '목표달성도'에 대한 평가는 실시하지 않고 '전문가 정성평가'만 실시(2019년도 연구회 소관연구기관 평가편람)

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적 기관제시 (c)	① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
세계 최고수준 온실가스 포집기술 실증 및 기술개발 방향 선도(매체순환 가스연소기술 실증 규모 (kWth)) (최종형)	4	'17	cold mode	Cold mode 2탑 연결 순환유동층 이용 안정적 고세순환을 위한 operating window 결정, 장기고체순환 실증		
		'18	가압 유동층	가압유동층 및 Semi continuous 반응기에서 운전조건 변화에 따른 연료전화율, CO_2 선택도 측정 및 이를 통한 적정 운전조건 도출		
		'19.4	500 kWth 장기 고체순환 실증	500 kWth 급 파일럿 플랜트 건설 완료, 고체순환특성, 고체체유량 분포 확인 및 고온, 고압 연속 고체순환 실증		
이산화탄소 전환 핵심원천기술 확보(메탄올생산성 (gMeOH/kg-Cat/hr)) (최종형)	4	'17	700	525		
		'18	800	1,060		
		'19.4	1,000	1,060		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적 기관제시 (c)	① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
해외 CO_2 저장소 연계 포집 플랜트 설치 및 해외 기술 수출(재생 heat duty(GJ/tCO_2)) (최종형)	4	'17	공정제작(50%)	공정제작 (50%, 흡수탑, 탈거탑, 스트럭쳐) (남동발전 (삼천포발전소)과 MOU) (미국 Recarbon Inc와 MOU)주①		
		'18	2.2	1 tCO_2/day CO_2 포집 공정 제작 완료 재생 heat duty : 2.2 GJ/tCO_2 확인 (동일 흡수제 이용, 0.5 tCO_2/day 급 설비 이용)		
		'19.4	2.2	1 tCO_2/day 공정 삼천포 화력발전 1-2 호기 옆에 설치 예정 : 7월 테스트 완료 예정 : 11월		

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**B**	**유지** / 강등	**B**

성과의 질적 우수성 …

○ 매체 순환 연소기술*의 이산화탄소 온실가스 포집기술**은 미국 Ohio 주립대학(50kWth)의 매체순환 수소생산 및 CO_2 포집 실증데모 장치에 대한 추격형 기술 개발로 시작되었으나 현재는 이를 앞선 선도적인 위치에 있음

* 매체 순환 연소기술 : 두 반응기 사이에 금속 매체가 순환하면서 공기 중의 산소를 흡수하고, 다른 반응기에서 배출하는 분리형 연소를 통해 별도의 분리설비 없이 고농도의 CO_2를 원천적으로 분리하는 기술

** 온실가스 포집기술 : 온실가스의 주된 배출원인인 발전, 연소, 시멘트 산업 등에서 배출되는 배가스에 포함된 이산화탄소를 분리하는 기술

- 조기상용화를 위해 열병합발전소 등 3MWth급 실증계획을 진행하였고 이는 가스공사 등에서 천연가스를 기화하는 과정에서 발생하는 CO_2 회수 및 NOx 저감 분야에서 활용될 수 있다고 판단됨
- 핵심공정기술 관련 미국특허 3건, 국내특허 7건을 등록하고 SCI 논문 3편을 게재함
- 500kWth급 상압운전을 완료하였으나, 최종목표인 가압 매체순환연소기의 장기연속운전(200hr) 실증 데이터가 부족함

○ 메탄올(MeOH) 고생산성 고유촉매 개발 및 분리막을 통한 탈수공정 기반반응과 분리의 동시 공정을 실증함

- CO_2와 H_2로부터 MeOH 생성을 위한 Cu/ZnO/AlOOH 계열의 에기연 고유 촉매를 개발하는 등 핵심요소기술을 확보하였음

- 고온고압 반응으로부터 생성된 물을 고분자 탈수(HPEI/TMC) 공정을 통해 세계최고 수준의 메탄올 생산성을 확보하는 등 목표를 조기달성하고 반응분리 동시공정 통합연속운전 80시간을 달성함
- 반응분리 동시공정 실증으로 기존의 낮은 효율성과 설비운전의 까다로움의 극복이 가능하고, 높은 메탄올 생산성은 향후 기술경제성 향상의 핵심요소가 될 것으로 기대됨

○ 0.5tCO_2/day급 설비를 보유하고 있음에도 기존 보유설비의 2배 규모인 1tCO_2/day급 설비 제작에 2.5년을 허비함(소규모 포집설비의 2배 격상은 연구 및 엔지니어링 측면에서 무의미함)

- '18년 실적인 재생열용량 2.2GJ/tCO_2는 기존 보유설비인 0.5tCO_2/day급 설비를 이용해 얻은 것으로 1tCO_2/day급 설비 제작 성과의 효용성이 적음
- 외국기관과 성능을 평가하는 기준이 달라 보유기술의 신뢰성을 인정하기 어려움
- 목표인 1tCO_2/day급 설비를 활용하여 좋은 연구결과를 얻었다고 하더라도, 소규모 설비를 CO_2 저장소와 연계하여 CO_2 저감효과를 파악한다는 것은 CCS 측면에서 무의미함(최소 수백~수천tCO_2/day 포집 필요)
- 따라서 목표달성 시에도 CCS와 연구개발 측면에서도 의의가 없는 지표를 의도적으로 설정하여 온실가스 감축을 위한 기술개발 보다는 홍보에 초점을 둔 무의미한 연구를 추진한 것으로 보임

【출처】 실적보고서 pp.88~95, 증빙자료 pp.3-94~109

목표 달성과정의 적절성 …

○ 500kWth급 가압 매체순환(Chemical Looping Combustion) 가스연소 플랜트 개발은 추격형 기술에서 선도적 기술로 단계적으로 발전함

- 또한 소재개발/유동층 유체역학적 해석 능력, 설계/발전플랜트 기초 설계 및 경제성 분석 능력을 보유한 것으로 판단됨
- 유동층 연소 반응기 설계 및 매체 순환 입자 소재개발 경험 축적을 통해 500kWth급 공정개발을 진행하고 있으며, '16년부터 500kWth급 본격적인 산소전달입자 개발 및 Feed-back 시스템을 구축함
- 500kWth급 상압테스트를 완료하고 가압(5bar) 매체순환연소기 장기 연속운전 실증을 세계 최대 규모로 추진할 예정임

○ 해외 CO_2 저장소와 연계한 CCS 기술 개발*은 비교대상 일본 MHI社보다 CO_2 농도가 높은 유리한 조건**에서 실험한 후 상이한 실험조건과 결과해석에 대한 구체적 언급 없이 KIERSOL*** 기술이 우수하다고 명시하여 기술개발 과정이 적절치 않음

* CO_2 농도가 높으면 재생열용량이 우수하게(낮게) 나타남

** MHI 10% CO_2, KIERSOL 20% CO_2

*** KIERSOL : 에기연에서 개발한 액상 이산화탄소 흡수제의 이름

- 관련 연구를 선도하는 출연(연)으로서 위상정립 및 개발 기술의 일반성 및 신뢰성을 확보하기 위해 다음과 같은 실험절차를 준수하여야 함(연구과정의 적절성, 기술적용의 보편성에 의문이 있을 경우 흡수제 성능이 우수하더라도 기술의 신뢰성을 확보하기 어려움)

  ① 30% MEA 흡수제를 사용하여 재생열용량 약 4.0GJ/t CO_2(CO_2 제거율 90% 조건)을 나타내는 흡수탑 높이를 미리 설계/확정하고, 이 설비를 활용해 다양한 운전변수(흡수제 순환유량, 열교환기 온도/압력 등)를 조정하여 최적운전조건을 확립

  · 만약 최적운전조건 확립 실험을 통해 흡수탑 크기가 설계치보다 낮은 조건에서 재생열용량 약 4.0GJ/t CO_2(CO_2 제거율 90% 조건) 값을 얻게 된다면, 그 조건이 최적조건이 됨

  ② ①에서 확정된 흡수탑 조건에서 30% MEA 대신 개발흡수제를 주입하여 운전변수를 조정하며 개발흡수제에 최적화된 재생열용량을 얻음

  · 이때 사용한 CO_2의 농도는 ①번과 동일하여야 함. 즉, 운전변수는 흡수제 특성에 따라 조정할 수 있지만 설비규모를 임의로 조정하여서는 안됨

  · 흡수제 개발 연구자 대부분은 본인들이 개발한 흡수제를 30% MEA와 동일 설비에서 성능평가를 하여 우열을 비교하게 되는데, 실험한 설비규모가 다르면 비교기준이 바뀌게 되어 정확한 비교평가 결과의 신뢰성을 확보할 수 없음

  · 개발흡수제 KIERSOL이 CO_2와의 반응속도가 느려 30% MEA 대비 흡수탑 크기를 증가시킨 조건에서 실험하여 얻은 결과(동일하지 않은 실험 조건)임에도 이에 대한 추가 설명 없이 '30% MEA 대비 성능이 우수함', 'MHI 대비 성능이 우수함'으로 표현하는 것은 심각한 자의적 해석임

  · 또한 일반적으로 CO_2 포집성능을 판단하기 위해서는 CO_2 제거율 90% 조건에서 상대성능을 평가하게 되는데, 보고서에는 ~96%에 가까운 CO_2 제거율 조건에서 실험을 수행하였음

  · 이는 CO_2 와의 반응속도가 느린 KIERSOL 흡수제의 특성에 맞추어 연구목표를 달성하기 위해 임의적으로 실험조건을 설정한 것으로 판단되어 일반적으로 통용되는 연구결과로 인정될 수 없음

【출처】 실적보고서 pp.88~95, 증빙자료 pp.3-94~121

개선 및 발전 방향

○ 500kWth급 가압 매체순환(Chemical Looping Combustion) 가스연소 플랜트 개발에 있어 타 포집 기술과의 적용 타당성 검토가 필요함

- 즉 기존의 연소 전·후에 대한 여러 온실가스 포집기술(CCS)과의 기술 성능 비교, 경제성 및 규모 등에서의 구체적 실현 가능성을 현 시점에서 제시할 필요가 있다고 판단됨
- 본 과제가 기초 미래선도형이지만 현 시점에서는 공공·인프라형(온실감축 목표 확대) 및 산업화형(경제성)에 대한 부분도 고민할 필요가 있음

○ 이산화탄소 전환 핵심 원천기술 확보 관련 CO_2와 H_2로부터 MeOH 생성을 위한 CuO/ZnO/AlOOH계열의 KIER고유의 촉매 recipe 기술 확보에 따른 촉매생산, 시스템 설계 및 Plant Engineering의 상업화 단계에 대한 사전적 Road-Map 전략 수립이 필요함(기초·미래선도형에서 산업화형에 대한 전략적 방향 전환의 고민 필요)

- 일본 AIST 연구소와의 성능 data 비교 및 실현 가능성 재검토와 함께 일본 AIST 촉매의 상용공정(미쯔이 화학, 100ton/yr)과의 연계 방안에 대한 검토가 필요함
- 아이슬란드 카본리사이클인터내셔널의 4,000ton/yr 규모 생산시설과 일본 오사카수소의 100ton/yr 규모 생산시설 등과 유사한 규모에서 실증 검토를 하기 위한 기술 전개 및 정성/정량 데이터가 필요함
- 목표 생성물(MeOH) 분리 정제공정과 관련된 고분자 중공사 탈수 분리막 개발에 따른 상용화 및 시스템 확보의 경제성·용이성에 대한 검토가 필요함
- 통합적으로 촉매개발/분리막소재개발과 관련된 기업과의 협력 및 공동개발, 플랜트 엔지니어링 업체와의 feasibility 및 국내 적용을 위한 경제성 검토 필요

추가 고려항목

○ '세계 최고수준 온실가스 포집기술 실증 및 기술개발 방향 선도' 지표는 기술개발이 어려운 높은 난이도임에도 세계 기술을 선도하고 있어 승급의 사유로 볼 수 있으나, '해외 CO_2 저장소와 연계한 국내 최초 CCS기술 상용화 추진' 지표의 목표 미달성 및 연구과정의 신뢰성 미확보로 강등 사유가 존재함. 이를 종합하여 등급변화 없이 유지함

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

전략목표 4 에너지자립섬 구현을 위한 분산전원 통합플랫폼 개발(배점 : 10점)

성과목표 4-1 염분차 발전 용량확대를 통한 EV 충전 인프라 구축(배점 : 4점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
염분차 발전 용량(용량확대 단계@kW/kWh) (최종형)	3	'17	-	• 네덜란드에서는 50kW 파일럿 플랜트 개발을 진행하고 있으나 개념설계 단계를 벗어나지 못함 • KIER가 보유하고 있는 2.5W/m^2 이상의 이온교환막과 2kW급 단위스택 제작 기술은 세계최고수준 • 목표로 설정한 5kW 실증은 국·내외 기술개발 수준을 감안하면 매우 도전적 • 성공시 100kW 또는 MW급 염분차 발전 업스케일링이 가능하며 이는 세계 최초 염분차 발전 상용화에 유리한 발판을 마련함을 의미 • 염분차 발전의 가동률은 부하변동이 없어 90% 이상 가능할 것으로 예측되나, 현재 관련 연구가 전무하여 풍력발전 등의 신재생에너지 가동률인 25% 수준으로 가정하여 발전량 목표를 30kWh로 설정	• 시험성적서 (한국산업기술시험원)
		'18	설계@5/30		
		'19.4	제작 중(@ 5kW / 30kWh) (※ 2019 사업계획서 추진전략에 의함)		
		'19.12	실증@5/30(기술이전)		
염분차 발전 기반 전기차충전 스테이션 기술 (설계 및 성능 평가) (최종형)	1	'17	설계(전압변동률 ±10%)	• 전기자동차 완속 충전을 위해서는 최소 3.3kW급 이상의 용량이 필요하여 5kW급 목표 설정 • 현재 완속 충전 소요시간인 5~6시간과 유사한 수준인 6시간을 목표로 설정 • 염분차 발전기반 전기충전스테이션 구축에 대한 연구가 전무하고 실증 시설임을 고려할 때 매우 도전적인 목표임	• 현장실사 의견서 (전기충전스테이션 전문가 실사 및 성능의견서) 및 시험성적서
		'18	제작(전력 변환율 80%)		
		'19.4	컨버터 용량 설계 프로그램 (5 kW & 전압변동률 ± 10 %)		
		'19.12	운전(충전 소요시간 6시간)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
4	100%	1.60	A	1.80	3.40

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
염분차 발전 용량 (용량확대 단계@kW/kWh) (최종형)	3	'17	-	(2018년도부터 목표치 설정)	좌동	100%	100%
		'18	설계@5/30	설계 완료 (@ 5kW / 30kWh) 기술이전(도레이케미칼, '18.8월)	좌동		
		'19.4	제작 중(@ 5kW / 30kWh) (※ 2019 사업계획서 추진전략에 의함)	제작 중 (@ 5kW / 30kWh) (기술이전) 핵심 기술인 스택 기술이전 협상 중	좌동		
염분차 발전 기반 전기차충전스테이션 기술(설계 및 성능 평가) (최종형)	1	'17	설계(전압변동률 ±10%)	설계 (전압변동률 ± 10%)	좌동	100%	
		'18	제작(전력 변환율 80%)	제작 (전력변환율 80%) (EV충전 시뮬레이션 제작)	좌동		
		'19.4	컨버터 용량 설계 프로그램 (5kW & 전압변동률 ±10%)	컨버터 용량 설계 프로그램 (5kW & 전압변동률 ±10%)	좌동		

① 지표별 달성도	□ 염분차 발전 용량(용량확대 단계@kW/kWh) ○ 목표치 관련 검토 – 기관제시 목표와 동일 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 100%
	□ 염분차 발전 기반 전기차충전스테이션 기술(설계 및 성능 평가) ○ 목표치 관련 검토 – 기관제시 목표와 동일 ※ 5kW급으로 전압변동률 ±10%를 조절/관리가능한 컨버터 용량 설계 프로그램을 목표로 제시하였고, 프로그램 개발을 목표로 설정한 것은 충전 6시간 이내의 전기차 충전스테이션 운영에 있어 필수불가결한 목표로 판단됨 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 5/5x100%=100%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (100%x3/4)+(100%x1/4)=100%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp. 96~103 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구부문 증빙자료 pp. 4-3~4-9

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s ⓐ b c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**A**	**유지** / 강등	**A**

성과의 질적 우수성 …

○ 염분차 발전* 시스템 개발에 있어 핵심부품이 분리막이라는 점을 파악한 후 국내 최초로 분리막을 연속식으로 생산할 수 있는 기술을 확보하여 국산화에 성공함

* 염분차 발전 : 농도가 다른 두 용액이 혼합할 때 발생하는 화학적에너지로부터 전기에너지를 생산하는 기술

– 연구결과의 우수성에 있어 산업적 측면에서는 개발된 분리막의 낮은 생산단가로 경제성이 뛰어난 점을 기술이전*으로 증명하였고, 학문적인 측면에서는 물 분야 상위 1% 최고 수준 저널**과 응용화학 분야에서 상위 10% 이내의 저널에 논문 다수 게재로 입증함

* 한국 도레이社(660백만원, '18.8월)

** Assessing the behavior of the feed-water consituents of a pilot-scale 1000-cell-pair reverse electrodialysis with seawater and municipal wastewater effluent, Water Rsearch, pp.261-271, 2019

○ 국내 최초로 DC 연결단*의 적정전압 범위를 산정하고 염분차발전과 전기차 충전 스테이션의 전력변환장치 스위칭을 새로운 동적특성 분석기법 및 시스템 실시간 모사 시뮬레이션에 따른 전압안정도 알고리즘을 통해 개발함

* DC 연결 : 직류시스템으로 구성된 회로

【출처】 실적보고서 pp.97~100, 증빙자료 pp.4-3~4-23

목표의 도전성·혁신성 …

○ 네덜란드(Afsluitdijk)에서 사용 중인 강물과 호소수에 비해 막 오염도 잠재량이 높은 하수처리 방류수를 사용한 독창적인 스택* 구조 확보 및 이에 적합한 전후처리기술·운전노하우를 적용한 염분차 발전을 시도한 것은 높게 평가됨

* 스택 : 수소, 산소가 전기화학적으로 반응하여 전기와 열에너지를 생산하는 연료전지 시스템 핵심 부품

- 다만, 네덜란드의 50kW 수준과 비교할 때 용량면에서 낮은 수치를 목표로 설정함

○ 전기차 연계형 발전용량 관련 전기차 충전스테이션 적용성에 대한 기술은 국내에서는 우위에 있지만 국제적인 수준에 도달했다고 보기는 어려움

- 100kW급 기본 설계는 추진 중인 것을 확인할 수 있으나 실제 모델 개발에 대한 구체적인 내용이 부족함

【출처】 실적보고서 pp.96~103, 증빙자료 pp.4-3~4-23

개선 및 발전 방향

○ 염분차 발전용량 연구 관련 향후 실제 모델 개발 연구 추진 시에는 하루 충전 가능한 전기차 수량을 제시할 필요가 있고, 염분차 발전을 kW 단위의 소규모 모듈로 나누어 n in 1 캐스케이드* 형식을 이용하여 각 염분차 발전 모듈 이용률 극대화가 필요함

- 염분차 발전 기반 전기차 충전스테이션 기술에서 전압변동률 ±10% 목표는 선진국의 기술수준과 비교하여 보다 도전적인 목표치 (±5 또는 ±3%)를 설정하고 시스템의 효율성과 안정성 모두 확보할 필요가 있음

* n in 1 캐스케이드 : 독립적이면서 모듈화 가능한 단위 염분차 발전 시스템

○ 염분차 발전으로 전기차를 충전할 수 있는 시스템이 실용화되기 위해서는 실증용량 범위와 연속운전에 대한 목표치를 지금보다 최소 3배에서 최대 10배로 확대할 필요가 있음

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▌성과목표 4-2 ▌풍력 시스템 신뢰성 향상 기술을 통한 수용성 증대(배점 : 3점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
블레이드 작용 하중의 측정 대비 상태감시 진단 정확도(%)(최종형)	1	'17	80	• 세계 최고수준인 네덜란드 델프트 대학의 인공지능을 이용한 풍력발전 시스템 상태 분석의 정확도는 93%로, KIER는 이 수치에 근접한 90%까지 목표를 제시	• 시험성적서에 준하는 절차서
		'18	85		
		'19.4	87.67		
		'19.12	93		
저주파 소음 검출 및 전파 예측정확도 (±dB) (독립형)	1	'17	200Hz 이하 블레이드 저주파 소음원 검출	• 세계적으로 풍력 저주파 소음 정의와 검출 기술은 기초적인 예측 기술 개발단계로, 국내·외 우수 연구기관에서도 저주파 소음원에 대한 명확한 근거 제시에 한계 • 저주파 소음원의 검출, 발생원인 등을 도출하고 예측기술을 개발하여 오차 범위 ±3dB 이하 수준을 만족시키는 연구는 진행된 바 없음	• 풍력소음 측정 표준(IEC 61400-11)에 준하는 측정 및 분석방법을 활용하여 풍력 저주파소음에 관한 시험보고서 자료
		'18	±4		
		'19.4	±4		
		'19.12	±3		
복합소재 대비 패브릭 블레이드 중량 절감 비율(%) (최종형)	1	'17	5	• 해외 선진 기관에서도 패브릭 소재 블레이드에 대한 적용 실적이 없는 상황 • 패브릭 적용 설계 및 제작 공법을 개발하고 이를 통한 중량 저감 15%는 현 수준 대비 매우 도전적 목표	• 시험성적서에 준하는 절차서
		'18	10		
		'19.4	15		
		'19.12	15(기술이전)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 (40%)		전문가 정성평가 (60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
3	61.90%	0.74	C	0.45	1.19

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
블레이드 작용 하중의 측정 대비 상태감시 진단 정확도(%) (최종형)	1	'17	80	83	좌동	100 %		61.90 %
		'18	85	85	좌동			
		'19.4	87.67	89.76	좌동			
저주파 소음 검출 및 전파 예측정확도(±dB) (독립형)	1	'17	200Hz 이하 블레이드 저주파 소음원 검출	30Hz, 50Hz, 80Hz 저주파 소음 검출	좌동	100%	85.71 %	
		'18	±4	해석해 대비 ±4dB 이내	좌동	100%		
		'19.4	±4	※2018년 연차 평가에 따라 중단 (정부예산 축소에 따른 과제 재편 결과)	-	0%		
복합소재 대비 패브릭 블레이드 중량 절감 비율(%) (최종형)	1	'17	5	100W 패브릭 블레이드 중량 절감 10% 달성 예측	-	0 %		
		'18	10	※2017년 연차 평가에 따라 중단. (정부예산 축소에 따른 과제 재편 결과)	-			
		'19.4	15	※2017년 연차 평가에 따라 중단 (정부예산 축소에 따른 과제 재편 결과)	-			

① 지표별 달성도	□ 블레이드 작용 하중의 측정 대비 상태감시 진단 정확도(%) ○ 목표치 관련 검토 – 해당지표는 '19.4월 시점으로 월할하여 87.67로 수정함('17년 83%, '18년 85%, '19년 93%) ※ 85+{(93-85)×(4/12)}='18년 목표치+{('19년 목표치-'18년 목표치)×(4개월/12개월)}=87.67 ○ 차감 요인(b) – 해당사항 없음 ○ 달성도(e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표×100 · 총 달성도 : 89.76/87.67×100=102.38%≥100% ※ '17년부터 블레이드 평활방향 피로 하중에 대해 인공신경망기술(Artificial Neural Network)을 활용하여 예측 정확도를 측정하여 '19.4월 현재 89.76% 달성
	□ 저주파 소음 검출 및 전파 예측정확도(±dB) ○ 목표치 관련 검토 – 기관에서 제시한 목표와 동일 – 해당 지표는 최종형(감소형)으로 기준년도 실적을 기준으로 변화량 산정이 필요하나, '17년도는 소음원 검출을 목표로 제시함. '18년도 목표치는 ±4dB이며 '19년도는 과제가 중단됨. 기관이 제시한 평가방법은 최종형이나 기준점인 '17년도에는 정량적 수치를 제시하지 않아 '18년도 기준만을 가지고 변화량을 산출할 수 없음. 이에 독립형 지표로 변경하여 평가함 ○ 차감 요인 (b) – '18년 연차평가에 따라 정부예산 축소로 인한 과제가 중단됨. '19.4월까지의 실적이 없어 불인정 ○ 인정성과 (d) – '17, '18년 실적 모두 인정 ○ 달성도 (e) – '17년 : 100% – '18년 : 100% – '19.4월 : 0% · 총 달성도 : (100%x12/28)+(100%x12/28)+(0%x4/28)= 85.71%
	□ 복합소재 대비 패브릭 블레이드 중량 절감 비율(%) ○ 목표치 관련 검토 – 목표치 평가기준을 '최종형'으로 제시. 최종년도는 '19.4월이 되어야하나 2017년 연차평가 정부예산 축소에 따라 과제가 중단됨 ○ 차감 요인 (b) – 목표달성 여부를 객관적으로 판단할 수 없어 실적을 불인정 ○ 인정성과 (d) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 · 총 달성도 : 0%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (100%x1/3)+(85.71%x1/3)+(0%x1/3)=61.90%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.104~111 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구부문 증빙자료 pp. 4-24~42

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a b ⓒ d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	C	**유지** / 강등	C

성과의 질적 우수성 …

○ 센서 단위 측정치와 함께 전체 시스템 또는 하부 모듈별 센서 네트워크를 통해 시스템 상태를 추정할 수 있는 방안을 제시하고 하중별 정확도가 높은 인공신경망 네트워크(ANN) 기술을 활용하여 이를 검증함

- 풍력발전기내 다양한 부품들이 상호작용하여 '블레이드 루트부 평활방향 하중'에 영향을 끼친다는 설정을 기반으로 실측치와 예측치를 비교하는 간편 시스템을 구상함
- 풍력발전기 구성요소(블레이드, 허브, 너셀, 타워, 전력계통, 변압기 등)의 개별 센서 진단 외에 센서 네트워크에 따른 진단은 투입 대비 산출효과가 우수한 것으로 판단됨
- 블레이드, 허브 및 동력전달장치 내 부품들의 개별 센싱 데이터를 기반으로 풍력발전기의 상태를 인공지능 알고리즘으로 진단하는 방법이며 향후 너셀부, 제동장치부, 전력계통 모듈화 시스템으로 확장 가능성이 있음
- 풍력발전기 화재는 브레이크 상태에서 블레이드 작동에 의한 마찰열이 원인이므로 풍력발전기 개별 부품에 대한 센싱값과 로터블레이드부, 너셀부, 타워부, 전력계통부 등 모듈화 된 센서네트워크 진단 체계로 확장하는 연구의 시발점을 제시함
- 회전 이극자 음향 특이점 소스 모델링에 '이기종 고성능 연산 기술*기반 병렬 연산 알고리즘'을 개발하여 한국신재생에너지학회에서 우수 논문상을 수상함
  * 이기종 고성능 연산기술 : GPU-CPU 등 두 종류 이상의 프로세서를 활용한 연산 기술
- 분석에 활용된 보편화된 신호처리 알고리즘(ANN, Linear Regression, Decision Tree) 기반의 비교 방법은 평이한 방법임
- 베어링 고장 모사 장치와 이에 의한 신호처리로 고장을 진단하는 기법은 20년 전에 이미 확립됨

【출처】 실적보고서 pp.105~106, 증빙자료 pp.4-36

목표의 도전성·혁신성 …

○ 저주파 소음 검출 및 전파예측 정확도 관련, 세계 최고수준의 선도 연구기관인 덴마크 공대, 스웨덴 왕립공대의 저주파 소음 전파 예측 정확도 ±7dB를 뛰어 넘는 ±3dB을 개발하는 목표는 매우 도전적임

- 슈퍼컴퓨터 급 계산이 필요한 LES/DNS방법*이 아닌 이기종 고성능 연산 기술**기반 병렬 연산 알고리즘을 개발하여 시간 영역 저주파 소음 해석에 요구되는 계산시간을 3-4배 단축하는 성과를 거두는 등 도전적 목표 달성을 위한 혁신적인 기법 발굴과 한계극복 노력이 우수함
  * LES/DNS 방법 : 고해상도 전산 유체 역학 기법 중의 하나
  ** Heterogeneous-High Performance Computing
- 저주파 소음은 풍력 단지 인근 주민들의 수용성과 매우 밀접한 관계가 있으며, 현재 풍력단지 개발에서 1순위 고려대상이나 '18년 연차평가에서 중단됨

○ 블레이드 중량 절감 기술에서 선진 터빈업체인 미국 GE社와 동등한 수준인 15% 중량 절감은 도전적인 목표 설정임

- 블레이드 중량 절감 기술은 파급효과와 필요성은 매우 크나, 성과목표인 '수용성 확대*' 와는 연관성이 부족함

  * 본 연구에서는 소음을 일으키는 주요 인자를 개선하여 소음을 저감시키는 효과를 의미

- Air-foil turbulence 현상은 블레이드 표면과 블레이드 엣지 'vortex shedding'와 관계성이 크며 블레이드 중량 절감의 가장 큰 직접적 요소로 해석하기 어려움
- '17년 연차평가에 의해 중단되었고, 성과 활용 및 확산에 대한 목표 설정도 소극적임 (초기 1kW급, 중기 100kW급, 최종 3MW급)

【출처】 실적보고서 pp.104~111, 증빙자료 pp. 4-24~42, 계획서 p.92

개선 및 발전 방향

○ 저주파 소음 검출 및 전파예측 정확도 관련, 계속 과제로 진행하여 목표를 달성하려면 주민 수용성 확대를 위한 연구가 지속적으로 필요함

- 풍력발전단지 주변의 주민 민원은 소음이며 생활소음과 유사한 영역인 가청(可聽) 영역대 평가가 이루어지고 있음
- 특히 본 연구는 사람이 인지하지 못하는 저주파 영역을 포함하며, 저주파 소음이 사람 귀에 들리지 않을 뿐 인체, 가축에 직·간접적으로 영향을 미치고 안정적 수면의 저해 요소이므로 수용성 확대를 위한 연구가 지속적으로 필요함

추가 고려항목

○ (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 4-2-3 '복합소재 대비 패브릭 블레이드 중량 절감 비율'의 '17년 실적은 기관에서 제시한 증빙자료로는 목표달성도에 대해 객관적인 확인 불가능함(실적보고서 p.104, 증빙자료 p.4-31)

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

▌성과목표 4-3 ▌시스템융합 기술 최적화를 통한 에너지자립섬 보급 촉진(배점 : 3점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
자립형 전기충전인프라 설비 전압 안정도 (상시 전압변동율 %@kW) (최종형)	1	'17	±6@3(기술이전)	• 분산전원 연계에 따른 상시 전압변동률 국내 최소 허용 기준(±2%) 적용 • 자립형 에너지 시스템 상 전압변동률은 타 계통연계 시스템 보다 더 섭동 • 국내 최대 허용기준은 ±10%, 최소 허용 기준은 ±2%이므로, 보다 가혹한 환경에서 최소 기준에 부합하고자 하는 도전적인 목표 설정	• 15분 평균 상시 전압 측정
		'18	±4@3		
		'19.4	(월할불가)		
		'19.12	±2@3&30(기술이전)		
현장 신뢰성 평가 시험설비 용량(kW) (최종형)	1	'17	3kW(실험실규모 구축)	• 저압단상(3kW) 및 저압3상(30kW) 모델은 상당 10kW급의 용량을 기준으로 각기 단일충전기와 충전소 연계 충전인프라(3대 설치기준)에 대응하며, 이에 대한 국내 신뢰성 평가 시스템이 전무한 상황 • 30kW급 신뢰성 평가 시험설비는 단일 급속충전기의 시험이 가능하도록 시험부하용량을 60kW까지 가변이 가능한 대응형 설비로서, 시험평가설비 구축의 경제성을 고려 • 규격 시험방법을 고려한 가정/산업용 신뢰성 평가 설비를 구축하고자 하는 도전적인 목표임	• 부하 총량과 전력변환설비 시험평가 결과 데이터
		'18	3kW(실증기반구축/3kW급 전력변환설비 시험평가), 30(설계)		
		'19.4	30kW		
		'19.12	3kW(실증), 30kW(실험실규모 구축/30kW급 전력변환설비 시험평가)		
IEC TC 120 대응 현장 신뢰성 시험절차서 (전력상태) (독립형)	1	'17	정상상태(Duty cycle, Efficiency, Ramp-late)	• 시스템 단위인 전기충전인프라가 현장필드에서 설치 운용 될 경우, 상호 운용성에 대한 성능과 안전에 대한 현장평가가 중요 • 이에 실효성 있는 평가를 진행하기 위해 충전인프라의 현장 신뢰성 평가 절차를 체계적으로 마련하고자 하는 목표 설정	• 모의실증 및 검교정 측정 기기 이용/한전 배전계통 기술기준 SGSF-025고려
		'18	전력품질(Harmonic, Interruption, Unbalance)		
		'19.4	과도상태(과전압 및 과전류에 따른 차단특성)		
		'19.12	과도상태(과전압 및 과전류에 따른 차단특성)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
3	97.62%	1.17	B	0.90	2.07

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
자립형 전기충전인프라 설비 전압 안정도 (상시 전압변동율 %@kW) (최종형)	1	'17	±6 / 3(기술이전)	±6 / 3 기술이전 (이선이엔지, '17.12)	좌동	100%	97.62 %
		'18	±4 / 3	±4 / 30	좌동		
		'19.4	(월할불가)	±3 / 30 제작 중 (5월 제작 발주 완료)/9월 공인시험 예정 (기술이전) 핵심 기술인 PHILS 시험장비에 대해 E사와 0.4억 설계기술이전 협상 중	좌동		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
현장 신뢰성 평가 시험설비 용량(kW) (최종형)	1	'17	3kW(실험실규모 구축)	3kW	좌동	100 %		
		'18	3kW(실증기반구축/ 3kW급 전력변환설비 시험평가), 30kW (설계)	30kW	좌동			
		'19.4	30kW	30kW	좌동			
IEC TC 120 대응 현장 신뢰성 시험절차서(전력상태) (독립형)	1	'17	정상상태(Duty cycle, Efficiency, Ramp-late)	정상상태 시험절차서	좌동	100%	92.86 %	
		'18	전력품질(Harmonic, Interruption, Unbalance)	전력품질 시험절차서	좌동	100%		
		'19.4	과도상태(과전압 및 과전류에 따른 차단특성)	Anti-Islanding 특성	좌동	50%		

① 지표별 달성도

□ 자립형 전기충전인프라 설비 전압 안정도(상시 전압변동율 %@kW)
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 해당 지표는 지표의 특성 상 월할이 불가능한 특성이 인정되어 '18년 목표를 기준으로 검토함
    - ※ '19.4월 기준 제작시방서를 마련하였고 동 사양에 대해 한국화학융합시험연구원에 의뢰한 바 계획대로 추진되고 있음을 확인하였으나, 시험결과 도출에 소요되는 시간을 고려할 때 기 제시한 '19.4월 목표는 타당하지 않다고 판단됨
- ㅇ 차감 요인(b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도(e) (※ 전압변동율 : ±4%)
  - – 상시전압변동율 : '18년 실적 / '18년 목표×100
    - · 총 달성도 : 4/4×100=100%

□ 현장 신뢰성 평가 시험설비 용량(kW)
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관 제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – '19.4월 실적 / '19.4월 목표×100
    - · 총 달성도 : 1/1x100= 100%

□ IEC TC 120 대응 현장 신뢰성 시험절차서(전력상태)
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – '19년 목표인 '과도상태 시험절차서' 개발에 대한 '19.4월 목표로 'Anti-Islanding 특성'을 제시하였으나, Anti-Islanding 특성 확보로는 당초 목표인 과도상태 시험절차서 개발 가능성에 대한 객관적인 예측이 어려우므로 '19.4월 목표를 불인정
  - – 이에 '19.4월 목표는 당초 '19년 목표인 '과도상태 시험절차서' 개발로 수정하여 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 과도상태 시험절차서 개발 과정 상, Anti-Islanding 특성 확보는 50% 수준으로 달성한 것으로 판단됨
- ㅇ 인정 성과 (d=c-b)
  - – '17년 : 100%
  - – '18년 : 100%
  - – '19.4월 : 50%
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28)
    - · 총 달성도 : (100%×12/28)+(100%×12/28)+(50%×4/28)=92.86%

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - – (100%x1/3)+(100%x1/3)+(92.86%x1/3)=97.62%

출처

- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 pp.112~119
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구부문 증빙자료 pp. 4-43~73

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표의 도전성·혁신성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	**B**	**유지** / 강등	**B**

성과의 질적 우수성 …

○ 자립형 전기충전인프라 안정도 기술 관련, 제주 내 ESS를 활용한 전기차 충전설비가 보급 중이나 배전망, 신재생, ESS 특성에 따른 시험절차가 없어 지속가능한 방법론과 시스템이 매우 필요한 상황으로 제주를 시작으로 전국적인 확산이 가능한 모델임

- 제주에너지공사는 제주 내 풍력, 태양광 및 전기차 충전인프라 구축을 주도적으로 시행하고 있으므로 본 기술을 확대 적용하기 위한 업무협약은 시의적절함
- 신재생에너지원(풍력 또는 태양광, 염분차 등)의 특성상 급속 충전수요에 대처할 수 있는 전력 제공에 한계성을 갖고 있음
  ※ (ex) 50kW급 100대 충전 전력으로 5MWh 용량이 필요하며 태양광의 경우 일 3.5시간 발전을 감안하면 약 600kW 발전 시설이 필요
- 독립적 마이크로그리드 충전인프라도 중요하나 계통 연계형 하이브리드형 마이크로그리드가 시장에 유연하게 대처할 수 있음

○ 이동형 현장 시험평가 설비는 분산전원* 현장에서 시험 평가를 실시할 수 있고 현장의 다양한 조건(배전망, 신재생효율 등)에 따른 빅데이터를 수집할 수 있다는 측면에서 강점이 있음

* 분산전원 : 화력 및 원자력 발전과 같은 대규모 집중형 전원과는 다르게 전력 소비가 있는 지역 근처에 분산·배치가 가능한 소규모의 발전 시설

- '18년 제주테크노파크와 제주에너지공사는 2개소 태양광-ESS(1MWh 1개, 200kWh 1개)와 급속충전기(개소당 7기)를 구축하였으나, 통합적 평가 방법론이 부재하여 시스템별 평가를 수행함으로써 시간적·인적 자원 활용이 비효율적인 상황임
- 이에 시스템별 평가를 수행하는 데 시간적·인적 자원 활용이 비효율적인 상황으로 향후 신재생에너지 기반의 충전소 확충 시 본 시스템의 다양한 활용이 기대됨

○ 기업과의 협업을 통해 신규과제*를 발굴하고 다수의 논문 게재, 특허 등록(9건) 및 기술이전** 성과를 창출함

* 분산전원 하이브리드형 태양광 ESS 기반 전기차 충전시스템 개발 및 실증(2019년 광역협력권산업육성사업)

** 마이크로그리드 시험장치 특허에 대한 기술이전(이선이엔지, 금액 22백만원, '17.12월)

【출처】 실적보고서 pp.113, 116, 118, 증빙자료 pp.4-46, 52, 53, 55, 56, 58, 69, 72

개선 및 발전 방향

○ 현장 여건에 따른 다양한 시험 이력을 기반으로 계통과 신재생, ESS, 충전이력에 따른 빅데이터를 수집하여 이를 활용할 필요가 있음

- 전기차 충전인프라는 지리적 여건에 따라 배전 계통 및 신재생 인프라 연계성이 변수로 작용하며, 시뮬레이션 정확성을 높이기 위해 배전계통 및 신재생 인프라를 감안한 시뮬레이션 모델을 유형화할 필요가 있음
- 또한 실제 충전시스템에서 나타나는 결과와 비교 분석을 위한 데이터의 축적(충전시 전압 특성 등 데이터의 수집)-변환(빅데이터를 중앙분석 센터 등에 분석을 위한 사전 포맷으로 정보화)-분석(빅데이터 분석 툴을 활용하여 실제값과 시뮬레이션 값의 오차를 분석)을 체계적으로 추진할 필요가 있음

○ 최근 전기차 배터리용량이 지속적으로 증량(아이오닉 28kWh → 코나 64kWh)되고 있어 30kW급보다 50kW 및 100kW급에 대한 개발이 조속히 필요하며, 2025년의 ±2@1MW 목표를 앞당길 필요가 있음

- 분산전원 현장에서 시험 평가를 실시할 수 있는 장점과 현장의 다양한 조건(배전망, 신재생 효율 등)에서 빅데이터를 수집할 수 있는 강점을 갖춤에 따라 시험 평가된 데이터를 활용한 응용서비스 영역에 대한 공동 개발을 검토할 필요가 있음

○ 섬 지역에 보급된 전기차 폐배터리 자원을 활용하는 하이브리드형(상전 및 폐배터리 ESS 혼용) 충전시설에 대한 평가 절차 수립을 권장함

- 하이브리드형 충전시설(계통전력과 폐배터리 ESS혼용)의 경우, 폐배터리의 등급 (잔존 SOC 또는 SOH에 따른 A(80%대), B(70%대), C(60%대))에 따라 특성이 다르므로 신규 연구 기획 시 이에 대한 고려가 필요함

○ 전기차 배터리 용량의 급속한 확대로 시험설비 구성 시 용량 확대에 대한 고려가 필요함

○ 전기차 주행거리는 배터리 용량에 좌우되며 최근 나홀로 급속충전기보다 멀티 충전소 형태로 진화하고 있어 용량을 획기적으로 높일 필요가 있음

- 현재 50kW급에서 100kW 및 150kW 급속충전기 보급이 보편화 됨

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

4. 연구지원부문 평가결과

▢ 종합점수 및 평가등급

성과목표	배점	목표달성도 평가 (60%)		전문가 정성 평가*(40%)		소계*****
		인정비율(%)	점수	등급	점수	
영역 1. 임무중심형 연구환경 조성(20점)						
1-1. 우수인력 양성 전략	10	100%	6.00			
1-2. 연구몰입 환경 조성	10	93.24%	5.59			
영역 2. 효율적 기관운영(25점)						
2-1. 기관운영의 투명성·효율성	15	91.11%	8.20			
2-2. 보수·복리후생 관리	5	-**				
2-3. 연구보안 강화(별도평가***)	5	(4.61)		B	16.50	56.54
영역 3. 성과관리 활용·확산(35점)						
3-1. 성과관리·활용·확산 체계	10	89.08%	5.34			
3-2. 창업·중소·벤처기업 지원 체계	10	100%	6.00			
3-3. 대외협력 및 개방 체계	9	98.94%	5.34			
3-4. 대외소통 및 정보공개·공유 기반 조성	6	99.21%	3.57			
영역 4. 현안대응 및 경영 자율 (20점)	20	-****		B	10.00	10.00
합 계	100	-	40.04	-	26.50	71.15

* 전문가 정성평가 등급 가중치 : S(1.0), A(0.75), B(0.5), C(0.25), D(0)

** '2-2. 보수·복리후생 관리'의 경우, 연구성과계획 수립 시 별도 목표를 설정하지 않고 종합평가 시 '전문가 정성평가'만 실시(연구지원부문 통합 정성평가에 포함)

*** '2-3. 연구보안'의 경우, 종합평가 시 국정원에서 실시하는 연구보안 평가결과를 활용

**** '영역 4. 현안대응 및 경영자율'은 연구성과계획 수립 시 별도 목표를 설정하지 않고, 종합평가 시 '전문가 정성평가'만 실시

***** '소계'는 목표달성도 평가 점수, 전문가 정성평가 점수, 연구보안 점수를 모두 더한 값임

영역 1 임무중심형 연구환경 조성 (배점 : 20점)

성과목표 1-1 우수인력 양성 전략 (배점 : 10점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
창의형 R&D 핵심인재 확보 (독립형)	4	'17	제도마련	• 제3차 과학기술인재 육성·지원 기본계획('16~'20) 반영 • 출연(연) 최초의 융합인재 선발에 특화된 전형방법 시도 – (선발인원) 연도별 채용인원의 10% 이상	• 제도수립 여부 및 선발인원
		'18	총 채용인원의 10%		
		'19.4	총 채용인원의 15%		
		'19.12	총 채용인원의 15%		
인력의 선순환 체계 구축 (독립형)	3	'17	인재 Pool 확보	• 최근 3년('14~'16) 평균 9.3% 대비 35% 향상된 목표 제시 ※ (참고) 출연(연) 비정규직 확산 방지 및 고용개선을 위한 비정규직 대책 수립, 협조요청 반영	• 정규직 전환 (채용) 인원
		'18	총 채용인원의 15%		
		'19.4	총 채용인원의 20%		
		'19.12	총 채용인원의 20%		
여성과학기술인 육성·지원 확대 (독립형)	3	'17	60점	• 최근 3년('14~'16) 평균 실적점수 대비 50% 이상 향상된 목표 제시 – 최근 3년간 여성과학기술인 채용 비율 구분 / '14 / '15 / '16 목표비율(%) / 21 / 23 / 25 채용비율(%) (여성/전체) / 17.9 (5/28) / 11.8 (2/17) / 10.3 (3/29) ※ (참고) 연구원 고유 연구분야 특성상 직무에 적합한 전공분야의 여성 지원자 비율이 현저하게 낮음(평균 15%)	• 목표점수 달성 여부
		'18	65점		
		'19.4	70점		
		'19.12	70점		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 평가(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
10	100%	6.00	–*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개별 성과목표 단위로 정성평가 등급을 부여하지 않음

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
창의형 R&D 핵심인재 확보 (독립형)	4	'17	제도마련	• 창의형 핵심인재 선발을 위한 채용전략 수립 • 핵심인재 육성을 위한 맞춤형 신입직원 집중 교육과정 수립	좌동	100%	100%	100%
		'18	총 채용인원의 10%	• 총 채용인원의 31% * 논문영향력 상위 5%이상 저널에 (SCI(E)) 주저자 논문 게재 인원	좌동	100%		
		'19.4	(월할불가)	•'19년 하반기 채용 시 목표달성 가능 (9월)	–	–		
인력의 선순환 체계 구축 (독립형)	3	'17	인재 Pool 확보	• 인재 Pool 확보 – 박사후연구원 T/O 50명 확보 ('16년 대비 151% 증가), 박사후연구원 및 위촉연구원 등 신진인력 총 89명 확보 – 인력의 선순환 실적 : 총 채용인원의 18.7%	좌동	100%	100%	

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
		'18	총 채용인원의 15%	• 총 채용인원의 57.8% –인력의 선순환 실적 : 총 채용 인원(76명) 중 44명 * Post-Doc.위촉연구원 경력자 중 정규직 유입 실적	좌동	100%		
		'19.4	(월할불가)	• '19년 하반기 채용 시 목표달성 가능 (9월)	–	–		
여성과학기술인 육성·지원 확대 (독립형)	3	'17	60점	73.5점	좌동	100%		
		'18	65점	100점	좌동	100%	100%	
		'19.4	(월할불가)	19년 하반기 채용 시 목표달성 가능	–	–		

① 지표별 달성도

□ 창의형 R&D 핵심인재 확보
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 당초 제시한 '19년 목표는 12월까지의 목표이며, 기관이 제시한 증빙자료를 토대로 볼 때 과거 인력채용이 하반기에 이루어진 것으로 파악되어 '19.4월 기준 목표는 월할불가 타당성이 인정되므로 '18년까지의 실적을 바탕으로 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24)
    - · '17년 : 1/1×100=100%
    - · '18년 : 31/10×100=310%≥100%
    - · 총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%
    - ※ '18년도 실적으로 '창의형 R&D 핵심인재 확보 31%'를 제시하였으며, '논문영향력 상위 5% 이상 저널 주저자 논문 게재'의 우수연구 역량 기준 및 면접전형의 '창의적 사고' 평가 반영 등 융합인재 선발에 특화된 전형방법을 시도한 것으로 인정됨

□ 인력의 선순환 체계 구축
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 당초 제시한 '19년 목표는 12월까지의 목표이며, 기관이 제시한 증빙자료를 토대로 볼 때 과거 인력채용이 하반기에 이루어진 것으로 파악되어 '19.4월 기준 목표는 월할불가 타당성이 인정되므로 '18년까지의 실적을 바탕으로 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24)
    - · '17년 : 1/1×100=100%
    - · '18년 : 57.8/15×100=385.33%≥100%
    - · 총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%

□ 여성과학기술인 육성·지원 확대
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 당초 제시한 '19년 목표는 12월까지의 목표이며, 기관이 제시한 증빙자료를 토대로 볼 때 과거 인력채용이 하반기에 이루어진 것으로 파악되어 '19.4월 기준 목표는 월할불가 타당성이 인정되므로 '18년까지의 실적을 바탕으로 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24)
    - · '17년 : 73.5/60×100=122.50%≥100%
    - · '18년 : 100/65×100=153.85%≥100%
    - · 총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%
    - ※ 과학기술인 채용 인원 중 여성 과학기술인 채용 실적을 포함한 목표달성이 인정됨

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - – (100%×4/10) + (100%×3/10) + (100%×3/10)=100%

출처

- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 p.129
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구지원부문 증빙자료 pp.3~27

▌성과목표 1-2 ▌연구몰입 환경 조성 (배점 : 10점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
개인평가 질적지표 전환 (최종형)	4	'17	질적지표 비율 70% 이상	• '16년도 NST주관 25개 출연(연) 개인평가제도 분석 결과 질적 우수성평가 고도화 기관으로 분류, 질적평가 선도기관으로 거듭나기 위해 기존 대비 20%이상 상향 목표 설정	• 개인평가제도 직무 및 조직성과지표 대비 질적지표 비율
		'18	질적지표 비율 75% 이상		
		'19.4	질적지표 비율 76.67% 이상		
		'19.12	질적지표 비율 80% 이상		
연구실 안전 환경 조성 (독립형)	3	'17	LTI 0.15 이하	• 직전년도 LTI지표 산출값 대비 매년 20%이상 지표값 감축목표 설정(최종 목표 : 무사고) • 안전에 대한 국가적 관심도 증가 및 연구실 안전관리 전문체계 구축으로 사고발생 방지 대책 요구	• LTI지표 목표치 달성
		'18	LTI 0.12 이하		
		'19.4	LTI 0.09 이하		
		'19.12	LTI 0.09 이하		
개방형 채용 및 인력교류 (독립형)	3	'17	2명(제도수립 병행)	• 출연(연) 혁신위원회의 출연(연)의 자발적 미래지향적 혁신 방안 • 기관차원의 개방형 임용제 최초 시도	• 목표인원 달성여부
		'18	2명		
		'19.4	(월할불가)		
		'19.12	2명		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 평가(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
10	93.24%	5.59	–*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개별 성과목표 단위로 정성평가 등급을 부여하지 않음

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
개인평가 질적지표 전환 (최종형)	4	'17	질적지표 비율 70% 이상	질적지표 비율 72%	좌동	83.10%		93.24%
		'18	질적지표 비율 75% 이상	질적지표 비율 91%	63.71%			
		'19.4	질적지표 비율 76.67% 이상	질적지표 비율 91%	63.71%			
연구실 안전 환경 조성 (독립형)	3	'17	LTI 0.15 이하	LTI 0	좌동	100%	100%	
		'18	LTI 0.12 이하	LTI 0.09	좌동	100%		
		'19.4	LTI 0.09 이하	(월할불가)	0.09	100%		
개방형 채용 및 인력교류 (독립형)	3	'17	2명(제도수립 병행)	• 개방형 채용 추진을 위한 Top-down과제 추진 • 기관발전 로드맵 반영 전문가 유치 : 4명 – 플랫폼 분야(계산과학, 엔지니어링) 3명 – 기술사업화 분야(변호사/변리사 자격 소지자) 1명	좌동	100%	100%	
		'18	2명	• 기관발전 로드맵 반영 전문가 유치 : 1명 – 플랫폼 분야(빅데이터) 1명 • 해외 유치 과학자 인력교류 : 1명 (연료전지 분야)	좌동	100%		
		'19.4	(월할불가)	• Top-down 사업 및 2020년 주요사업 신규과제 발굴 시 개방형 연구리더 유치 예정 – 개방형 채용 및 인력교류 가능 분야 채용 반영	–	–		

① 지표별 달성도	□ 개인평가 질적지표 전환 ○ 목표치 관련 검토 – '19년 목표인 '질적지표 비율 80% 이상'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '질적지표 비율 76.67% 이상'으로 달성도를 산출함 ○ 차감 요인 (b) – '18년도 이후 직무성과 3개 항목 중 '개인참여율', KPI 샘플 내용 중 '특허출원수' 및 '대외협력결과보고 건수', 조직성과 중 '국제공동연구 체결 건수'와 '전자연구노트시스템 활용율'은 질적지표로 인정하기 어려움 ○ 인정 성과 (d=c-b) – '18년 이후 실적으로 직무성과 전체배점 45점 중 30점(3개 중 2개 항목) 인정 – 조직성과 전체지표 12개 중 7개(기관제시 9개 중 2개 제외)로 전체배점 25점 중 14.6점 인정 – 따라서 전체배점 70점 중 44.6점 기준으로 63.71% 인정 ○ 달성도 (e) – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100 ・총 달성도 : 63.71/76.67×100=83.10% □ 연구실 안전 환경 조성 ○ 목표치 관련 검토 – 기관이 제시한 바와 같이 '19년 목표인 'LTI 0.09 이하'의 월할 계산에는 무리가 있으나 '19.4월말 시점 실적을 토대로 '19년 목표 미달성 여부는 파악할 수 있으므로 '19년도 말 목표치로 수정하여 달성도를 산출함 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28) ・'17년 : 100% ・'18년 : 100% ・'19.4월 : 100% ・총 달성도 : (100%×12/28)+(100%×12/28)+(100%×4/28)=100% ※ '19.4월까지의 실적을 토대로 '19년 연간 추정치로 환산하여 현장평가 후 추가로 제시한 LTI 0.09를 '19.4월 실적으로 인정함 □ 개방형 채용 및 인력교류 ○ 목표치 관련 검토 – 해당 성과지표는 '19.4월 목표치로 '19.12월 목표치를 월할하는 것은 타당하지 않은 점이 인정되어, '18년까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24) ・'17년 : 4/2×100=200%≥100% ・'18년 : 2/2×100=100% ・총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (83.10%×4/10)+(100%×3/10)+(100%×3/10)=93.24%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 p.130 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구지원부문 증빙자료 pp.28~41 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 추가자료

영역 2 효율적 기관운영 (배점 : 25점)

성과목표 2-1 기관운영의 투명성·효율성 (배점 : 15점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
연구비 관리체계 평가 (독립형)	6	'17	95점 이상(자체)	• 연구비 관리체계 평가 기준인 최고 등급(S)에 해당하는 95점 이상을 목표로 설정 ※ (참고) KIER 연구원이 연구비 용도 외 사용으로 참여제한을 받은 경우 최고 A등급 획득까지 가능함에 따라 S등급에 해당하는 점수를 목표로 제시	• 과기정통부 연구비 관리체계 평가 결과
		'18	95점 이상(외부)		
		'19.4	(월할불가)		
		'19.12	95점 이상(자체)		
종합청렴도 평가 (독립형)	4	'17	2등급	• 청렴도 조사 시행 이래 기관의 평가 등급은 2등급 이상을 획득한바가 없으나, 1,2차년도 2등급 및 최종년도 1등급의 도전적 목표 설정	• 권익위 종합청렴도 평가 결과
		'18	2등급		
		'19.4	(월할불가)		
		'19.12	1등급		
경영공시 평가 (독립형)	5	'17	성실 공시기관 (벌점 13점 이하)	• 매년 경영공시 성실 기관을 목표로 설정하였으며, 최근 3년간 평균벌점(27점) 대비 최종년도의 벌점은 81% 감액된 5점 이하로 설정 ※ (참고) 출연(연) '14년 점검기준 상위10% 기관 9.1점, 평균 23.6점 * '15년 : 기재부 미공개	• 기재부 경영공시 점검 결과
		'18	성실 공시기관 (벌점 10점 이하)		
		'19.4	(월할불가)		
		'19.12	성실 공시기관 (벌점 5점 이하)		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 평가(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
15	91.11%	8.20	-*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개별 성과목표 단위로 정성평가 등급을 부여하지 않음

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
연구비 관리체계 평가 (독립형)	6	'17	95점 이상(자체)	자체평가 99점	좌동	100%	100%	91.11%
		'18	95점 이상(외부)	S등급(95점)	좌동	100%		
		'19.4	(월할불가)	연구비 관리체계 자체평가 실시 계획 수립('19.6.) * 최종 등급 확정('19.11. 예정)	-	-		
종합청렴도 평가 (독립형)	4	'17	2등급	종합청렴도 3등급	좌동	66.67%	66.67%	
		'18	2등급	종합청렴도 3등급	좌동	66.67%		
		'19.4	(월할불가)	국민권익위원회 매년 12월 발표	-	-		

<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th rowspan="2">배점
(a)</th><th rowspan="2">연도</th><th rowspan="2">목표</th><th colspan="2">실적</th><th colspan="2">① 지표별
인정 달성도
(e)</th><th rowspan="2">② 인정
목표달성도</th></tr>
<tr><th>기관제시
(c)</th><th>인정
(d)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">경영공시 평가
(독립형)</td><td rowspan="3">5</td><td>'17</td><td>성실 공시기관 (벌점 13점 이하)</td><td>우수 공시기관(벌점 0점)</td><td>좌동</td><td>100%</td><td rowspan="3">100%</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>'18</td><td>성실 공시기관 (벌점 10점 이하)</td><td>성실 공시기관(벌점 3점)</td><td>좌동</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>'19.4</td><td>(월할불가)</td><td>경영공시 평가는 매년 상·하반기 일제점검을 실시하며, 최종결과는 익년 4~5월경 발표</td><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td>① 지표별 달성도</td><td colspan="8">□ 연구비 관리체계 평가
ㅇ 목표치 관련 검토
– 해당 성과지표는 '19.4월 목표치로 '19.12월 목표치를 월할하는 것은 타당하지 않은 점이 인정되어, '18년까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함
ㅇ 차감 요인 (b)
– 해당사항 없음
ㅇ 달성도 (e)
– ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24)
· '17년 : 99/95×100=104.21%≥100%
· '18년 : 95/95×100=100%
· 총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%

□ 종합청렴도 평가
ㅇ 목표치 관련 검토
– 해당 성과지표는 '19.4월 목표치로 '19.12월 목표치를 월할하는 것은 타당하지 않은 점이 인정되어, '18년까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함
ㅇ 차감 요인 (b)
– 해당사항 없음
ㅇ 달성도 (e)
– ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24)
· '17년 : (5–3)/(5–2)×100=66.67%
· '18년 : (5–3)/(5–2)×100=66.67%
· 총 달성도 : (66.67%×12/24)+(66.67%×12/24)=66.67%

□ 경영공시 평가
ㅇ 목표치 관련 검토
– 해당 성과지표는 '19.4월 목표치로 '19.12월 목표치를 월할하는 것은 타당하지 않은 점이 인정되어, '18년까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함
ㅇ 차감 요인 (b)
– 해당사항 없음
ㅇ 달성도 (e)
– ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24)
· '17년 : 100% (우수 공시기관)
· '18년 : 100% (성실 공시기관)
· 총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%</td></tr>
<tr><td>② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)</td><td colspan="8">ㅇ 최종 인정 목표달성도
– (100%×6/15)+(66.67%×4/15)+(100%×5/15)=91.11%</td></tr>
<tr><td>출처</td><td colspan="8">ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 p.131
ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구지원부문 증빙자료 pp.42~48</td></tr>
</table>

영역 3 성과관리 활용·확산 (배점 : 35점)

▌성과목표 3-1 ▌성과관리 · 활용 · 확산 체계 (배점 : 10점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
기술료 수입 증대 (독립형)	4	'17	기술료 40억원	• '17년 기술료 수입은 직전 3개년도 ('14~'16) 평균 수익(25.1억원) 대비 59%가 향상된 수치이며, '19년 목표는 299% 증가된 기술료 100억원의 도전적 목표 설정 ※ (참조) 연도별 기술료 수입 추이 반영	• 연도별 기술료 입금액
		'18	기술료 70억원		
		'19.4	기술료 33.33억원		
		'19.12	기술료 100억원		
특허 경쟁력 강화 (독립형)	3	'17	우수 특허기술 생성 : 1.5억원 이상 5건	• '14~'16년 유상 기술이전 계약액 평균은 1억원이나, '19년 2.5억원 이상 5건의 우수특허기술 생성의 도전적 목표 설정 ※ '17년 이전 공인된 기술평가 실적 0건	• 기술평가서의 기술가치 평가액 (기술보증기금 등 공인된 기술평가 기관의 평가 기준)
		'18	우수 특허기술 생성 : 2억원 이상 5건		
		'19.4	우수 특허기술 생성 : 2.5억원 이상 1.67건		
		'19.12	우수 특허기술 생성 : 2.5억원 이상 5건		
기술 실용화가치 향상 (최종형)	3	'17	실용화가치 향상 전담 조직 신설	• 기존 기술단위의 기술이전 실시로 플랜트 형 기술이전은 없었으나, 실용화 가치 향상 전담조직 운영을 통해 플랜트 형 대형 기술이전 실적 창출	기술지원 협약/ 기술이전 계약
		'18	실용화가치 향상 기술 지원 : 3개 과제		
		'19.4	플랜트 형 기술이전 1건		
		'19.12	플랜트 형 기술이전 1건		

<연도별 기술료 수입 추이 반영>

연도	기술료 수입
2014	24.0억원
2015	22.1억원
2016	29.2억원
평균	25.1억원

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 평가(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
10	89.08%	5.34	-*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개별 성과목표 단위로 정성평가 등급을 부여하지 않음

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
기술료 수입 증대 (독립형)	4	'17	기술료 40억원	기술료 36.1억원	좌동	90.25%	72.69%	89.08%
		'18	기술료 70억원	기술료 51.5억원	좌동	73.57%		
		'19.4	기술료 33.33억원	기술료 5.8억원	좌동	17.40%		
특허 경쟁력 강화 (독립형)	3	'17	우수 특허기술 생성 : 1.5억원 이상 5건	1.5억 이상 5건 달성	좌동	100%	100%	
		'18	우수 특허기술 생성 : 2억원 이상 5건	2억 이상 5건 달성	좌동	100%		
		'19.4	우수 특허기술 생성 : 2.5억원 이상 1.67건	2.5억 이상 8건 달성(160% 초과 달성)	좌동	100%		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
기술 실용화가치 향상 (최종형)	3	'17	실용화가치 향상 전담 조직 신설	엔지니어링 전담 조직 신설(플랫폼연구실)	좌동	100%	
		'18	실용화가치 향상 기술 지원 : 3개 과제	실용화가치 향상 기술 지원 : 10개 과제	좌동		
		'19.4	플랜트 형 기술이전 1건	플랜트 형 기술이전 1건 완료 *석탄가스화 기술 해외기술 이전 ('18.11.)	좌동		

① 지표별 달성도

□ 기술료 수입 증대
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – '19년 목표인 '기술료 100억원'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '기술료 33.33억원'으로 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28)
    - · '17년 : 36.1/40×100=90.25%
    - · '18년 : 51.5/70×100=73.57%
    - · '19.4월 : 5.8/33.33×100=17.40%
    - · 총 달성도 : (90.25%×12/28)+(73.57%×12/28)+(17.40%×4/28)=72.69%

□ 특허 경쟁력 강화
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – '19년 목표인 '우수 특허기술 생성 : 2.5억원 이상 5건'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '우수 특허기술 생성 : 2.5억원 이상 1.67건'으로 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28)
    - · '17년 : 5/5×100=100%
    - · '18년 : 5/5×100=100%
    - · '19.4월 : 8/1.67×100=479.04%≥100%
    - · 총 달성도 : (100%×12/28)+(100%×12/28)+(100%×4/28)=100%

□ 기술 실용화가치 향상
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 기관 제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – '19.4월 실적 / '19.4월 목표 × 100
    - · 총 달성도 : 1/1×100=100%
    - ※ '기술지원 협약 및 기술이전 계약' 관련 플랫폼연구실을 신설하고, 이를 통해 이루어진 엔지니어링형 기술이전임을 현장평가 시 확인함

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - – (72.69%×4/10)+(100%×3/10)+(100%×3/10)=89.08%

출처

- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 p.132
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구지원부문 증빙자료 pp.56~74
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 추가자료

▌성과목표 3-2 ▌창업 중소·벤처기업 지원 체계 (배점 : 10점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
기술중심형 중소기업육성 (누적형)	4	'17	5건	• 기존에는 기술교류 및 상담이후 연계사업 추진 미흡 • 해당 지표를 통해 기술교류 및 기술상담 활성화를 통한 효과성 제고 • '17년 총 5건의 신규 목표 및 연 5건 증가 목표 설정	• 항목별 연말 실적치 산출 후 합산 ① 기술이전 계약 체결 건수 ② 내·외부 중소기업지원 및 사업화과제 연계 건수
		'18	10건		
		'19.4	11.67건		
		'19.12	15건		
연구원 창업 활성화 (누적형)	3	'17	2건	• 최근 3년간 창업 건수(4건) 대비 '19년 150% 목표 설정(6건)	• 연구원 창업 및 연구소기업 설립 건수 합산
		'18	4건		
		'19.4	4.67건		
		'19.12	6건		
중소기업 기술지원 만족도 (독립형)	3	'17	89점	• 과기정통부 주관, 공공기관 고객만족도 조사결과 중 '기술지원 분야' 점수 • 최근 3개년('13~'15) 대상기관 평균점수(87.0점) 기준 상향 목표 설정 – 향후 지속적 고객관리를 통한 90점 이상 유지	• 과기정통부 주관 공공기관 만족도 조사 결과
		'18	90점		
		'19.4	91점 이상		
		'19.12	91점 이상		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 평가(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
10	100%	6.00	–*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개별 성과목표 단위로 정성평가 등급을 부여하지 않음

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
기술중심형 중소기업육성 (누적형)	4	'17	5건	5건 내·외부 중소기업지원 및 사업화과제 연계건수(5건)	좌동	100%		100%
		'18	10건	12건(누적) 내·외부 중소기업지원 및 사업화과제 연계건수(7건)	좌동			
		'19.4	11.67건	17건(누적) 내·외부 중소기업지원 및 사업화과제 연계건수(5건)	좌동			
연구원 창업 활성화 (누적형)	3	'17	2건	3건 연구소기업(3건)	좌동	100%		
		'18	4건	7건(누적) 연구원 창업(2건), 연구소기업(2건)	좌동			
		'19.4	4.67건	9건(누적) 연구소기업(2건) *상반기 설립 및 승인완료 예정(㈜성원엔지니어링, ㈜엘아이전선)	누적 7건			
중소기업 기술지원 만족도 (독립형)	3	'17	89점	91.6점	91.8점	100%	100%	
		'18	90점	90.5점	좌동	100%		
		'19.4	91점 이상	(만족도 조사는 매년 말에 실시되어 익년 2~3월경 결과 발표)	–	–		

① 지표별 달성도	□ 기술중심형 중소기업육성 ○ 목표치 관련 검토 – '19년 목표인 '기술중심형 중소기업육성 15건'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '기술중심형 중소기업육성 11.67건'으로 달성도를 산출함 ○ 차감 요인 (b) – 해당사항 없음 ○ 달성도 (e) – '17~'19.4월 누적 실적 / '17~'19.4월 누적 목표 × 100 · 총 달성도 : 17/11.67×100=145.67%≥100%
	□ 연구원 창업 활성화 ○ 목표치 관련 검토 – '19년 목표인 '연구원 창업 6건'은 '19.4월 시점으로 월할하여 '연구원 창업 4.67건'으로 달성도를 산출함 ○ 차감 요인 (b) – '19년도 실적으로 제시한 상반기 승인 예정 연구소기업 2개에 대해서는 실적 미인정 ○ 인정 성과 (d=c–b) – 연구원 창업 및 연구소 기업 누적 7개 인정 ○ 달성도 (e) – '17~'19.4월 누적 실적 / '17~'19.4월 누적 목표 × 100 · 총 달성도 : 7/4.67×100=149.89%≥100%
	□ 중소기업 기술지원 만족도 ○ 목표치 관련 검토 – 해당 성과지표는 '19.4월 목표치로 '19.12월 목표치를 월할하는 것은 타당하지 않은 점이 인정되어, '18년까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함 ○ 차감 요인 (b) – '17년, '18년 실적 인정은 공통적으로 '기술지원/이전업무' 유형 고객만족도 평균으로 하며 각각 91.8점, 89.5점임(추가자료 기준) ○ 달성도 (e) – ('17년 달성도×12/24) + ('18년 달성도×12/24) · '17년 : (91.6/89)x100=102.92%≥100% · '18년 : (90.5/90)x100=100.56%≥100% · 총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	○ 최종 인정 목표달성도 – (100%×4/10)+(100%×3/10)+(100%×3/10)=100%
출처	○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 p.133 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구지원부문 증빙자료 pp.85~103 ○ 한국에너지기술연구원 종합평가 추가자료

▮ 성과목표 3-3 ▮ 대외협력 및 개방 체계(배점 : 9점)

<평가지표 및 목표치>

<table>
<tr><th>성과지표</th><th>배점</th><th>연도</th><th>목표</th><th>목표 도출근거</th><th>측정방법</th></tr>
<tr><td rowspan="4">산·학·연 협력 기술 커뮤니티 운영 (독립형)</td><td rowspan="4">3</td><td>'17</td><td>5건, 커뮤니티별 공동수요기술 발굴</td><td rowspan="4">• '16년 커뮤니티 구성 및 시범적으로 운영하였으며, '16년 이후 커뮤니티 확대 및 공동수요기술 발굴을 목표로 설정</td><td rowspan="4">• 기술커뮤니티 그룹 운영 및 공동수요기술 발굴 실적</td></tr>
<tr><td>'18</td><td>6건, 커뮤니티별 공동수요기술 발굴</td></tr>
<tr><td>'19.4</td><td>(월할불가)</td></tr>
<tr><td>'19.12</td><td>7건, 커뮤니티별 공동수요기술 발굴</td></tr>
<tr><td rowspan="4">글로벌 R&D 경쟁력 강화 (누적형)</td><td rowspan="4">3</td><td>'17</td><td>글로벌 기술수요 Map 수립</td><td rowspan="4">• 글로벌 기술수요 Map구축 및 플랫폼 운영을 통한 연구원 최초 상호 매칭펀드 국제공동연구 과제 발굴의 도전적 목표 설정</td><td rowspan="4">• 기술수요Map 보유 및 매칭펀드 공동연구 실시 여부</td></tr>
<tr><td>'18</td><td>국제공동연구과제 (매칭펀드) 발굴 2건</td></tr>
<tr><td>'19.4</td><td>국제공동연구과제 (매칭펀드) 발굴 2.33건</td></tr>
<tr><td>'19.12</td><td>국제공동연구과제 (매칭펀드) 발굴 3건</td></tr>
<tr><td rowspan="4">공동활용 실시율 (독립형)</td><td rowspan="4">3</td><td>'17</td><td>25.4%</td><td rowspan="4">• '14년~'16년 실적
<table><tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="3">실적</th></tr><tr><th>'14</th><th>'15</th><th>'16</th></tr><tr><td>공동활용가능장비 (a)</td><td>430</td><td>436</td><td>438</td></tr><tr><td>공동활용 실적장비 (b)</td><td>105</td><td>118</td><td>134</td></tr><tr><td>대외개방률(b/a)</td><td>24.4%</td><td>27.1%</td><td>30.6%</td></tr><tr><td>공동활용운영수익(백만원)</td><td>2,585</td><td>3,076</td><td>2,578</td></tr><tr><td>기준년도 운영수익 (c)</td><td colspan="3">'16년 기준 2,578</td></tr><tr><td>증감액(백만원)(d)</td><td>7</td><td>498</td><td>0</td></tr><tr><td>공동활용실적 증감률(d/c)</td><td>0.30%</td><td>19.3%</td><td>0.00%</td></tr><tr><td>공동활용 실시율</td><td>17.2%</td><td>24.7%</td><td>21.4%</td></tr></table>• 공동활용 가능장비(a) 목표설정
– '14년~'16년 증가율 반영
• 공동활용 실적장비(b) 목표설정
– 전년대비 10% 향상
• 공동활용 운영수익 목표설정
– '17년 : '14~'16년 평균
– '18년~'19년 : 전년대비 10% 향상</td><td rowspan="4">• 공동활용가능장비(a)
– NTIS 등록기준
• 공동활용실적장비(b)
– 당해년도 공동활용 수익 발생 장비
• 공동활용수익(c)
– 회계결산 기준</td></tr>
<tr><td>'18</td><td>30.6%</td></tr>
<tr><td>'19.4</td><td>(월할불가)</td></tr>
<tr><td>'19.12</td><td>36.4%</td></tr>
</table>

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 평가(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
9	98.94%	5.34	–*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개별 성과목표 단위로 정성평가 등급을 부여하지 않음

목표달성도 평가

<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th rowspan="2">배점 (a)</th><th rowspan="2">연도</th><th rowspan="2">목표</th><th colspan="2">실적</th><th colspan="2" rowspan="2">① 지표별 인정 달성도 (e)</th><th rowspan="2">② 인정 목표달성도</th></tr>
<tr><th>기관제시 (c)</th><th>인정 (d)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">산·학·연 협력 기술 커뮤니티 운영 (독립형)</td><td rowspan="3">3</td><td>'17</td><td>5건, 커뮤니티별 공동수요기술 발굴</td><td>기술커뮤니티 운영 : 8건
공동수요기술 발굴 : 10건</td><td>좌동</td><td>100%</td><td rowspan="3">100%</td><td rowspan="4">98.94%</td></tr>
<tr><td>'18</td><td>6건, 커뮤니티별 공동수요기술 발굴</td><td>기술커뮤니티 운영 : 6건
공동수요기술 발굴 : 6건</td><td>좌동</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>'19.4</td><td>(월할불가)</td><td>기술커뮤니티 구성 완료 : 7건</td><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td>글로벌 R&D 경쟁력 강화 (누적형)</td><td>3</td><td>'17</td><td>글로벌 기술수요 Map 수립</td><td>글로벌 기술수요 Map 수립 완료
– 분야별 해외 선진기관 연구 역량 비교 map
– 전문가조사, 특허분석을 통한 정성/정량분석</td><td>좌동</td><td colspan="2">100%</td></tr>
</table>

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
		'18	국제공동연구과제 (매칭펀드) 발굴 2건	국제공동연구과제(매칭펀드) 발굴 : 2건 – 호주 모나쉬대학교('17.5.) – 호주연방과학기술연구원 CSIRO('18.8.)	좌동			
		'19.4	국제공동연구과제 (매칭펀드) 발굴 2.33건	국제공동연구과제(매칭펀드) 발굴 : 3건(누적) – 영국 노팅엄대학교('19.4)	좌동			
공동활용 실시율 (독립형)	3	'17	25.4%	24.7%	좌동	97.24%		
		'18	30.6%	29.5%	좌동	96.41%	96.83%	
		'19.4	(월할불가)	12.5%	–	–		

① 지표별 달성도

□ 산·학·연 협력 기술 커뮤니티 운영
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 해당 지표의 '19.12월 목표는 '커뮤니티별 공동수요기술 발굴 7건'이며 '19.4월까지 커뮤니티 7개 구성을 완료하였으나, 공동수요기술 발굴에는 시간이 소요되므로, '19.4월을 기준으로 해당 지표의 평가는 현실적으로 불가능하다고 판단되어 '18년까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함
    - ※ 월할 계산을 할 경우, '19.4월 목표는 '커뮤니티별 공동수요기술 2.33건 발굴'이나, 공동수요기술 발굴활동에는 최소 소요시간이 존재하기 때문에, 해당 지표의 목표치를 월할 계산하는 것은 불합리하며 '18년까지 실적만 대상으로 하는 것이 타당함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – '17년 달성도×12/24 + '18년 달성도×12/24
    - · '17년 : 10/5×100=200%≥100%
    - · '18년 : 6/6×100=100%
    - · 총 달성도 : (100%×12/24)+(100%×12/24)=100%

□ 글로벌 R&D 경쟁력 강화
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – '19.12월 목표인 '국제공동연구과제(매칭펀드) 발굴 3건(누적)'의 '19.4월 월할 목표는 '2.33건(누적)'으로 수정하여 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – '17~'19.4월 누적 실적 / '17~'19.4월 누적 목표 × 100
    - · 총 달성도 : 3/2.33×100=128.76%≥100%

□ 공동활용 실시율
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – 해당 성과지표는 '19년 전체 실적을 기준으로 판단할 필요가 있는 지표로, '19.4월 목표치로 '19.12월 목표치를 월할하는 것은 타당하지 않은 점이 인정되어, '18년까지의 실적을 반영하여 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – '17년 달성도×12/24 + '18년 달성도×12/24
    - · '17년 : (24.7/25.4)×100=97.24%
    - · '18년 : (29.5/30.6)×100=96.41%
    - · 총 달성도 : (97.24%×12/24)+(96.41%×12/24)=96.83%

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - – (100%×3/9)+(100%×3/9)+(96.83%×3/9)=98.94%

출처

- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 p.134
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구지원부문 증빙자료 pp.104~114

성과목표 3-4 대외 소통 및 정보공개·공유 기반 조성(배점 : 6점)

<평가지표 및 목표치>

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
과학문화 확산 (누적형)	2	'17	• 과학문화 확산 프로그램 1개 신설(누적 3개) ※ 참여자 수요조사를 반영한 과학문화 확산 프로그램 확대	• 최근 3년 대비 과학문화 확산 프로그램 대폭 확대·운영 – 기관 비전 실현을 위한 글로벌 과학문화 확산 프로그램 추진 – 최종년도 과학문화 확산 프로그램 8개 운영(최근 3년 대비 400% 상향) – 참여자 수요조사를 통한 신규 과학문화 확산 프로그램 신설	• 신규 과학문화 확산 프로그램 개수
		'18	• 과학문화 확산 프로그램 2개 신설(누적 5개) ※ 참여자 수요조사를 반영한 과학문화 확산 프로그램 확대		
		'19.4	• 과학문화 확산 프로그램 1개 신설(누적 6개) ※ 참여자 수요조사를 반영한 과학문화 확산 프로그램 확대		
		'19.12	• 과학문화 확산 프로그램 3개 신설(누적 8개) ※ 참여자 수요조사를 반영한 과학문화 확산 프로그램 확대		
기업감동 상담서비스 (독립형)	2	'17	• 직접방문을 통한 기술상담 실시율 30%	• 직전 2개년 평균 16.7%에서 최종년도 50% 실현을 목표로 설정('16년 대비 300% 상향)	• 찾아가는 상담지원 서비스 비율
		'18	• 직접방문을 통한 기술상담 실시율 40%		
		'19.4	• 직접방문을 통한 기술상담 실시율 50%		
		'19.12	• 직접방문을 통한 기술상담 실시율 50%		
정부 3.0 국민에게 유용한 공공정보 공개 (누적형)	2	'17	• 사전 정보공표 60개 ※ 대국민 수요조사를 반영하여 정보공표 확대	• 최근 3년 대비 사전정보공표 증가율 대폭 상향 – 향후 3년간 사전정보공표 평균 증가율 10% (최근 3년 대비 5배 이상 상향) – 단순 건수 확대가 아닌 대국민 수요중심의 실질적 필요 정보 확대 – 최종년도 목표 건수 '16년(53건) 대비 32% 확대	• 홈페이지 사전정보 공표건수
		'18	• 사전 정보공표 65개 ※ 대국민 수요조사를 반영하여 정보공표 확대		
		'19.4	• 사전 정보공표 66.67개 ※ 대국민 수요조사를 반영하여 정보공표 확대		
		'19.12	• 사전 정보공표 70개 ※ 대국민 수요조사를 반영하여 정보공표 확대		

<평가결과>

성과목표 배점	목표달성도 평가(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
6	99.21%	3.57	–*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개별 성과목표 단위로 정성평가 등급을 부여하지 않음

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
과학문화 확산 (누적형)	2	'17	• 과학문화 확산 프로그램 1개 신설(누적 3개) ※ 참여자 수요조사를 반영한 과학문화 확산 프로그램 확대	• 과학문화 확산 프로그램 1개 신설(누적 3개) – 지역 특화형 제주 혼디모앙 과학축제	좌동	100%		99.21%
		'18	• 과학문화 확산 프로그램 2개 신설(누적 5개) ※ 참여자 수요조사를 반영한 과학문화 확산 프로그램 확대	• 과학문화 확산 프로그램 2개 신설(누적 5개) – 나노블럭을 이용한 수소연료 전지 교육 프로그램 개발 – 에너지기술 학습 프로그램 개발	좌동			
		'19.4	• 과학문화 확산 프로그램 1개 신설(누적 6개) ※ 참여자 수요조사를 반영한 과학문화 확산 프로그램 확대	• 과학문화 확산 프로그램 3개 신설 계획 수립 완료(누적 8개)	3개 계획 수립 인정			
기업감동 상담서비스 (독립형)	2	'17	• 직접방문을 통한 기술상담 실시율 30%	• 직접방문 기술상담 실시율 31.6%	좌동	100%	97.63%	
		'18	• 직접방문을 통한 기술상담 실시율 40%	• 직접방문 기술상담 실시율 56%	좌동	100%		
		'19.4	• 직접방문을 통한 기술상담 실시율 50%	• 직접방문 기술상담 실시율 41.7%	좌동	83.4%		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
정부 3.0 국민에게 유용한 공공정보 공개 (누적형)	2	'17	• 사전 정보공표 60개	• 사전 정보공표 60개	좌동	100%	
		'18	• 사전 정보공표 65개	• 사전 정보공표 65개	좌동		
		'19.4	• 사전 정보공표 66.67개	• 사전 정보공표 67개	좌동		

① 지표별 달성도

□ 과학문화 확산
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – '19년도 목표인 '과학문화 확산 프로그램 3개 신설(누적 8개)'의 '19.4월 월할 목표는 '과학문화 확산 프로그램 1개 신설(누적 6개)'로 수정하여 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('19.4월 실적–'16년 실적) / ('19.4월 목표–'16년 실적)×100
    - · 총 달성도 : (6–2)/(6–2)×100=100%
    - ※ '19.4월 목표는 '과학문화 확산 프로그램 1개 신설(누적 6개)'이고, '19.4월 시점 3개 신설(누적 9개)에 대한 계획을 수립하였으므로 목표 달성을 인정하여 계산함

□ 기업감동 상담서비스
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – '19년도 목표인 '직접방문을 통한 기술상담 실시율 50%'은 연간을 기준으로 시간이 지남에 따라 누적되는 실적이 아니므로 '19.4월 목표도 연간 목표를 그대로 적용
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('17년 달성도×12/28) + ('18년 달성도×12/28) + ('19.4월 달성도×4/28)
    - · '17년 : 31.6/30×100=105.33%≥100%
    - · '18년 : 56/40×140=100%≥100%
    - · '19.4월 : 41.7/50×100=83.40%
    - · 총 달성도 : (100%×12/28)+(100%×12/28)+(83.40%×4/28)=97.63%

□ 정부 3.0 국민에게 유용한 공공정보 공개
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - – '19년도 목표인 '사전 정보공표 70개'의 '19.4월 월할 목표는 '사전 정보공표 66.67개'로 수정하여 달성도를 산출함
- ㅇ 차감 요인 (b)
  - – 해당사항 없음
- ㅇ 달성도 (e)
  - – ('19.4월 실적–'16년 실적) / ('19.4월 목표–'16년 실적) × 100
    - · 총 달성도 : (67–53)/(66.67–53)×100=102.41%≥100%

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - – (100%×2/6)+(97.63%×2/6)+(100%×2/6)=99.21%

출처

- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 p.135
- ㅇ 한국에너지기술연구원 종합평가 실적보고서 연구지원부문 증빙자료 pp.115~126

▢ 연구지원부문 통합 정성평가

<평가결과>

구분	성과의 우수성	목표 달성과정의 적절성	추가 고려항목	성과목표 등급	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
영역 1	s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	b	B	**유지** / 강등	B
영역 2	s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	b			
영역 3	s ⓐ b c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	a			

영역 1 임무중심형 연구환경 조성 (배점 : 20점)

성과의 질적 우수성 …

○ 박사 후 연구원 채용 및 비정규직 인력의 정규직 전환 추진 등은 인력 선순환 체계 구축 측면에서 바람직함

- 채용 또는 정규직 전환 과정에서 교육 기회 부여와 조직 적응을 고려한 부서 배치 성과는 우수함
- 정부의 정규직 전환 정책에 대한 적극적 이행 노력으로 정규직 전환을 완료함
- 다만, 대상자 전원에 대해 직무를 세분화(85명→85개 직무기술서)하였으므로 향후 인력 배치 및 채용 등에서 효율적 인력 운영 측변에서 보완할 점이 있는지 점검할 필요성이 있음

○ 평가제도 개선을 위해 평가자·평가대상자 간 목표설정 협의, 코칭 및 피드백 실시를 제도화 한 것은 평가 결과의 수용성을 높일 수 있으며, 특히 평가 과정에 평가대상자의 역량 증진을 함께 도모한 측면은 바람직함

○ 안전문화 구축을 위해 이와 관련된 성과목표를 별도로 설정하고, 제도 및 교육을 지속적으로 개선 및 관리하여 안전관리 우수연구실 인증(2개)을 획득함

- SGR* 제도 마련 등 노력으로 과학기술정보통신부의 연구실 안전관리 우수기관 표창 수상('18년)

* SGR(Safety Golden Rules) : 안전의식 Switch-on 준수, 안전·보건교육 이수, 물질안전보건자료 비치 및 교육, 출입(작업) 시 안전보호구 착용 등에 대해 규정 마련 및 인사고과 반영

- '19년 1분기에 1건의 안전사고가 있었으나 사고 원인 조사, 전 직원 대상 사례 전파 및 안전 교육 등 후속 조치를 적절히 실시함

○ 핵심인재 선발 전략을 수립하여 '충원부서 요구 중심의 채용'을 지양하는 방향을 설정하였으나, 실질적으로는 매년 추진사업 또는 과제에 필요한 인력 수요에 따라 채용하고 있어 중장기적 인력구성 전략의 반영 등 차별성이 크다고 볼 수 없음

○ '문제해결형 창의적 학습조직' 실적(26건) 대부분이 평가제도, 복지제도 등 경영현안과 관련된 내용으로 연구자의 과학기술에 대한 전문성과 특성을 고려한 창의적 활동은 상대적으로 미흡함

- 과학자 분야의 창의적 학습주제는 '다양한 촉매합성 이론과 메카니즘' 1건만 있음

○ 질적 성과 중심의 평가체계로 개선을 위해 지속적으로 노력하였으나, '18년 이후 개인성과를 KPI 방식으로 개편함에 따라 전체 평가내용 중 질적 지표 비중이 모호해짐

- '18년 이후 연구자별 KPI*는 대부분 질적 지표이나 '대외활동 실적 건수' 등 일부 양적지표 성격의 항목이 포함되어 있음

* KPI(Key Performance Indicator) : 핵심성과지표로 구성원이 목표를 성공적으로 달성하기 위해 핵심적으로 관리해야 하는 요소들에 대한 성과지표

【출처】 실적보고서 pp.136~138, 140, 142, 증빙자료 pp.11, 31, 계획서 p.101

목표 달성과정의 적절성 …

○ 여성과학기술인 적극 채용을 위한 채용단계별 가점 부여, 여성과학기술인 채용 목표 비율까지 추가합격 제도 운영(역량평가 기회 제공), 여성면접관 제도 운영 등의 노력을 통해 채용 목표를 달성함

○ 구성원 모두가 일과 삶의 조화를 이룰 수 있는 문화 조성을 위해 '일·삶 양립을 위한 5개년 계획'을 수립하고 조직문화 조성과 제도 개선을 단계별로 함께 추진한 점은 바람직함

○ 핵심인재 확보에 있어 논문영향력 상위 5% 이상 저널의 주저자 논문 게재로 성과 기준을 높이고 다면적 역량평가를 강화한 점은 우수 연구자를 선정하기 위한 노력으로 보이나, 당초 계획한 '창의형 핵심인재 확보'를 위한 차별적 제도 수준에는 미흡함

- 당초 '출연(연) 최초의 융합인재 선발에 특화된 전형방법 시도'와 '연구분야의 우수 인재를 넘어 창의·융합형 인재에 중점'을 둔 계획을 수립하였으나, 이에 대한 실적으로 보기는 어려움

○ 개방형 직위제를 도입하였으나 가장 큰 비중을 차지하는 '개방형 채용' 실적은 연구인력 신규 채용실적과 차별성이 부족함

- 외부기관 소속 전문가의 인력교류 실적은 해외 유치 과학자 초빙(1명, 연료전지 분야)이 전부임

【출처】 실적보고서 pp.129, 130, 136, 138, 141, 증빙자료 pp.25~27, 38~41, 계획서 pp.100~101

개선 및 발전 방향

○ '일·삶 양립을 위한 5개년 계획' 추진목표 및 실천과제 구성 관련 제도 개선보다는 문화 조성이 많은 비중을 차지하고 있어, 실질적인 제도 개선 및 운영 비중을 높일 필요가 있음

○ 채용 등을 통한 핵심인재 확보 시, 단기 사업 또는 과제에 대한 수요 외에 중장기적인 기관 발전 로드맵과의 부합성을 충분히 고려하여 추진하는 것이 바람직함

○ '문제해결형 창의적 학습조직'을 경영현안과 관련된 내용보다는 연구자들의 과학기술 분야에 대한 창의적 활동에 적극 지원하는 것이 기관 특성에 부합할 수 있음

- 학습조직 실적이 대부분 평가제도, 복지제도와 관련된 내용으로 경영 측면의 방안 논의에 대한 비중을 줄이거나 소관부서 주도로 해결하는 것이 바람직함

○ 정규직 전환 직원 개인별로 세분화된 직무를 그룹화(Grouping)하여 관리하는 방안 등 향후 인력운용이 효율적으로 이루어지도록 개선해 나아갈 필요성이 있음

○ 질적 성과 중심 평가 제도의 세부 항목별 질적 기준 명확화 및 수준 제고에 지속적으로 노력할 필요가 있음

- 질적 지표의 정성평가에 대한 수용성을 높이기 위해, 위원회 방식의 지표별 평가에서 평가자의 전문성 및 공정성을 관리할 수 있도록 내·외부 평가자의 구성 및 선정 방법 등 기준을 구체적으로 마련하는 것이 바람직함

○ 직원 채용 시 '개방형 사고를 보유한 창의형 인재'를 선정할 수 있는 차별성이 큰 전형방법 개발이 필요하며, 개방형 인재 활용을 위해 채용과는 차별적으로 외부 전문기관과의 인적 교류가 활발히 이루어지도록 개선이 필요함

추가 고려항목

○ (보고서 작성 오류) 성과지표 1-1-1 '창의형 R&D 핵심인재 확보'의 '18년도 실적으로 '총 채용인원의 31%' 를 기재하고 증빙을 제시하였으나, '논문영향력 상위 5% 이상 저널 주저자 논문 게재' 대상을 '창의형 R&D 핵심인재'로 판단하는 근거가 부족(실적보고서 및 증빙자료 미제시)하여 현장평가 시 추가 자료를 통해 확인함 (실적보고서 p.129, 증빙자료 p.8)

○ (보고서 작성 오류) 성과지표 1-2-1 '개인평가 질적지표 전환'의 '18년, '19년 실적으로 제시한 '질적지표 비율 91%'의 비율을 정확히 파악할 수 있는 증빙 확인 불가(실적보고서 및 증빙자료 미제시)로 현장평가 시 추가 자료를 통해 확인함(실적보고서 p.130, 증빙자료 p.29)

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 중간컨설팅 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

영역 2 효율적 기관운영 (배점 : 25점)

성과의 질적 우수성 …

○ 연구자 친화적 계약시스템 구축 및 증빙문서 전자화를 통해 과기정통부 연구비 관리체계 평가에서 S등급을 획득한 바 있으며, '17년도 출연(연) 유일의 경영공시 우수기관으로 선정되는 등 기관 운영의 효율성과 건전성을 제고한 것으로 평가됨

○ 과정 중심 평가체계 구축을 위해 인사평가제도 개선 추진계획을 수립하고 평가철학 교육 및 전문가 세미나, 평가철학 정립을 위한 워크숍 및 전직원 공청회 등을 통해 조직문화와 기관 핵심가치가 반영된 인사평가제도 구축을 위해 노력한 점이 돋보임

- '18년 상반기에 구축된 新 인사평가제도는 기관의 가치와 구성원 개인의 목표를 일치시키는 KPI 수립 및 절대평가제도 도입 등이 핵심적 사항임

○ 국민권익위원회 주관 기관 청렴도평가 결과, 당초 제시한 목표(2등급)에 미치지 못하는 결과가 나왔으며, 특히 내부직원 대상 청렴도는 '17년 1등급에서 '18년 2등급으로 평가되어 기관 소속 구성원의 입장에서의 청렴도 증진이 필요함

【출처】 실적보고서 pp.143-146

목표 달성과정의 적절성 …

○ 청렴의식 제고를 위해 실시하는 반부패·청렴 교육 이수율이 90% 이상에 달하며, 종합청렴도가 지속적으로 상승함('16년 8.22점 → '17년 8.58점(3등급) → '18년 8.87점(3등급))

○ 실질적인 근로조건 향상 및 상생의 노사관계 구축 측면에서 매분기별 노사협의회가 운영되었으며, 이를 공공기관 경영정보 공개시스템(알리오)을 통해 공시하는 등 대내외적 투명성이 높은 것으로 판단됨

- 또한 정부의 방침에 따른 총 인건비 인상률을 준수하고 있음

○ 외부 위탁 정산기관에서 발견한 정산 미흡사항에 대한 해당 연구책임자가 공감할 수 있는 사후정산 평가절차가 미흡함(예. 사후정산 조치위원회 등)

- 또한 직전 종합평가 결과에서 지적된 '사업관리부서의 정산과정 일체 미관여 및 정산기관 선정의 독립성 확보'는 실제 운영측면에서 사업관리부서 내 업무분장으로 되어 있어 소극적으로 이행된 것으로 판단됨

○ 연차별 실행계획에서 제시한 '경영공시 오류 제거를 위한 자체 매뉴얼 발간 및 경영공시 지침 개정 실행'이 미흡한 것으로 판단됨

○ 과기정통부 공공기관 복리후생 분야 정상화 이행 점검에만 초점을 맞춰 복리후생 관리 실적이 미흡함

【출처】 실적보고서 pp.144~146

개선 및 발전 방향

○ 기관 운영의 투명성 확보에 있어 주요사업 정산 등을 위한 외부 용역기관 선정 시, 독립성과 객관성을 확보할 수 있도록 사업관리 부서가 아닌 타 부서 및 외부 기관을 활용할 필요가 있음

- 예시로 감사실에서 용역기관을 선정하여 사업관리부서에 통보하는 절차 등의 마련이 필요하며, 용역결과에 대해서도 외부위원이 50%를 초과하는 사후정산조치위원회 등을 통해 용역기관 정산결과에 대해 사후조치 객관성을 확인하는 절차가 필요함

○ 일상감사 및 특정감사에 활용될 수 있도록 E-감사정보시스템의 위험지표 개선을 위한 기관 차원의 노력이 필요함

○ 경영공시 오류 제거를 위한 자체 매뉴얼 개발과 경영공시 관련 업무 전문가(관련 노무사 및 회계사) 초빙을 통해 공시 책임성을 강화하기 위한 지속적인 노력이 필요함

○ 합리적 복리후생 관리를 위해 지속적인 관심과 모니터링이 필요하며, 직원과 경영진 간 의사소통 채널 확대 등 기관 차원의 지원 및 구성원 간 합의가 필요함

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 중간컨설팅 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

○ 기타공공기관 자체감사활동 심사결과(감사원) 2017년은 "A"등급이나 2018년, 2019년은 "B"등급을 부여받은 바 있음. 향후 기관운영계획에 반영할 필요가 있음

※ (자체감사활동 심사 개요) '17~'18년은 절대평가방식으로 최종점수 80점 이상 A, 60점 이상 B, 60점 미만 C등급을 부여하였으며, '19년은 상대평가방식으로 A등급 15%, B등급 35%, C등급 40%, D등급 10%를 부여함

영역 3 성과관리 활용·확산 (배점 : 35점)

성과의 질적 우수성 …

○ 성과 관리 추진체계 개선 및 적극적인 기술이전·사업화 추진 등을 통해 기관 설립 이후 최대 기술료 수입 성과를 달성함

- 비록 '17~'18년의 실적이 당초 목표 대비 미흡하기는 하나, 타 출연(연)의 기술료 감소와는 달리 급속한 성장을 실현함
- 기술료 수입은 '17년 24%, '18년 43%가 증가하여 36.1억원, 51.5억원 등 기관이 설립된 이후 최대 실적을 달성함

○ 기술수요맵 방법론 개발·운영 등을 통해 국제 동향 분석 등을 체계적으로 추진하고, 전략적 국제공동연구 주제를 발굴하여 기관 설립 후 최초로 국제공동연구 과제를 추진*하는 성과를 거둠(3건 발굴, 1건 추진 중)

* (과제1) 다공성 탄소지지체 촉매 개발을 위한 공동연구('17~'19년, 에기연 직접비 9천만원/년, CSIRO 12만 AUD/년)
(과제2) COMBDry 기술을 이용한 바이오매스와 석탄의 건조기술('17년, 에기연 직접비 4천만원, 호주 모나쉬대학교 4.5만 AUD)
(과제3) 탄소계 CO_2 흡착제 개발 관련 영국 노팅엄대학교의 의향서 수신('19.4.11.), '20.1월 시행 계획
(과제4) CO_2 포집 관련 미국 NETL 장비 활용 기술 완성도 향상 국제공동연구 기획 중('20.1월 시행 목표)

【출처】 실적보고서 pp.147~148, 151~152

목표 달성과정의 적절성 …

○ 단순 기술이전을 넘어 엔지니어링형 기술이전을 추진하고 이를 위해 플랫폼연구실 등 관련 조직을 설치하고 표준 업무가이드를 수립한 것 등은 매우 유의미함

- 이와 함께 국내 기술수준을 단기간에 높이기 위해 글로벌 기관과의 매칭과제를 과감히 추진한 것도 기업가적 관점이 잘 반영된 것으로 판단됨

○ 공동수요기술 발굴 및 현장 실증 활성화를 위해 '17년 8개, '18년 6개 등 총 14개의 산·학·연 기술커뮤니티를 운영하고, 이를 통해 총 16개('17년 10개, '18년 6개)의 공동수요기술을 발굴함

- 발굴된 공동수요기술을 토대로 참여기관 간 시제품을 완성하고, 현재 현장실증과 기술이전 준비 단계까지 추진함

○ 연구장비공동활용 활성화를 위한 연구장비 집적화와 인프라 개선, 사용자 교육 활성화, 장비기반 시험 강화 등을 통해 공동활용실시율 향상(당초 목표대비 미흡), 자율사용시간 증가, 국제공인시험 우수기관 선정 등의 성과를 거둠

- 저활용장비 이관, 연구장비 공동활용실 운영, 장비 집적화, 장비 도입 확대 및 교체, 자율사용 사용자 교육 등을 체계적으로 추진함
- 자율사용자 양성교육은 '17년 41회, '18년 43회 등 집체·개별 실습교육으로 실시하고 중소기업 대상 장비 활용 교육도 2년 간 총 30회, 약 200명을 대상으로 실시한 점은 단순 장비 개방을 넘어 대내외 공동장비 활용 활성화를 위한 적절한 노력임

○ 기업 감동 서비스를 위해 직접방문을 통한 기술상담 실시 비율을 높이는 노력을 추진하였으나, 해당 활동의 효과성에 대한 판단이 불가함

- 직접방문을 통한 기술상담은 전화상담, 온라인상담 등에 비해 노력과 비용이 상대적으로 많이 요구되고 시간적 제약도 크므로 관련 활동을 보다 체계적으로 전개할 필요가 있음
- 직접방문 실적을 달성하는 것에 기관의 노력이 집중되어 있어 기술 상담의 체계화, 기술상담 결과 반영 시스템의 구축(기존 기술지원체계와의 연계 포함) 등의 성과가 부족함

【출처】 실적보고서 pp. 132, 148, 151~152

개선 및 발전 방향

○ 기관 내부의 자원이 투입되는 사업 또는 활동, 특히 직접방문 등 많은 자원이 투입되는 활동에 대해서는 사업 추진 이전에 시스템 구축과 사후관리 활동 등에 대한 체계적인 계획 수립이 필요함

- 직접방문을 통한 기술상담 활동에 있어 기존 기관 내 기술지원 시스템과의 연계를 고려한 운영 시스템과 가이드를 사업 추진 이전에 마련할 필요가 있음
- 또한 운영 품질 균등화를 위한 사전 교육, 사후관리 방안 마련도 사전에 이뤄져야 의미 있는 성과 창출이 가능함

추가 고려항목

○ '기업가적 관점'에서의 사업 혁신이 매우 두드러지며, 대표 사례로 시장에서의 인식에 부합하는 도전적 기술료 수입 목표 설정이 타 출연(연)에 비해 돋보임

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

영역 4 현안대응 및 경영자율 정성평가 (배점 : 20점)

전문가 정성평가

성과의 우수성	목표 달성과정의적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적 등급조정	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	B	승급 / **유지** / 강등	B

성과의 질적 우수성 …

○ 5대 핵심분야 중심으로 투자 비중을 연차별로 확대하고 중장기 중형사업 위주로 지원을 늘린 점(3년, 5억/연 이상 과제 중심으로 개편)은 출연(연)의 고유임무 확립과 장기·도전과제 달성이라는 방향에 부합하는 것으로 그 성과가 우수함

○ 연구원의 존재 목적, MTP(Massive Transformative Purpose)를 적절히 설정하고 조직 미션 등을 정립한 것은 조직문화 쇄신과 개선에 기여할 수 있는 우수 성과임

- 구성원과의 민주적 소통을 위한 조직적 수단(E-board) 설치도 우수함

○ 연구원의 특성을 반영한 Stage-Gate Process*를 개발하여 R&D 관리에 활용한 것은 기존 조직문화를 개선하고 R&D 관리의 효과성과 효율성을 높이려는 시도로 우수함

- R&D 과제로 선정되면 이후 중간점검 과정 없이 지속적으로 지원되는 기존의 관행을 혁파하고 기업 운영 논리를 접목하여 합리화하고자 한 노력이 돋보임

* Stage-Gate Process : 아이디어 탐색 → 기술개념 정립 → 개발(실험/시작품 제작) → 실증 → 적용(상업화)으로 이어지는 Stage(연구단계) 및 Gate(의사결정 체계)로 구성(KIER Process는 각 5개의 Stage와 Gate로 구성)

- 다만, Stage-Gate Process에 따른 R&D 관리를 맹종할 경우, 오(誤)배제(False negative)로 인해 성공 개연성이 있는 과제를 조기 종료하는 등 보수화, 안정지향화 될 수 있으므로 주의가 필요함

○ 비정규직의 정규직 전환 대상 인력 85명 전원에 대해 전환 계획을 수립하고 그 중 60명의 전환을 성실히 이행하고 있는 것은 우수한 성과임

- 특히, 전환대상자의 직무평가에 기반 하여 채용평가를 진행한 점이 우수함

○ 연구기획 전담조직 신설은 신규 설치로 인정하기 어려움

- 기존 미래전략본부와 정책연구실의 명칭을 변경하고 top-down 연구기획 신설, 경제성 분석의 중앙화를 추진하였다고 하나 그 성과(과정만이 아닌)가 실적보고서에 명확히 기재되지 않은 점을 고려할 때 '신규' 설치로 인정하기는 어려움

○ 주요 에너지 기업의 기술기획 및 마케팅 전문가로 기술탐색 그룹을 구성하여 Top-down 연구기획 프로세스를 통해 연구주제를 발굴하였으며, 매년 1개 이상의 신규 과제를 지원한 것은 연구과제 선정 절차의 다변화와 시장친화적 운영 성과라 할 수 있음

【출처】 실적보고서 pp.158, 159, 163, 증빙자료 pp.133~134, 146~147

목표 달성과정의 적절성 …

○ 비정규직의 정규직 전환 시 맞춤형 직무분석과 엄정한 채용절차를 적용한 것이 적절함

- 맞춤형 직무분석 양식 마련 및 직무분석 가이드라인을 확립하고 내·외부 인사로 구성된 심의위원회를 3차례 운영해 전환 대상 직무를 확정함

○ 새로운 주요사업 관리시스템 구축을 통해 기술성숙도(TRL) 6단계 이상 사업의 예산비중을 '18년 3%에서 '19년 16% 상승시킨 것은 기술료 수입에 대한 도전적 목표 달성 및 기관 임무의 경제사회적 파급력을 높이려는 시도로 우수함

○ 대외 자료대응 시스템 및 협업 플랫폼 구축·운영을 통해 연 1,000건 이상의 외부 기관 요청 자료에 대한 내부 처리절차를 효과적으로 관리한 점은 연구행정 선진화 달성을 위한 적절한 수단임

【출처】 실적보고서 pp.158, 증빙자료 pp.133~136

개선 및 발전 방향

○ 기술성숙도(TRL) 수준을 맹목적으로 높이기 위한 노력은 긍정적 측면과 부정적 측면을 모두 함의하므로 단순히 기술성숙도(TRL) 수준이 높은 과제에 예산을 더 할당하는 것은 문제가 있음

- 단순히 기술성숙도(TRL) 단계에 따라 예산 배분 원칙을 수립할 것이 아니라, 과제별 성격에 따라 후속사업화 지원을 지속할 수 있는 평가 및 의사결정 수단을 도입할 수 있는 연구가 필요함
- 임무중심형 원천기술 개발이 출연(연) 본연의 목적 중 하나임을 고려해 TRL 초기 단계에 대해서도 적정한 수준으로 지원할 필요가 있음

○ 연구기획 전담조직 설치 관련, 직무의 활동과 성과를 파악할 수 있는 핵심성과지표를 개발·제시할 필요가 있으며 신규조직 설치의 타당성 또는 조직 재구성의 필요성, 그로 인해 변화된 직무와 역할 등을 보다 명료하게 기술하기 바람

○ Stage-Gate Process는 그 명칭의 도입과는 별개로 이미 다양한 방식으로 연구관리 영역에 도입되어 있을 것으로 예상됨

- 단순히 프로세스 도입이 성과가 되는 것이 아니라, 도입 이후 연구관리의 효과성·효율성에 대한 확인이 필요함
- 특히, 창의적·도전적 잠재력을 가진 연구과제가 보수적 평가로 초기에 탈락하는 경우(false negative), 기술적으로 탈락할 만한 과제가 정치적, 사회적 이유로 단계 성공 평가를 받는 경우(false positive) 등에 대한 검토와 개선이 필요함

○ top-down 연구기획 프로세스는 기존의 기획 프로세스를 차별적으로 보완할 수 있고, 조직원 또는 이해당사자의 관심·참여·네트워킹을 유발하는 등 독특한 가치와 성과를 드러내 보일 수 있도록 지속적으로 개선할 것을 권고함

- 기술탐색그룹 구성도 그 시도는 바람직하나, 아직 이 조직을 통해 어떤 차별화된 성과가 발생했는지 명확히 확인하기 어려움
- 즉, 연구자들이 예전에도 개별적·비공식적 접촉을 통해 연구 아이디어 발굴을 하던 과정과 크게 차별화되어 보이지 않음
- 향후 이러한 조직을 더 잘 활용할 수 있도록 미국 P&G 社의 Connect & Develop 등 다양한 open innovation model을 참고하여 에기(연)에 잘 맞는 형태로 개선한다면 좋은 성과가 나올 수 있을 것이라 기대함

추가 고려항목

○ (증빙 미제시) 대외 자료대응시스템 관련, 재활용된 보고자료 건수, 업무처리 속도의 단축여부 등 주요 성과에 대한 정량적·정성적 평가가 실적보고서나 증빙 상에는 누락되어 있어 실질적으로 시스템을 통해 표준화·신속성·효율성 향상여부를 확인하기 어려움

대내외 지적사항 이행내역

○ 직전 종합평가 결과 이행, 연구성과계획서 점검단 의견 반영 등 대내외 지적사항에 대해 적절하게 이행하였음

제 4 장

우수 및 미흡사례

- 2019년 2차 종합평가 대상기관 -

1. 우수사례

가. 세계김치연구소

▢ 김치 안전 기반 기술개발 (김치 위해요소 저감화 소재 발굴)

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>세계김치연구소 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>2-3. 김치 안전 기반 기술개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>2-3-2. 김치 위해요소 저감화 소재 발굴</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 김치 및 식품의 안전에 대하여 전문성 및 신뢰성을 보다 강화하고, 발생 가능성 있는 위해요소의 분석을 통하여 식품안전 사고에 대한 대비가 절실
○ 대장균, 노로바이러스 등이 사회적으로 이슈가 되고 있는 상황으로 김치 제조 공정에서 발생하는 위해요소 저감화 방안에 대한 연구 필요
○ 김치의 안전성을 위협하는 미생물학적 위해요소를 저감화하기 위한 김치 발효환경에 적용 가능한 천연물 유래 항균활성 소재 발굴</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th></tr>
<tr><td>김치 위해요소 저감화 소재 발굴</td><td>천연물원료 최적 추출법 확립 및 후보물질 10종 선정</td><td>김치 위해요소 저감화를 위한 천연 항균활성 소재 3종 발굴</td><td>천연 항균활성 소재 1종 이상 특허 등록</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ 천연물 유래 식중독균(10종) 및 배추 무름병균 저감 효과 후보물질 발굴
– 염생식물 5종 추출물(20종)의 항균활성 후보물질 10종, phenolic compounds 4종 선발 및 식중독균/배추 무름병 억제 효과 확인
– 식중독균/배추 무름병/노로바이러스 활성 분획물에 대한 물질 동정
○ 김치 위해요소 검출법 개발
– 주요 식중독균인 노로바이러스의 활성을 식별할 수 있는 진화된 검출법 개발</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 김치 위해요소 저감화 소재 발굴
– 김치에서 발생 가능한 생물학적 위해요소를 저감화할 수 있는 천연 소재 발굴
– 염생식물 추출 및 분획물 독성평가를 통한 안전성 검증 및 유용균 저해활성 확인
– 항균활성 99.9% 이상 식중독균 저해 효과 보유 천연 소재 개발
○ 노로바이러스 검출 기술 및 제어 소재 개발
– 활성 노로바이러스만 선택적으로 검출 가능한 신규 분석법 개발
– 염생식물 추출물을 유효성분으로 포함하는 노로바이러스 제어 소재 개발</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 식중독균과 노로바이러스를 특이적으로 제어하면서 김치 유산균 및 관능 품질에는 영향이 없는 천연물 유래 항균활성 소재 발굴
– 현재 상용화 중인 위해요소 저감 소재와 비교하여 균 제어 능력, 냄새 잔존, 원가, 독성 등에서 경쟁력을 가진 소재 개발
– 김치에서 발생 빈도가 높은 식중독균에 대하여 천연물 소재를 활용하여 99.9% 억제 효과 물질 발굴
○ 노로바이러스 검출 기술 및 제어 소재 개발
– 광활성 염색소재를 이용하여 활성 노로바이러스의 유전체만 선택적으로 검출할 수 있는 분석법 개발, 검출 정확도 65% 향상</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 김치 위해요소 저감화를 통한 안전성 확보 및 김치 기인 식중독 사고 예방
– 국민들이 기피하는 화학적 살균제를 대체하면서, 김치의 맛과 품질에 영향을 미치지 않는 천연 항균활성 소재 발굴을 통해 김치 안전성 신뢰 확보
– 김치 기인 식중독 사고에 따른 국민적·산업적·사회적 비용 절감
– 노로바이러스 검출법을 개발하여 식중독사고 발생시 원인물질에 대한 논란 원천 차단</td></tr>
</table>

참고 김치 위해요소 저감화 소재 발굴 및 위해요소 검출법 개발

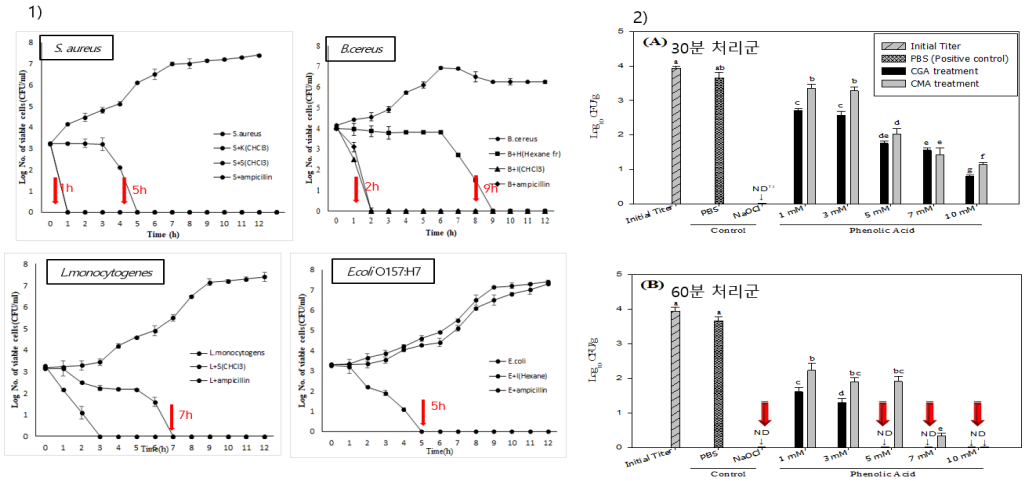
□ 김치 위해요소 저감화 소재 발굴

○ 김치 위해요소 저감화 소재 발굴

- 염생식물, 김치 유산균, phenolic compounds에서 천연 후보물질 19종 선정
- 천연 후보물질 19종 중 식품공전에 등록된 식중독균 및 배추 무름병균에 대하여 항균 활성이 우수한 소재 10종(염생식물 추출물 5종, 유산균 5종) 선정
- 천연소재 위해요소 저감 효과 확인(항균활성 99.9% 이상)

○ IF 상위 20% SCI 논문 1편 게재

○ 김치 위해요소 저감화 소재 특허 등록 및 기술이전 체결



[천연 소재의 항균 활성 효과 1) 염생식물, 2) phenolic compounds]

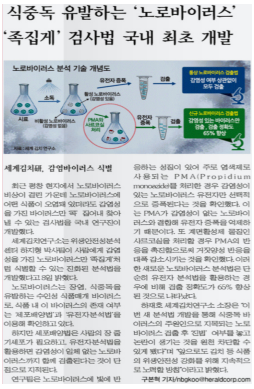
□ 노로바이러스 검출 기술 및 제어 소재 개발

○ 노로바이러스 검출 기술 및 제어 소재 개발

- 활성이 있는 노로바이러스의 RNA에 광활성 반응을 유도하는 기술을 개발하여, 활성 노로바이러스만 선택적으로 검출
- 비활성 노로바이러스에 대한 거짓양성 반응 최소화로 검출 정확도 향상

○ 주요 언론사에 보도되어 연구 결과의 우수성을 입증

○ IF 상위 10% SCI 논문 1편, 상위 20% SCI 논문 2편 게재


식중독 유발하는 '노로바이러스' '족집게' 검사법 국내 최초 개발

[헤럴드경제 등 21회]

▢ 연구비 집행 책임성 강화를 위한 사전예방 감사시스템 구축

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>세계김치연구소 / 연구지원부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>2-1. 기관운영의 투명성·효율성</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>2-1-1. 연구비 집행 책임성 강화</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 연구비 집행 투명성 제고를 목적으로 외부 전문기관 활용, 전산감사 연계체계 기반 구축
○ 연구비 부적정 집행, 분기별 집행점검 등을 통한 연구책임자 책임 강화</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th rowspan="2">성과지표 설명</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2017년</th><th>2018년</th><th>2019년</th></tr>
<tr><td>연구비 집행
책임성 강화</td><td>e-감사시스템 구축 및 연구비 관리시스템(PMS) 연동을 통한 부적정 연구비 집행 사전예방</td><td>e-감사
시스템
구축 및
PMS 연동</td><td>연동 시스템
시범운영 및
개선점 발굴</td><td>점검항목 확대,
전산 감사체계로
확대 적용
(일상/정기감사)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>주요
추진내용</td><td>○ 연구비 집행 점검 및 관리(연 1회)
– 외부 회계법인 정산기준 설명회, 연구비 집행 관리 교육
– 주요사업 전 과제 외부 전문 회계법인 정밀 정산 실시
○ e-감사시스템 구축 및 확대
– e-감사시스템 구축 및 PMS 연동('17.10)을 통한 연구비 부적정 집행 사전예방
– 시스템 사용 대상 만족도 조사 및 개선사항 도출('18.12)</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 외부 정산 및 자체 감사 시 연구비 불인정·부적정 집행 사례 감소
– 외부 주요사업 연구비 정산 결과 연구비 불인정 건수 감소
※ 연구비 불인정 건수 : '16(11건) → '17(7건) → '18(1건)
– 내부 자체감사 결과 연구비 부적정 집행 건수 감소
※ 연구비 부적정 집행 건수 : '16(11건) → '17(0건) → '18(0건)
○ e-감사시스템 만족도 조사를 통한 시스템 개선 및 고도화
– 연구비 부정 집행 사전예방을 위한 출장 중 법인카드 사용에 대한 모니터링 기능 추가
– 구매계약/대외활동/인사노무/재무회계 등 분야별 주요 리스크 모니터링 항목 확대(19.04)</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 구매계약/대외활동/인사노무/연구업무 등 주요 분야별 집행 리스크 감소
– 연구자들에게 지출 전 부적정 항목에 대한 사전 예방을 통해 연구비 집행에 대한 경각심 제고
– 감사시스템에 대한 전산화를 통해 감사 및 행정 업무에 대한 효율성 강화
○ 연구관리시스템(PMS) 및 경영정보시스템(MIS)와 연계를 통한 상시 모니터링 기반 강화
– 대외출장 및 구매 신청 등 사전신청 단계에서 연구비 부적정 집행 사전방지
– 연구관리, 구매계약 등 관련 부서와의 유기적 감사정보 공유 및 활용</td></tr>
</table>

참고 연구비 집행 책임성 강화를 위한 사전예방 체계 구축

□ 외부 회계기관을 통한 전 과제 정밀정산 정례화 등 연구비 관리체계 선진화

○ 주요사업 전 과제 대상의 외부 정밀 정산 실시 및 교육 강화

- 연구비 집행의 투명성 확보를 위한 주요사업 전 과제 전문회계법인 위탁 정밀정산 실시, 문제점 도출 및 개선 등의 선순환 체계를 정착

주요사업 정산 및 교육을 통한 연구비 부적정 집행 경각심 제고

○ 매년 연구비 집행 점검 및 관리 프로세스 구축
- 하반기 월별 주요사업 집행실적 공지 및 연구비 집행 관리 교육을 통해 연구비 집행 책임성강화
- 주요사업 전체 전문회계법인 위탁정산 실시 및 국가연구개발사업 회계정산 자문

○ 연구비 집행 및 정산 등 사례 중심 교육 강화
- 전년도 주요사업 연구비 정산결과 전 직원 전파 및 공지
- 회계법인 전문가 초빙 대내외 연구사업 정산기준 설명회 및 연구비 집행 관리 교육 실시


〈연구비 집행 관리교육〉

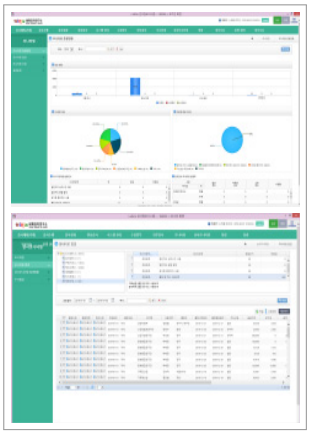
○ 기대효과
- 외부 전문정산기관에 의한 연구비 정산 실시로 연구비 사용의 적정성 판단 및 연구비 집행 투명성 확보
- 「국가연구개발사업 관리등에 관한 규정」 및 내부 주요사업 예산편성기준 등 대내외 연구비 집행 관련 맞춤 교육을 통해 부적정 집행 사전예방 및 사업관리 역량 강화

□ e-감사시스템 구축·운영을 통한 연구비 부적정 집행 사전예방체계로 전환

○ 연구비 관리시스템 연동 및 리스크 분석에 기반한 상시 모니터링 지표 개발을 통한 사전예방 감사체계 구축

연구비 관리시스템 연동을 통한 부적정 집행 사전예방체계 구축

리스크 분석		상시모니터링을 통한 연구비부적정 집행 사정예방
감사지적사항 및 연구비 부적정집행 사례 분석	→	– 회계, 구매, 인사 등 6개 분야 18개 항목에 대한 리스트 시나리오 도출
발생빈도, 위험도 등을 고려한 모니터링 대상선정	→	– 카드분할결재, 출장 중 카드사용 등 4개분야 8개 항목에 대한 상시모니터링 지표 개발 및 적용(2019.4월 기준)
리스크 시나리오 도출 및 모니터링 지표 개발·적용	→	– 만족도 조사를 통한 개선사항 도출 및 개선이행 – 분야별 주요 모니터링 항목 확대 지속 추진



나. 한국에너지기술연구원

▢ 삼중열병합용 연료전지 스택 전기 효율

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td colspan="6">한국에너지기술연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td colspan="6">2-2. 수소연료전지 상용화 핵심 기술 개발을 통한 수소 커뮤니티 구축</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td colspan="6">2-2-3. 삼중열병합용 연료전지 스택 전기 효율</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td colspan="6">○ 세계최고 효율 달성 상용기술 확보를 통한 삼중열병합 연료전지 시장경쟁력 확보
○ 수요기업 맞춤형 기술개발을 통한 기술이전 및 기술 사업화 달성</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td colspan="6">
<table>
<tr><th colspan="4">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>분야</th><th>유형</th><th colspan="2">지표</th><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th></tr>
<tr><td>기술</td><td>기술
혁신</td><td>삼중열병합
연료전지</td><td>스택 전기 효율
(%)</td><td>52 (%)</td><td>54 (%)</td><td>기술이전1건</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td colspan="6">○ 수요기업 사전 발굴 및 기술 사업화 연계 추진
– 개발 기술의 수요기업을 사전에 발굴하고 수요기업의 사업화 계획에 부합하는 상용 기술 확보에 주력
– 기술 수요기업 동아퓨얼셀(주)은 KIER 기술이 반영된 5kW급 상용급 고온 고분자연료전지 스택을 직접 구현하여 제작 용이성 및 경제성 검증/피드백</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td colspan="6">○ 세계 최고 고온 고분자연료전지 스택 기술 확보
– 고온 고분자연료전지 스택의 전기효율 세계 최고 수준(54%) 달성
– 스택의 금속기반 독립형 냉각판 개발로 기존 MEA 오염으로 인한 스택 성능/내구성 저하 문제 해결
– 스택 분리판과 냉각판 사이 전기 저항 극복 기술 개발
– 기술수요기업의 Full Stack 수준 Field Test 검증 데이터 확보</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td colspan="6">○ 연료전지 전문회사 설립 (2019.04.05)
– KIER 핵심기술 기반 동아퓨얼셀(주) 설립, 자본금 2,000백만원,
○ 기술이전 1건 체결 (2019.05.29)
– 동아퓨얼셀(주), 선급기술료 400백만원, 경상기술료 총매출액 2%
○ 기술출자 1건 (2019.09 예정)
– 출자 기술가치 500백만원
– 동아퓨얼셀(주) 연구소기업 등록 진행 중
– KST(한국과학기술지주) 투자 350백만원 확보 (2019.06.29)
○ 상위 20% SCI 논문 게재 1건
– Energy, 141, 2017, 2397-2407
○ 핵심 특허 출원 및 등록 9건
– 해외 출원 5건 (유럽 3건, 중국 2건), 국내 등록 2건, 국내 출원 2건</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td colspan="6">○ 세계 최고 5kW 고온 고분자연료전지 국산화 및 사업화 추진
– 동아퓨얼셀(주) 국산 연료전지 시스템 제품 출시 (2020.01 예정)
○ KIER, 동아퓨얼셀(주) 실증과제 참여, 해외 수출 목표
– 연료전지 시스템 국내실증 과제 수행 중 (산업부, 128억원, 2016.12-2020.09)
– 수출목적형 유럽 실증 과제 수행 중 (산업부, 150억원, 2018.10-2022.09)</td></tr>
</table>

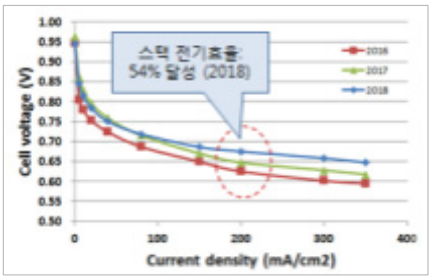
참고 **세계최고수준 연료전지 스택 기술 확보 및 기술 수요기업 사업화 착수**

□ 세계최고수준 연료전지 스택 전기효율 54% 달성

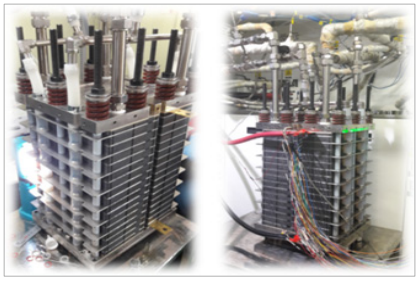
○ 5kW 고온 고분자연료전지 상용 기술 개발

- 독립형 스택 냉각판 개발로 기존 MEA 오염 및 스택 성능/내구성 저하 문제 해결
- 스택 분리판과 냉각판 사이 전기 저항 극복 기술 개발
- 상위 20% SCI 논문 1편 게재, 핵심특허 9건 출원/등록 (유럽 2건, 중국 1건 포함)

○ 기술수요기업 동아퓨얼셀(주)의 Full Stack 수준 Field Test 검증을 통한 기술의 우수성 입증



[5kW HT-PEM Stack Performance]


[5kW HT-PEM Stack Test]

□ 기술 수요기업 연료전지 시스템 사업화 착수

○ 기술이전(400백만원 완료) 및 기술출자(500백만원 진행 중)

- KIER 개발기술 기반 연료전지 전문회사 설립(동아퓨얼셀 2019.04), 본격 사업화 추진
- KIER, 동아퓨얼셀(주) 국내 및 해외 수출목적형 실증 과제 수행으로 내수 시장 및 유럽시장 목표



▢ 기관 설립 이후 최대 기술료 수입 달성

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td colspan="4">한국에너지기술연구원 / 연구지원부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td colspan="4">3-1. 성과관리·활용·확산 체계 / 3-2. 창업·중소·벤처기업 지원체계</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td colspan="4">3-1-1. 기술료 수입 증대 / 3-1-2. 특허 경쟁력 강화 / 3-2-1. 기술중심형 중소기업 육성</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td colspan="4">○ 보유 우수 기술자산 및 연구성과 확산·활성화를 통한 개발기술의 사회 환원
○ 다각적이고 수요맞춤형 기술마케팅 전략과 기술금융 복합 지원 프로그램 기획/추진을 통한 연구생산성 제고
– 기관 고유의 성과관리·확산 체계를 기반으로 해외 대형기술이전을 포함하여 3년내 '기술료 100억' 이라는 도전적 목표 설정</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td colspan="4">
<table>
<tr><th rowspan="2">성과목표</th><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th></tr>
<tr><td rowspan="2">성과관리·활용·확산 체계</td><td>기술료 수입 증대</td><td>기술료 40억원</td><td>기술료 70억원</td><td>기술료 100억원</td></tr>
<tr><td>특허 경쟁력 강화</td><td>우수 특허기술 생성 : 1.5억원 이상 5건</td><td>우수 특허기술 생성 : 2억원 이상 5건</td><td>우수 특허기술 생성 : 2.5억원 이상 5건</td></tr>
<tr><td>창업·중소·벤처기업 지원체계</td><td>기술중심형 중소기업 육성</td><td>기술중심형 중소기업 육성 : 5건</td><td>기술중심형 중소기업 육성 : 10건</td><td>기술중심형 중소기업 육성 : 12건</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td colspan="4">○ 연구원 내부(연구본부-성과확산본부 및 성과확산 본부 내 기술사업화실-기업협력실) 유기적인 역할분담을 통해 성과확산 시너지 협력체계를 구축하여 다양한 기술이전사업화 프로그램 기획·운영
○ 외부 에너지 기술사업화 유관기관 및 파트너 기업과 시장기반 네트워킹으로 新 BM 창출 및 실효적 연계 지원 프로그램 개발·추진</td></tr>
<tr><td>주요
추진내용</td><td colspan="4">○ 시장 중심 기술 분석 기반 전략적 기술마케팅
– IP/기술/시장 분석 기반 기술별 맞춤형 마케팅 전략 수립 및 기술마케팅 추진
– 유관기관 협력 체계 활용 국내외 기술설명회 개최·참가 및 BM창출 및 실효적 연계 지원 프로그램 개발·운영
○ IP 경영체계 고도화와 고품질 IP창출 프로그램을 통한 특허 경쟁력 강화
– IP경영시스템(IPMS) 고도화 및 보유 기술자산의 등급별 맞춤 관리로 IP 경영체계 고도화
– 발명 사전 심의, IP 全단계 전문가 검토 및 IP-R&D를 통한 고품질 IP 창출
○ 기술의 실질적 성과창출을 위한 연계프로그램 추진으로 기업 동반성장
– 기술 활용을 위한 멘토링 기술지원 및 기술/금융 복합지원 프로그램 추진
– 경영컨설팅 및 외부 금융기관과 연계를 통한 보유기술의 직접 사업화 및 기술출자</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td colspan="4">○ 연구원 설립 이래 '18년 최대 기술료 수입 달성 및 기술료의 급격한 성장세
– 17년 기술료 수입 24% 증가, '18년 기술료 수입 43% 증가로 기관 최대 기술료 달성
– 과기정통부 산하 기술료 수입 상위 5개 출연(연) 중 기술료 수입 성장률 1위
○ 시장 수요기반 대형·융복합, 국외 기술이전 달성
– (대형·융복합) 이차전지용 SiOx 제조기술(정액 5억원+경상 1.25%, 기술출자 5억원), 에어로겔 제조기술(정액 5억원), 이온교환막제조기술(정액 16억원) 등 5억원 이상의 대형·융복합 기술계약 5건 체결
– (국외) 네트워크를 통한 수요발굴로 미국, 카자흐스탄 국외 기술이전 2건(약 13억) 체결
○ 기술이전·사업화·창업 및 IP-R&D 우수기관에 선정되어 정부의 인정을 받음
– '17, '18 국가연구개발 우수성과 [기술이전·사업화·창업 우수기관], 과기정통부 장관 표창
– '17 IP-R&D 우수기관 선정, 특허청장 표창 수여
○ 연구원기술 이전기업의 글로벌 강소기업 육성을 위한 단계별 성장지원 및 육성</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td colspan="4">○ 성과확산 협력체계로 주체별 역할 정립 및 업무 협력환경 조성, 업무효율 시너지 극대화
○ 기술이전/창업/인큐베이팅으로 에너지·환경 분야 유니콘기업 발굴·육성 및 기업경쟁력 확보</td></tr>
</table>

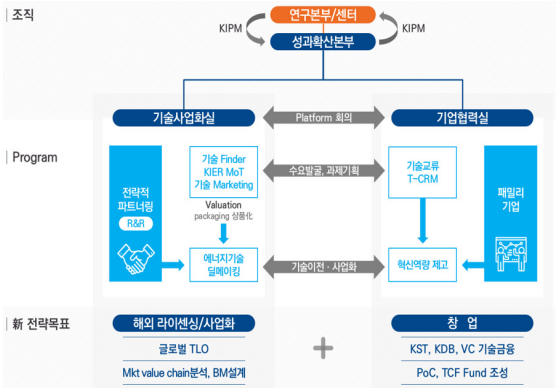
참고 **성과확산 협력체계 기반, 전략적 사업화 프로그램으로 기관 최대 기술료 달성**

□ 성과확산 시너지 협력 체계 구축 및 기술이전·사업화 추진전략 수립

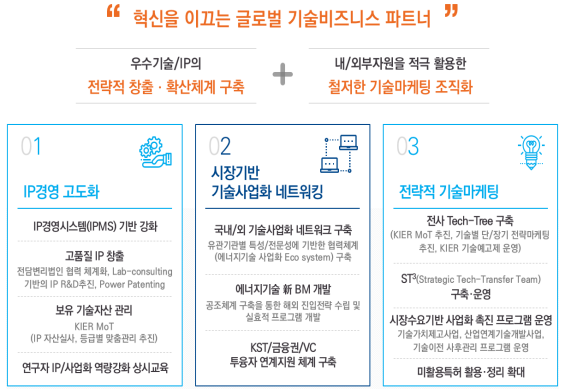
○ 연구본부 - 성과확산본부 및 내부 부서(기술사업화 - 기업협력 - 창업보육) 간 R&R을 기준으로 유기적인 역할분담을 통해 성과확산 시너지 협력체계 구축

○ IP경영 고도화, 시장기반 기술사업화 네트워킹, 전략적 기술마케팅 체계 하에 다양한 프로그램 기획·운영

〈 기관 고유의 성과관리·확산 체계 수립 〉



〈 성과관리·확산 전략 〉

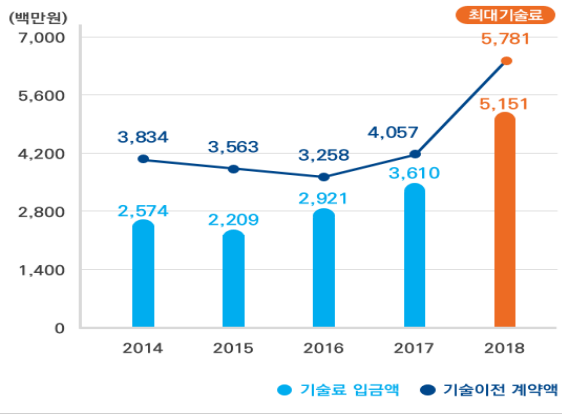


□ 기관 설립 이래 최대 기술료 수입 달성

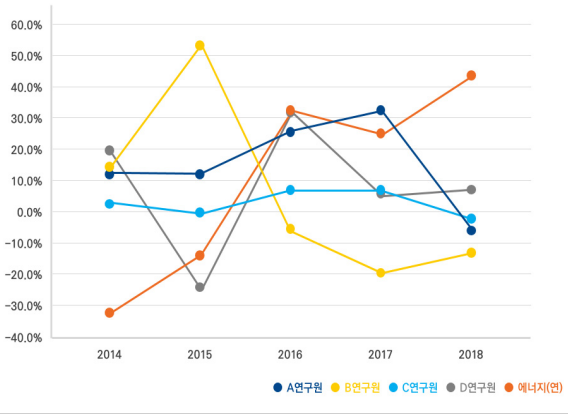
○ 전주기 기술이전·사업화 추진 전략하에 시장 수요기반 대형·융복합 및 국외 기술이전 계약 체결

- 특히, Top5 출연(연)의 기술료 감소 추세와 달리 유일하게 급격한 성장세 시현

〈 2014 ~ 2018 기술료 수입 〉



〈 출연(연) Top5 기술료 성장률 〉



다. 한국생산기술연구원

▢ 티타늄/CGI 가공을 위한 액체질소 적용 극저온 가공공정 및 시스템 개발

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td colspan="6">한국생산기술연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td colspan="6">2-3. 청정생산시스템 상용화를 위한 산업계 적용 기술개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td colspan="6">2-3-2. 항공부품 난삭소재의 가공 공구수명 향상율</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td colspan="6">○ 티타늄, CGI* 등 가공이 매우 어려운 난삭소재의 가공성 및 공구수명을 극대화하기 위해, 극저온 냉매 및 나노유체 윤활유를 가공부위에 효율적으로 분사할 수 있는 분사/제어시스템 및 가공공정 기술 개발
* CGI(Compacted Graphite Iron) : 내구성, 인장강도, 강성은 높고 중량은 가벼운 강화흑연강</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td colspan="6">
<table>
<tr><th colspan="4">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>분야</th><th>유형</th><th colspan="2">지표</th><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th></tr>
<tr><td>기술</td><td>기술
혁신</td><td>극저온 가공공정
및 가공시스템</td><td>항공부품 난삭소재의 가공
공구수명 향상율(%)</td><td>100%</td><td>150%</td><td>200%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td colspan="6">○ 첨단소재가공관련 공구 수명 향상 및 가공 품질 향상 기술의 우수성을 인정받기위해, 다수의 기술이전과 수탁과제(항공부품 및 공작기계 기업)를 확보 및 보잉社, OMIC, AMRC 등과 국제 컨소시엄을 구성하여 이행하였음
– 극저온 분사·제어 및 가공기술관련 기술이전(총 3억원)
– 항공 부품 생산업체인 한국항공우주산업(KAI), 두산공작기계와 민간수탁 과제 연구수행 중 (2018년~現, 2건)
* 한국항공우주산업(KAI) : 극저온 기술을 이용한 항공용 난삭재 부품 가공기술 개발
* 두산공작기계 : 터닝센터에서 액체질소냉각을 이용한 인코넬 소재의 가공기술 개발</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td colspan="6">○ 극저온 냉매 분사를 위한 극저온 유체 분사 및 제어시스템 개발
– 극저온 냉매의 분사를 위한 CCL(Cryogenic Cooling and Lubrication) 분사시스템 기술
– 극저온 가공을 위한 극저온 전용 공구 및 툴링 기술
○ 극저온 냉매 분사 및 나노유체 시뮬레이션 및 가공공정 원천기술개발
– 극저온/나노유체 가공 메커니즘 분석 및 시뮬레이션 기술
– 극저온 공구마모 메커니즘 분석 (실시간 모니터링) 및 가공성 향상 기술
○ 극저온 냉매 적용을 위한 Through-spindle 주축기반 극저온 가공시스템 개발</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td colspan="6">○ 가공이 어려운 첨단소재(난삭재)의 가공성 향상을 위해 국내 최초로 극저온 냉매를 적용한 가공시스템을 개발했으며, 수요기업에 대응할 수 있는 장비-공정-공구를 포함한 극저온 가공시스템 솔루션을 개발하여 적용
○ 극저온 가공시스템 기술개발을 통해 기존 가공대비 공구수명 및 가공성 2~10배의 향상을 통해 제조원가 절감 및 가공효율 향상이 가능하고, 일반 가공산업으로 확대하여 제조경쟁력</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td colspan="6">○ 급격히 성장하는 항공부품 가공산업에 신공정 가공기술 적용을 통해 가공산업 생태계 활성화 및 글로벌 점유율 향상
○ 난삭재 가공산업을 기반으로 일반 소재 가공분야로 확대 적용하여 가공생산성 향상
○ 국내 가공산업 기술 향상으로 제조업 경쟁력 강화</td></tr>
</table>

참고 극저온 가공공정 및 가공시스템

□ 항공부품 난삭소재의 가공 공구수명 향상율 312% 달성

○ 첨단소재(티타늄/CGI 등) 관련 가공 생산성 향상이 가능한 극저온 가공시스템 기술 개발

- 현재 티타늄/CGI 소재는 항공부품, 자동차 엔진 등 첨단산업에 필수적으로 활용하고 있는 소재이지만 가공열이 많고, 경도가 높아 가공이 매우 어려워 난삭소재로 분류되며 생산성에 문제를 가지고 있음(미, 독, 일 등 항공부품 선진국 중심기술)
- 난삭소재의 가공생산성(공구수명, 가공속도) 향상을 위해 극저온 분사/제어시스템, 모니터링 등 기술개발 → 기술의 우수성으로 항공부품에 실용화 추진 중
- 항공부품 등 가공이 어려운 난삭(難削) 소재를 세계 최고수준 이상의 생산성이 확보된 기술 확보하였음

구분	As-Was	As-Is
극저온 가공시스템기술	(개발된바 없음)	극저온 가공시스템 기술 자체적 확보 → 국산화 실현
난삭소재 가공	절삭유(수용성) 사용 → 절삭효율이 낮고 환경오염 문제	극저온 가공기술(최소윤활) 적용 → 세계최고 수준(생산성) 가공기술
생산성	국외 최고수준 100% 기준	국외 최고수준(100%) 대비 312%

○ 2017년도 출연(연) 우수성과 10선 선정 (국가과학기술위원회(NST) 주관)

○ 해당 기술개발을 통하여 SCI급 논문 3편, 특허출원 28건, 특허등록 5건 달성

- SCI급 논문 중 1편은 2018년도 과학기술우수논문상 선정 (한국과학기술총연합회 주관) 제목 : Milling of Titanium Alloy with Cryogenic Cooling and Minimum Quantity Lubrication (MQL), International Journal of Precision Engineering Manufacturing (2018 과학기술우수논문상)

○ 기술이전, 관련산업체 민간수탁과제, 국내외 글로벌 연구협력체계 구축

- 극저온 분사·제어 및 가공기술관련 기술이전(총 3억원) 실적 및 모듈별 사업화를 위한 기술개발 추진
- 한국항공우주산업(KAI), 두산공작기계와 민간수탁 과제 연구수행 (2018년~現, 2건) 및 항공부품 생산기술 관련 후속 정부출연과제 수행중
- 미시간 주립대, 포틀랜드 주립대, 워싱턴 주립대와 기술교류 및 AMRC, OMIC 등 항공산업 관련 글로벌 컨소시움과의 교류를 통하여 해외 선진기술 동향 파악 및 가공기술 항공인증 노력 지속 추진

▢ KITECH 연구모듈형 조직·인력 체계를 통해 기술교류 및 사업기획 활성화

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국생산기술연구원 / 연구지원부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>4-1. 과학기술 현안 등 대처 및 추진실적</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>필수과제 1. 과학기술 출연(연) 발전방안 (과기정통부·NST/'18.2월)</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 해당사항 없음
※ [영역 4]는 100% 전문가 정성평가 실시(연구성과계획 수립 제외)</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>○ 해당사항 없음
※ [영역 4]는 100% 전문가 정성평가 실시(연구성과계획 수립 제외)</td></tr>
<tr><td>이행과정
(추진배경)</td><td>○ 문재인 정부의 「국정운영 5개년 계획('17.7월)」 중 '자율과 책임의 과학기술 혁신생태계 조성' 과제의 일환으로, 정부주도가 아닌 과기분야 연구현장 중심의 출연(연) 발전을 위한 정책방향(과학기술 출연(연) 발전방안, '18.2월)을 마련
○ 과학기술 출연(연) 발전방안의 세부 추진과제 중 'KITECH型 연구모듈형 조직체계(KTIECH CUBE) 도입'을 집중 추진</td></tr>
<tr><td>주요
추진내용</td><td>○ 10개 지역조직의 연구자 및 연구그룹을 중심으로 기술테마·과제단위로 유연하게(flexible) 협력할 수 있는 R&D조직체계를 도입 → Project 단위의 융합공간(convergence space) 구현 → 연구개발 모듈 플랫폼을 통해 R&SD 등 적극 추진
○ 숲 연구자의 현재 및 관심 연구 분야를 조사·DB화하여, 기관차원의 미래유망·핵심(대형) 연구사업 기획에 대응할 수 있는 '산업분야별 인력Pool 확보'
○ 연구모듈형 조직체계 및 인력확보를 통해 '연구자간 자발적인 기술교류·협력'을 확대·추진
《 KITECH CUBE(연구모듈형 조직체계) 기반 기술교류회 운영현황('17.5~'19.4월) 》
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">1~2기 : 29개
('17.5~'18.12월)</th><th colspan="2">3기 : 34개
('19.1~'19.12월)</th></tr>
<tr><td>발굴
영역</td><td colspan="2">3대 중점연구영역</td><td colspan="2">6대 기술부문</td></tr>
<tr><td>발굴
현황</td><td>뿌리
(8개)
융합
(10개)
청정
(11개)</td><td>[성과]
워크숍(43회)
기술세미나(64회)
정기교류회(104회)
↓
과제확보(31건) 등</td><td>①스마트 모빌리티 대응 뿌리기술 부문(3개)
②첨단 바이오 의료 기술 부문(4개)
③신공정 부품 제조기술 부문(5개)
④산업 혁신 생산기술 부문(8개)
⑤친환경 라이프솔루션 기술 부문(10개)
⑥미래형 에너지 저장기술 부문(4개)</td><td>계속
(20개)
신규
(14개)
졸업
(9개)</td></tr>
<tr><td>발굴
체계</td><td colspan="2">Top-down(지정) &
Bottom-up(공모)</td><td colspan="2">Bottom-up(공모)</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 연구(자) 중심의 유연한 R&D 조직체계(KITECH CUBE)를 통해 기술분야 인력활용 극대화(DB화, 연구단위 Pool 확보), 연구자 중심의 자발적 기술교류 활성화*
* KITECH 기술교류회 성과('18년) : 정부·민간·내부 과제확보 31건, RFP 80여개 등
○ 특히, '연구자&연구그룹 + 전략기획단(KITECH 연구기획 전담조직)'을 통해 기관차원의 미래전략기술(지역기반 미래먹거리 확보 및 사회문제해결 기술개발(R&SD) 개발 본격화</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ KITECH CUBE(연구모듈형 조직체) 연구자 및 연구그룹 중심의 연구테마 기반의 자발적·자율적 연구몰입환경 견고화
○ 기관차원의 미래먹거리 확보와 사회문제해결을 위한 기술개발을 촉진할 수 있는 연구환경 조성 기반 마련</td></tr>
</table>

참고 KITECH CUBE 조직

□ 유연 R&D 체계 (Flexible R&D System) 출범

○ '16년말부터 융합연구를 위한 기술교류 체계를 구축하여 전략기획, 부서융합형 기획, 기술융합형 기획을 강화

○ 3대 중점연구분야 전략기획단, Top-down 형태의 미래전략기술연구회 및 Bottom-up 방식의 KITECH 기술교류회 운영

□ KITECH CUBE 개요

○ 모토 : “기술 위에 감성을 !”

○ 핵심가치 : “전략”, “도전”, “나눔”

○ 조직구조 : 연구과제별 Hyper space CoE (Center of Excellence)

○ 추진목표 : 유연 R&D 체계를 기반으로 CUBE 조직 구성·운영을 통해 국가사회 문제 해결(혁신성장, 국민생활, 산업현장애로)에 기여



○ 추진전략

- 융합·공동·집중연구를 위한 기술교류회 지속 실시 등

* 3대 중점연구분야 내 총 34개 기술교류회 출범(추가분야 지속발굴 중)

* 6대 기술부문 : 스마트 모빌리티 대응 뿌리기술(3개), 첨단 바이오 의료기술(4개), 신공정 부품 제조기술(5개), 산업혁신 생산기술(8개), 친환경 라이프솔루션 기술(10개), 미래형 에너지 저장기술(4개)

□ KITECH CUBE 기반의 대표성과

○ 3대 중점연구분야별 미래전략기술을 발굴*('17년)하여, 기관의 미래먹거리 확보 및 사회문제해결 기술개발(R&SD) 등 추진**

* 미래전략기술 : (뿌리 3건) 비철금속 등 / (융합 3건) EV기반 스마트카 등 / (청정 3건) 미세먼지 해결기술 등

** 체계 : ① (Top-down)국가/사회/지역 이슈+(Bottom-up)KITECH 미래전략기술/R&SD발굴 → ② (계획)협력주체별 역할·지원체계 구축 → ③ (협력)산·학·연·관·지자체 협력활동 → ④ (성과) RFP 도출·과제확보

○ '국가현안(ex. 국민생활문제) + 지역현안(지역문제해결)' 지역기반의 KITECH型 중장기 대형연구과제 발굴·기획을 위한 협력체계 구축*('18년)

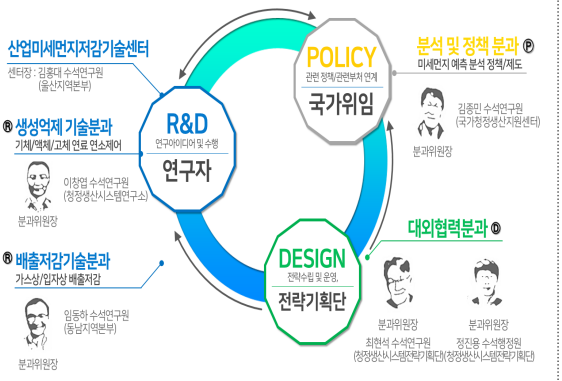
* (사례) ① 정부 스마트팜R&D 추진계획에 따라 '(농림부)스마트팜 혁신밸리 조성사업'에 참여를 위해, 서남본부(전남 광주 소재) 등 4개 지역본부와 청정생산시스템전략기획단간 협업체계 구축 → ② 체계적 추진을 위하여 프로젝트조직 설치 및 실증팜을 구축하고, 전남도와 MoU 및 과제기획 등 사업수주 기반 구축 → ③ 전남(고흥) 사업선정('19~'21년/총1,056억원) 및 생기원 기술혁신 Part 참여 확정('19.3월) ⇒ '지역연계 R&D수요를 발굴하여 KITECH 미래먹거리 창출'

○ 미래전략기술별 각 전략기획단 중심의 '미래전략기술연구회'를 운영('17.1~)하여, 연구자 중심의 과제발굴 및 기술협력 활성화 기반 마련

우수성과	미래전략기술연구회를 통해 '산업미세먼지 감축 기술 개발' 사업 수주('19.4월)

□ (추진체계) 전략기획단(청정)을 중심으로 도출된 미래전략기술 중 '미세먼지 해결기술' 개발을 위하여 관련 연구그룹 간 기술교류 및 공동연구 협력체계 구축

□ (추진효과) '연구자&연구그룹 + 전략기획단'간 협력체계를 통해 他 연구기관과 차별화된 '산업미세먼지 분야'의 기술개발 필요성 홍보, 유관기관(정부·국회· 지자체·기업 등) 협력 등 과제발굴을 위한 연구환경 조성에 기여
⇒ 제조분야 미세먼지 감축을 위한 공정 맞춤형 실용화 기술개발 (산업통상자원부/'19~'22년(4년간)/252억원) 확보



라. 한국표준과학연구원

▢ 기본단위계 신정의 측정표준 세계선도

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td colspan="6">한국표준과학연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td colspan="6">1-1. 기본단위계 신정의 측정표준 세계선도</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td colspan="6">1-1-1. QMT(양자측정삼각체계) 실현을 통한 옴의 법칙 검증</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td colspan="6">○ 2019년 5월부터 전류의 단위 A 가 기본 물리상수인 기본전하량 e 로 재정의 됨에 따라서 새로운 정의에 의한 양자 전류표준 확립이 요구
○ 양자 전기표준 체계에서의 옴의 법칙에 의한 양자 전류, 전압 저항과의 상호 일치성 검증 필요(선진 측정표준기관에서는 이미 20년 전부터 수행하고 있으며, 지난 30년간 전기표준 분야에서 해결이 요구되는 과제)</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td colspan="6">
<table>
<tr><th colspan="3">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>유형</th><th>지표</th><th>주요기술</th><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th></tr>
<tr><td rowspan="2">기초·미래 선도형</td><td rowspan="2">QMT 실현을 통한 옴의 법칙 검증</td><td>양자홀 고저항 정밀 측정 기술</td><td rowspan="2">Metrologia 1건 (양자 소자분야)</td><td rowspan="2">Metrologia 1건 (QMT 통합실현)</td><td rowspan="2">Metrologia 1건 (QMT 실현 불확도 5×10-7)</td></tr>
<tr><td>양자전류 표준소자 제작 및 평가</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td colspan="6">○ 연구전략회의(Biweekly Meeting)을 통한 연구현황 점검 및 기관차원의 지원
– 신규인력 충원 및 추가 예산 지원을 통해 도전적 목표 달성을 위한 지속적인 지원
○ 국제 네트워크를 활용한 협력연구 수행
– NMIJ(일본) 등과의 국제협력체계 구축을 통한 목표달성 노력
– 한일 기관장회의에서 QMT 통합 실현에 대한 논의 및 실무 협의를 통하여 협력 추진
– EMPIR* 과제 공동연구 참여(e-SI-Amp : 기본전하 e 상수에 기초한 암페어 실현)
* EMPIR : European Metrology Programme for Innovation and Research)</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td colspan="6">○ 세계 최초 All-quantum(전류, 저항, 전압) QMT 실현을 위한 KRISS QMT 통합시스템 구축
– 단일 극저온 냉동기에 3 종류의 양자소자 통합 설치를 위한 극저온 (0.3 K) 고자기장 (14 T) 냉동기 설계 및 제작
– 단전자 펌프소자 정밀 측정기술 개발
– 양자 전류-전압 변환 소자로서 1 MΩ 양자홀 저항 어레이 평가기술 개발
– 그래핀 양자홀 저항 100 kΩ 어레이 개발
– 1-V 프로그래머블 조셉슨 전압 표준기 개발
– 저온전류비교기를 이용한 Ultrastable low-noise current amplifier 평가기술 개발
○ 상온에서 양자영역에서의 QMT 일치성 검증
– 상온에서 “단전자 전류 + 양자홀 저항 + 조셉슨 전압” 통합 시스템 구축
○ QMT 실현을 위한 소자 개발 및 정밀 측정기술 개발
– 세계 최고 수준의 양자홀 고저항 어레이 소자 정밀 측정기술 개발
– 단전자 펌프 소자 및 병렬화 소자 자체 제작 및 평가
– 세계 최초 양방향 단전자 펌프소자 제작 및 평가</td></tr>
</table>

우수성과	○ 세계 최초 단전자 전류, 양자홀 저항과 조셉슨 전압 양자 소자로 QMT 일치성 검증 – 세계 최초 상온에서 “단전자 전류 + 양자홀 저항 + 조셉슨 전압” 통합 시스템 구축 – 양자 영역에서의 QMT 일치성 10–7 수준으로 검증 – 세계 최고 수준의 통합 시스템 잡음 : 3 fA/Hz1/2 – 저잡음 전류증폭기의 Gain=1000을 10–7 수준으로 평가 ○ 세계 최고 수준의 양자홀 고저항 어레이 정밀 측정기술 개발 – 양자홀 저항 어레이의 보편성 검증 – 양자홀저항 어레이의 양자역학적 불변성 검증 – 양자 고저항 표준확립 및 고저항 측정 불확도 향상 ※ von Klizting 교수(노벨 물리학상 수상자)가 CPEM 학회의 기조강연에서 KRISS 측정 결과의 우수성 언급 ○ 세계 최고 수준의 단전자 펌프소자 개발 – 세계 최고 수준의 단전자 펌프 소자 국제비교 – 세계 최초의 MOSFET-type 양방향 단전자 펌프 소자 개발
파급효과	○ (과학적 효과) – 폰 클리칭 상수와 조셉슨 상수 등 물리상수의 정확성 검증 – 단전자 펌프 전류를 이용하여 단위 재정의에 의한 양자전류 표준 실현 가능 ○ (기술적 효과) – 1 MΩ 양자홀 저항 어레이를 10–8 수준으로 평가함으로써 고저항 정밀 측정 기술 향상(약 10 배 향상) – 100 pA 수준의 단전자 펌프 전류를 10–7 수준으로 정밀 측정함으로써 저전류 측정 능력 향상에 획기적으로 기여(약 30 배 향상) ○ (사회·경제적 효과) – 고저항 불확도를 10배 향상함으로써, 전기전자 부품 및 정밀 측정 장비 산업의 국가 경쟁력 제고 – 1 nA 이하의 저전류 표준 불확도 향상을 통하여 방사선량계 및 나노입자 계수기의 측정 정확도를 향상함으로써 측정데이터의 신뢰성 향상에 기여 ○ (인프라 효과) – 양자홀저항 어레이 소자를 이용한 고저항 표준체계 소급성 향상 – 단위 재정의에 의한 전류표준 실현에 기여

참고 양자홀 저항 어레이 소자의 불변성 검증 및 QMT 통합 시스템 구축

□ 양자홀 저항 어레이 소자의 양자역학적 불변성 검증

○ 양자홀 저항 어레이 소자를 양자 고저항 표준기로 사용하는데 필수적인 양자 소자로서의 보편성과 양자 역학적 불변성을 실험적으로 검증

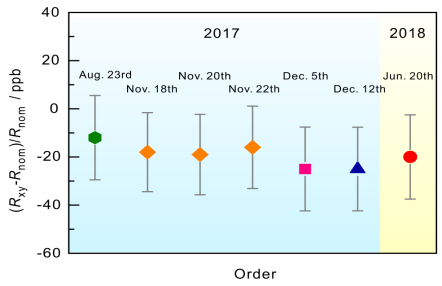
- 세계 최고 수준의 양자홀 고저항 어레이 평가 기술 확보

○ 1 MΩ의 양자홀 저항 어레이 소자를 KRISS 양자홀 저항 표준기와 직접 비교함으로써 측정불확도를 10^{-7} 수준에서 10^{-8} 수준으로 향상. 1 MΩ 고저항에 대한 표준 불확도는 약 10배 향상

- von Klitzing 교수 (노벨 물리학상 수상자)가 CPEM* 학회의 기조강연에서 KRISS 측정결과의 우수성을 언급

* CPEM : Conference on Precision Electromagnetic Measurements

○ 양자홀 저항 어레이 소자를 양자 고저항 표준기로 사용이 가능함을 보여주는 연구결과를 Metrologia 논문에 발표



[1 MΩ 양자홀 저항 어레이의 양자역학적 불변성 확인]


IOP Publishing | Bureau International des Poids et Mesures — Metrologia

Metrologia 55 (2018) 645–653 https://doi.org/10.1088/1681-7575/aad070

Direct comparison of 1 MΩ quantized Hall array resistance and quantum Hall resistance standard

Dong-Hun Chae[1], Wan-Seop Kim[1], Takehiko Oe[2] and Nobu-Hisa Kaneko[2]

[1] Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon 34113, Republic of Korea
[2] National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Ibaraki 305-8563, Japan

E-mail: dhchae@kriss.re.kr

Received 28 April 2018, revised 12 June 2018
Accepted for publication 2 July 2018
Published 26 July 2018

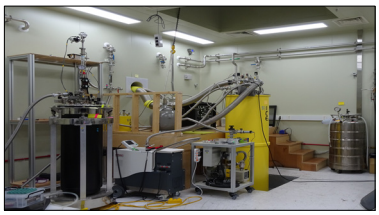
CrossMark

[Metrologia 55, 645 (2018)]

□ 세계 최초 All-quantum(전류, 저항, 전압) QMT 실현을 위한 KRISS QMT 통합시스템 구축

○ 세계 최초 상온에서 “단전자 전류 + 양자홀 저항 + 조셉슨 전압” 통합 시스템 구축

〈 양자영역 QMT 실현을 위한 통합시스템 구축 〉



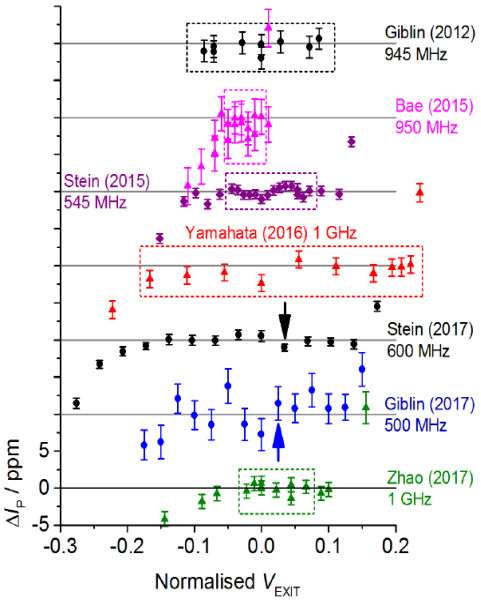
〈KRISS 양자 영역 QMT 시스템〉

- ○ ^{3}He/14 T 극저온 냉동기
- ○ 누설 자기장 1 mT @ 14 T
- ○ 양자홀 저항 케이블 절연저항 30 TΩ
- ○ 냉동기 시스템 잡음수준 2.5 fA/Hz1/2
- ○ 연속 모드 (약 3 일간 사용) 가능
- ○ 단전자 펌프 전류소자 설치
- ○ 조셉슨 전압소자 설치
- ○ 양자홀 저항소자 설치

□ 세계 최고 수준의 단전자 펌프 소자 개발

○ 단전자 펌프 소자의 디자인, 웨이퍼 종류 및 제작방법에 관계없이 보편적으로 10^{-6} 이하 수준의 불확도를 갖는 단전자 펌프의 가능성 제시

○ 세계 최고 수준의 단전자 펌프소자 국제비교 결과



[단전자 펌프 소자 불확도 평가]



IOP Publishing Metrologia

Metrologia 56 (2019) 044004 (17pp) https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab29a5

Evidence for universality of tunable-barrier electron pumps

Stephen P Giblin[1], Akira Fujiwara[2], Gento Yamahata[2], Myung-Ho Bae[3], Nam Kim[3], Alessandro Rossi[4], Mikko Möttönen[5] and Masaya Kataoka[1]

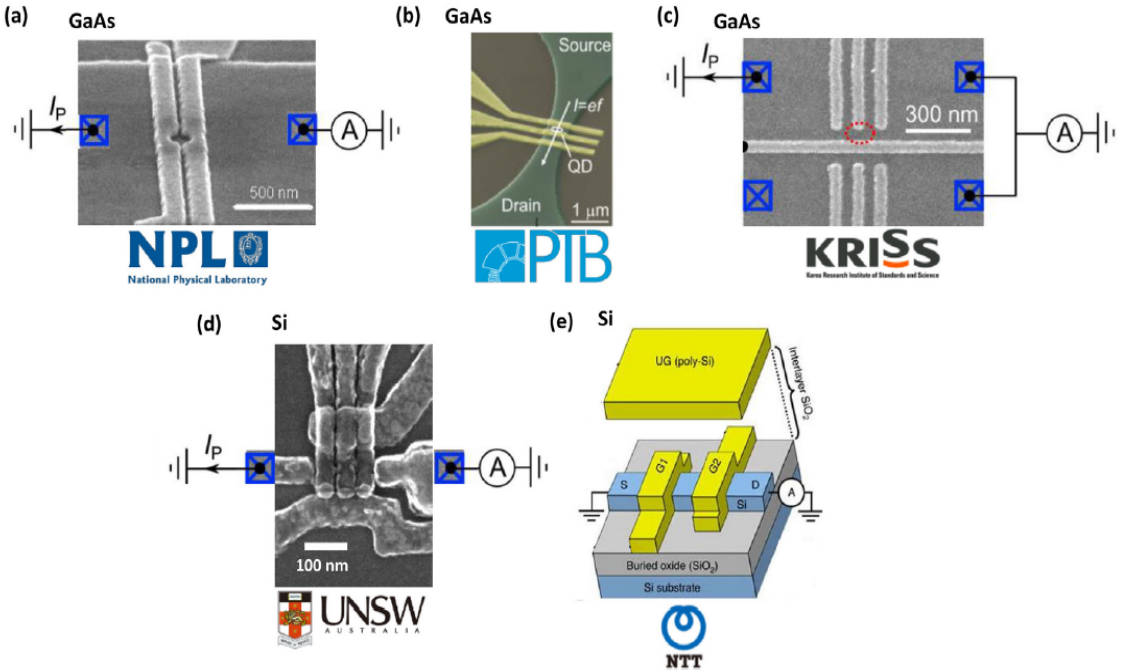
[1] National Physical Laboratory, Hampton Road, Teddington, Middlesex TW11 0LW, United Kingdom
[2] NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation, 3-1 Morinosato Wakamiya, Atsugi, Kanagawa 243-0198, Japan
[3] Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon 34113, Republic of Korea
[4] Cavendish Laboratory, University of Cambridge, JJ Thomson Avenue, Cambridge CB3 0HE, United Kingdom
[5] QCD Labs, COMP Centre of Excellence, Department of Applied Physics, Aalto University, 00076 AALTO, Finland

E-mail: stephen.giblin@npl.co.uk

Received 15 January 2019, revised 8 May 2019
Accepted for publication 13 June 2019
Published 2 July 2019

CrossMark

[Metrologia 56, 044004 (2019)]



[단전자 펌프 소자 국제비교]

▢ 수요지향적 핵심 CRM 개발

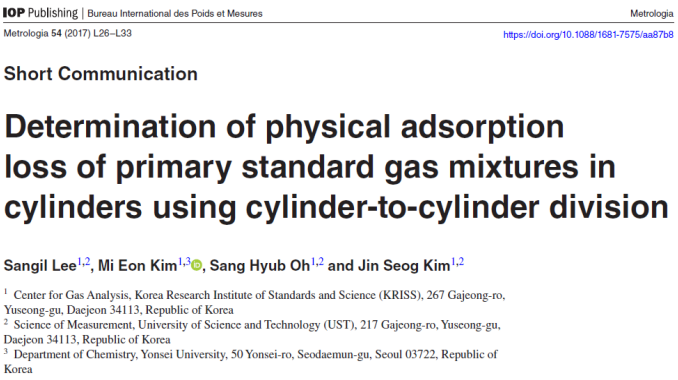
<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td colspan="6">한국표준과학연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td colspan="6">2-3. 수요지향적 핵심 CRM 개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td colspan="6">2-3-3. 유해독성가스 CRM 개발</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td colspan="6">○ 대기환경에 대한 관심 증가로 유해독성가스/기후변화 유발물질 측정에 대한 국민적 관심 증가
○ 대기환경 국가정책 수립을 위한 유해독성가스/기후변화 유발물질 측정표준 확립 및 보급 필요</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td colspan="6">
<table>
<tr><th colspan="3">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>유형</th><th>지표</th><th>주요기술</th><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th></tr>
<tr><td>공공
인프라형</td><td>유해독성가스
CRM 개발</td><td>유해독성가스
제조 및
분석기술</td><td>유해 VOC CRM 1건
(Benzene 등 14종,
2 % @ 10^{-6} mol/mol)</td><td>반응성가스 DMS
CRM 1건
(3 % @ 10^{-9}
mol/mol)</td><td>독성가스 Cl_2
CRM 1건
(1 % @ 10^{-4}
mol/mol)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td colspan="6">○ 국내 유관기관 및 국제협력 수행
– 유해대기 측정망 관리 주체인 환경공단과 협의를 통해 유해대기 휘발성 유기화합물(VOC) 측정장비 교정을 위한 인증표준물질 개발 수행
– 산업체 굴뚝배출가스 검사기관인 환경공단/KTL 등과 협력을 통해 측정현장에 필요한 Cl_2 인증표준물질 개발
– 세계기상기구 전지구감시프로그램과 협력을 통해 안정하고 정확도가 우수한 dimethyl sulfide 인증표준물질 개발</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td colspan="6">○ 유해대기 VOC(14종) 인증표준물질 개발
– 액체시료 주입장치 개발 및 활용을 통한 중량법 제조
– 복합성분 분리분석법을 활용한 제조 일치성 확인
○ DMS(10^{-9} mol/mol) 인증표준물질 개발
– 저온 농축분석법 개발을 통한 극미량 반응성 가스 분석 기술 확보
– 실린더 내부표면 흡착량 평가법 확립
– 반응성 가스 장기안정도 평가법 확립
○ Cl_2(10^{-4} mol/mol) 인증표준물질 개발
– 독성가스 순도분석법 확립
– QMS를 활용한 제조 일치성 확인</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td colspan="6">○ 세계최고 배경대기 측정용 DMS 인증표준물질 개발
– 세계기상기구 전지구감시프로그램 (WMO GAW)에서 요구하는 불확도 5%보다 우수한 불확도 3%이하의 배경대기 수준 인증표준물질 개발 완료
– WMO GAW 중앙검정연구실 (Central Calibration Laboratory) 지정
– KRISS 연구자 WMO GAW 반응성가스 과학자문위원 (Scientific Advisory Group on Reactive Gases; SAG RG) 선출</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td colspan="6">○ (과학적 효과)
– 기후변화 유발물질 측정 기반 확립을 통해 기후변화에 대한 과학적 이해도 향상에 기여
○ (기술적 효과)
– 반응성 가스 실린더 내부표면 흡착량 평가법 확립 및 활용을 통한 향후 반응성 가스 및 흡작성 가스 인증표준물질 개발에 기여함
– 반응성 가스 극미량 분석을 위한 저온 농축분석법 개발을 통해 향후 관련 가스 인증표준물질 개발에 활용
○ (사회·경제적 효과)
– 전지구 배경대기 DMS 측정 자료 품질 향상
○ (인프라 효과)
– 전세계 배경대기 DMS 측정에 대한 측정소급성 제공</td></tr>
</table>

참고 배경대기 수준 DMS 인증표준물질개발

□ 반응성 가스 실린더 내부표면 흡착량 평가법 개발

○ 실린더 내부 표면 흡착 손실이 없는 일반 무기가스와 달리 반응성 가스는 중량법 제조시 실린더 내부 표면 흡착을 통한 손실이 발생하여 중량법으로 결정된 제조 몰분율이 실제 몰분율과 달라질 수 있어 흡착 손실량을 평가하는 방법 이론적 실험적으로 검증

- 반응성 가스 실린더 내부표면 흡착 손실 평가법 개발



IOP Publishing | Bureau International des Poids et Mesures — Metrologia

Metrologia 54 (2017) L26–L33 — https://doi.org/10.1088/1681-7575/aa87b8

Short Communication

Determination of physical adsorption loss of primary standard gas mixtures in cylinders using cylinder-to-cylinder division

Sangil Lee[1,2], Mi Eon Kim[1,3], Sang Hyub Oh[1,2] and Jin Seog Kim[1,2]

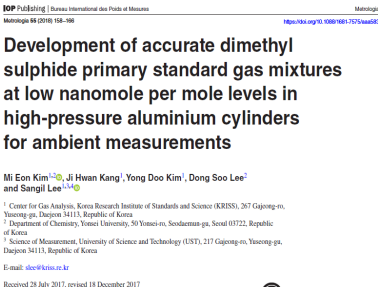
[1] Center for Gas Analysis, Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), 267 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea
[2] Science of Measurement, University of Science and Technology (UST), 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea
[3] Department of Chemistry, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea

[Metrologia 54, L26 (2017)]

□ 중량법을 활용한 세계 최조 배경대기수준 DMS 인증표준물질 확립

○ 세계기상기구 전지구대기감시프로그램에서 요구하는 정확도 수준 (불확도 5%)보다 우수한 (불확도 3% 이하) 배경대기수준 DMS 인증표준물질 개발에 성공함

- 세계기상기구 전지구대기감시 프로그램 (WMO GAW) 중앙검정연구실(Central Calibration Laboratory) 지정 및 MoU 체결
- KRISS 연구자 WMO GAW 반응성가스 과학자문위원 (Scientific Advisory Group on Reactive Gases) 선출



IOP Publishing | Bureau International des Poids et Mesures — Metrologi

Metrologia 55 (2018) 158–166 — https://doi.org/10.1088/1681-7575/aaa63f

Development of accurate dimethyl sulphide primary standard gas mixtures at low nanomole per mole levels in high-pressure aluminium cylinders for ambient measurements

Mi Eon Kim[1,2], Ji Hwan Kang[1], Yong Doo Kim[1], Dong Soo Lee[2] and Sangil Lee[1,3,4]

[1] Center for Gas Analysis, Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), 267 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea
[2] Department of Chemistry, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea
[3] Science of Measurement, University of Science and Technology (UST), 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea

E-mail: slee@kriss.re.kr

Received 28 July 2017, revised 18 December 2017

[Metrologia 55, 158 (2018)]



WMO OMM

World Meteorological Organization
Organisation météorologique mondiale
Organización Meteorológica Mundial
Всемирная метеорологическая организация
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
世界气象组织

Secrétariat
7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300
CH 1211 Genève 2 – Suisse
Tél.: +41 (0) 22 730 81 11
Fax: +41 (0) 22 730 81 81
wmo@wmo.int – public.wmo.int

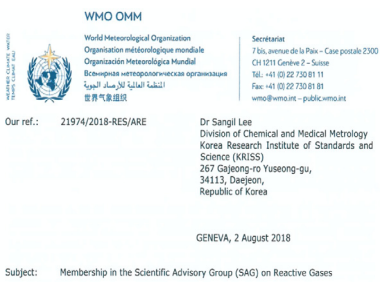
Our ref.: 45170/2017 – RES/ARE
Annexes: 2

Dr Sangil Lee
Head
Center for Gas analysis
Division of Chemical and Medical Metrology
Korea Research Institute of Standards and Science
267 Gaejeong-ro Yuseong-gu
DEAJEON, 34113
Republic of Korea

Geneva, 19 December 2017

Subject: Memorandum of Understanding (MoU) between the World Meteorological Organization (WMO) and the Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS)

[WMO GAW 중앙검정연구실 지정 및 MoU 체결]



WMO OMM

World Meteorological Organization
Organisation météorologique mondiale
Organización Meteorológica Mundial
Всемирная метеорологическая организация
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
世界气象组织

Secrétariat
7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300
CH 1211 Genève 2 – Suisse
Tél.: +41 (0) 22 730 81 11
Fax: +41 (0) 22 730 81 81
wmo@wmo.int – public.wmo.int

Our ref.: 21974/2018-RES/ARE

Dr Sangil Lee
Division of Chemical and Medical Metrology
Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS)
267 Gajeong-ro Yuseong-gu,
34113, Daejeon,
Republic of Korea

GENEVA, 2 August 2018

Subject: Membership in the Scientific Advisory Group (SAG) on Reactive Gases

[WMO GAW 반응성가스 과학자문위원 선출]

2. 미흡사례

가. 세계김치연구소

▢ 유전체 정보 시스템 구축의 재검토 필요

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>세계김치연구소 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>1-2. 김치미생물 유전체 정보 기반 구축</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>1-2-3. 유전체 정보 시스템 구축</td></tr>
<tr><td>목표개요</td><td>○ 김치미생물 유전체 정보 데이터베이스 시스템 구축 및 서비스
○ 김치 기능성을 과학적으로 구명하기 위하여 유전체 분석을 통한 기능성 김치미생물을 발굴함</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유</td><td>○ 생물 유전자원의 학술적, 경제적, 환경적, 윤리적, 문화적 가치는 무한하며, 최근 김치를 포함한 유용 미생물의 시장이 급성장하고 있어 이에 대한 대비가 필요함
○ 차세대 염기서열 분석법을 이용한 대용량의 유전체 데이터의 효율적인 분류 및 저장 방법 개발이 요구됨
○ 김치 및 김치 관련 미생물 유전체 분석 결과에 특화된 전문 데이터베이스 시스템 부재함</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>유전체 정보 시스템 구축</td><td>유전체 분석결과 서비스 기반구축</td><td>김치 미생물 기능적 특성 DB화</td><td>김치 미생물 대사적 특성 DB화</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>출연(연) 실적</td><td>○ 유전체 분석결과 서비스 기반 구축
– 김치 관련 미생물 유전체 정보 관리를 위한 유전체 정보 데이터베이스 시스템 인프라 구축
○ 개별 김치미생물의 일반·기능·세부적 소재 특성 정보 데이터베이스화 및 공개
– 김치 원·부재료 유래 미생물 유전체 서열정보 확보 → 소재 특성 분석 및 유전체 정보 DB화 → 공개
– 총 80균주 미생물 유전체 공개 : 세균 48종, 고균 27종, 진핵미생물 5종
– 매달 1,000건 이상의 방문자 수(누적 15,770건, '19.4. 기준) 기록
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">실적</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>유전체 정보 시스템 구축</td><td>유전체 정보 데이터베이스 시스템 인프라 구축</td><td>김치미생물 유전체 특성 분석 및 DB화/ 공개</td><td>김치미생물 오믹스 정보 분석 및 DB화</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>○ 오픈리소스로 제공되고 있는 국내외 데이터베이스가 활성화 되어 있는 상황에서 김치유산균의 유전체 정보시스템 구축 목적에 대한 설득력이 부족함
○ 유전체 정보 시스템은 김치연에서 자체적으로 구축할 만큼 시급성이 있지 않음</td></tr>
<tr><td>권고사항</td><td>○ 김치 미생물의 기능성 유전자 발굴 및 발효대사 특성 구명 연구에 집중할 필요가 있으며, 유전체 정보 시스템을 구축하더라도 투입자원을 고려할 때 연구소 내의 인트라넷 수준으로 구축할 필요가 있음
○ 예산 투입 대비 효용성에 대한 재검토가 필요하며 시스템 내에 포함될 정보의 질적·양적 목표를 명확히 하고 장기적인 계획이 필요함</td></tr>
</table>

나. 한국에너지기술연구원

▢ 저주파 소음 검출 및 전파 예측 정확도 연구 수행을 위한 주민 수용성 확대 필요

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국에너지기술연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>4-2. 풍력 시스템 신뢰성 향상 기술을 통한 수용성 증대</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>4-2-2. 저주파 소음 검출 및 전파 예측정확도</td></tr>
<tr><td>목표개요</td><td>○ 풍력 발전 시스템 저주파 소음원 측정 및 저감 기술 개발
○ 풍력 저주파 소음의 인체 위해성 여부 판단을 위한 원천 기술 확보</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유</td><td>○ 에너지자립섬 시스템에서 풍력발전은 중심 발전원의 역할을 담당하므로 다른 신재생에너지원과의 융복합을 위한 높은 신뢰성 및 성능 필요
○ 풍력발전단지 주민 수용성 저하의 주된 요인인 저주파 소음 민원에 적극적이고 선제적인 대응을 위한 관련 기술 확보 및 문제 해결의 객관적 근거 제시 필요</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>저주파 소음 검출 및 전파 예측정확도(±dB)</td><td>200Hz 이하 블레이드 저주파 소음원 검출</td><td>± 4</td><td>± 4</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>출연(연) 실적</td><td>○ 기존 PE 기법과는 달리, 가정이 최소화된 수식을 적용하여 지형/기상적 요인을 최대한 반영할 수 있도록 고안된 해석 방식 도입
○ 복잡한 지형 및 기상 상태의 고려가 가능하고 원거리 소음 전파 예측에 적합한 시간영역 기반의 소음 전파 해석 모델 제시하여 저주파 전파 해석 시 측정치 대비 ± 3 dB의 높은 예측 정확도 확보
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">실적</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>저주파 소음 검출 및 전파 예측정확도(±dB)</td><td>30 Hz, 50Hz, 80 Hz 저주파 소음 검출</td><td>해석해 대비 ± 4 dB 이내</td><td>※2018년 연차 평가에 따라 중단</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>○ 풍력시스템 신뢰성과 관련한 저주파 소음 검출 및 전파 예측 정확도는 풍력 단지 인근 주민들의 수용성과 매우 밀접한 관계가 있으나 과제가 중단됨</td></tr>
<tr><td>권고사항</td><td>○ 저주파 소음 검출 및 전파 예측 정확도는 계속 과제로 진행하여 목표를 달성하기 위해 주민 수용성 확대를 위한 연구가 필요함
– 본 연구는 사람이 인지하지 못하는 저주파 영역을 포함하며, 저주파음이 인체 및 가축에 직·간접적으로 영향을 미치고 안정적 수면의 저해요소이므로 수용성 확대를 위한 연구가 지속적으로 필요함</td></tr>
</table>

다. 한국생산기술연구원

▢ 연구윤리 체계 확립을 위한 연구자 의식 제고 필요

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국생산기술연구원 / 연구지원부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>2-1. 기관의 투명성·효율성</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>2-1-2. 연구윤리 교육 이수율</td></tr>
<tr><td>목표개요</td><td>○ 대상별 맞춤형 교육 및 테마별 교육의 체계적인 시행으로 구체화·전문화된 연구윤리 의식 고취
– 교육콘텐츠 개발 및 활용 등 교육방법의 다양화를 통하여 연구윤리 준수 문화 저변 확대와 연구윤리 의식 고양</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유</td><td>○ 기관 위상에 걸맞은 최고 수준의 연구비 집행 투명성 확보 및 올바른 연구윤리 의식 요구
○ 국민이 신뢰하는 대표적인 정부출연기관이 될 수 있도록, 기관운영 투명성 및 청렴성 지속 강화 필요
– 공공기관의 사회적 책임을 다하기 위해 반부패, 청렴을 중심으로 한 윤리경영체계 구축 및 실천 내재화 필요</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>연구윤리 교육 이수율</td><td>전직원
100%이수</td><td>전직원
100%이수</td><td>전직원
100%이수</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>출연(연) 실적</td><td>○ 연구윤리 사전 대응체제 구축 및 운영
– 연구윤리 규정 제정, 부정행위 대비체계 확립, 논문 및 보고서 표절 검증 시스템 운영, 지역별 의식 제고 확산 노력 등
○ 연구윤리 함양을 위한 교육체제 구축
– 신입직원, 보직자 등 대상자 특성에 맞는 대상별·테마별 맞춤 윤리교육 실시, 연구윤리 사내강사제 운영 등
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">실적</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>연구윤리 교육 이수율</td><td>전직원
100%이수</td><td>전직원
100%이수</td><td>–
(월할불가, 연말산정)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>○ 연구윤리 교육은 교육 횟수와 달성률에 초점이 맞춰져 연구성과계획서에 제시된 연차별 실행 계획과 같이 연구자 대상 의견수렴을 통한 현장 수요가 차기 교육에 반영되는 교육체계 구축 노력이 미흡함</td></tr>
<tr><td>권고사항</td><td>○ 형식적인 연구윤리 강화보다는 구성원들의 연구윤리 인식 제고를 위한 기관차원의 사전 예방 노력이 필요함</td></tr>
</table>

라. 한국표준과학연구원

▢ 역방향 제일원리 기반 에너지소재 설계기술 성과 제고를 위한 노력 필요

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국표준과학연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>3-1. 지속가능 미래에너지 소재 측정/설계기술 개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>3-1-1. 역방향 제일원리 기반 에너지소재 설계기술</td></tr>
<tr><td>목표개요</td><td>○ 광역 최적화 방법과 제일원리 전자구조 계산 방법을 통합하여 초고도 병렬화 작업방식으로 초기능성 소재를 설계/탐색
○ 역방향제일원리기법을 이용한 컴퓨터 모사기술을 통해 물질설계와 화학반응 기작 연구를 위한 프로토콜 및 응용기술을 개발</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유</td><td>○ 컴퓨터 알고리듬의 발전으로 제일원리 계산을 이용한 광역 최적화가 가능해져, 이를 이용하여 원하는 물성을 극대화한 소재 설계기술 연구 필요
○ 역방향설계로 고효율의 에너지소재를 발굴하고 혁신적인 성능의 소재개발에 활용 기대</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>역방향 제일원리 기반 에너지소재 설계기술 (최상위 저널 게재)</td><td>3차원 탄소 동소체 소재 설계 (고이동도 위상 물질), 주요화학반응 경로 계산 방법 개발</td><td>2차원 위상 물질 설계 (고이동도 자성 소재), 인 기반 신물질 소재 개발</td><td>친환경 저가 초전도 소재 설계</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>출연(연) 실적</td><td>○ 세계 최고 수준의 에너지 신물질(태양광, LED, 고이동도, 위상물질, 초전도) 설계 기술 확보
- 최고 수준 신물질 전자구조 광역 최적화 계산방법 달성
- 물질 성능 최적화방법 달성, 초기능성 소재 설계방법 달성
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">실적</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.4</th></tr>
<tr><td>역방향 제일원리 기반 에너지소재 설계기술 (최상위 저널 게재)</td><td>3차원 탄소 동소체 소재 설계·개발</td><td>2차원 위상물질 설계 및 인 기반 신물질 소재 설계·개발</td><td>친환경 저가 초전도 소재 설계</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>○ 역방향 제일원리 기반 에너지 소재 설계 기술 관련 논문 검토 결과, 주저자 혹은 교신저자 논문이 매우 부족하고 출판된 다수 논문은 사사 내용을 참조해 볼 때 해당과제의 실적으로 보기 어려움
- 대부분의 논문 성과가 표준연은 부저자로 되어 있어 출연(연)으로서 연구 주도성이 미흡함</td></tr>
<tr><td>권고사항</td><td>○ 전략목표 내 성과지표로 설정된 연구에 대해 기관 차원의 예산·인력 등 연구자원을 투입하여 성과 제고를 위한 노력을 경주할 필요가 있음</td></tr>
</table>

부 록

1. 평가단 구성·운영
2. 2019년 1차 종합평가 지적사항 이행내역
3. 정책제언
4. 한국에너지기술연구원 종합평가 평가위원 명단
5. 용어정리

부록 1. 평가단 구성·운영

□ 평가단 구성

○ 평가위원 구성원칙

- 평가위원은 산·학·연 및 과학기술분야 민간단체까지 다양한 시각을 반영하도록 구성하되, 책임평가위원이 50% 이상 참여토록 고려
- 연구기관별 평가위원은 연구부문의 경우 전략목표 수의 2배 이상, 연구지원부문*은 영역별 1명으로 구성 * 임무중심형 연구환경 조성, 효율적 기관 운영, 성과관리 활용·확산 등
- 평가위원은 해당분야에 대한 전문성과 이해도가 높은 인사 위주로 선정하되, 평가위원 자격기준 및 제척기준을 고려하여 구성

< 평가위원 자격기준 및 제척기준 >

□ 기관평가위원 자격기준

○ 해당 분야 실무경력 15년 이상의 전문가
○ 해당 분야 연구개발경력 10년 이상의 전문가
○ 대학의 조교수 이상 전문가
○ 해당 분야 기업의 부장급 이상 전문가
○ 과학기술 관련 민간단체 경력 5년 이상의 전문가
○ 기타 상기와 동등한 수준의 경력을 가진 전문가

□ 기관평가위원 제척기준

○ 소관 중앙행정기관의 공무원 및 평가 대상기간 중 평가 대상기관이 주관한 연구부문 전략목표 내 사업(과제) 관련 전문기관의 임직원
○ 평가 대상기간 중 평가 대상기관이 주관한 전략목표 내 사업(과제)의 책임자
○ 국가 R&D사업에 대해 현재 참여 제재조치를 받고 있는 전문가
○ 최근 3년 이내에 소속기관에서 중징계를 받은 전문가
○ 불성실·불공정한 평가경력이 있는 전문가
○ 상위평가 수행지원기관의 평가담당부서 직원
○ 최근 3년 이내에 평가대상 기관에서 퇴직한 전문가
○ 최근 3년 이내에 평가대상 기관의 겸임연구원, 연구연가 또는 파견근무 경력이 있는 전문가
○ 가족(직계존비속 및 배우자) 구성원이 평가대상 기관에 근무하고 있는 전문가
○ 그 밖에 평가의 공정성을 중대하게 해할 염려가 있는 전문가

○ 평가단 조직 구성

- 평가단장 하에 연구평가위원회 및 연구지원평가위원회로 구성·운영
  * 필요시 연구 및 연구지원 평가위원회별 소분과 구성·운영

< 평가단 구성 체계 >



○ 평가위원 선정

- 연구회 자문기구인 '기획평가위원회'가 평가위원 선정
- 평가위원의 중도 사퇴, 평가 대상 분야 확대 등의 사유 발생 시 기획평가위원회 결정에 따라 평가위원 충원 가능

※ 기획평가위원회의 역할 및 자문 범위는 '참고1' 참조

○ 평가위원 선정 세부절차

후보자 발굴('19.2~3월)	⇨	평가위원 선정('19.3월)	⇨	평가단 구성('19.5월)
○ 연구성과계획 점검위원 및 해당기관 사업기획·평가관련 전문가 ○ 유관기관 추천인사 등		○ 후보자 전문성·공정성 등 검증 (산·학·연 안배)		○ 평가위원 확정 및 위촉 ○ 출연(연) 이해관계 및 평가위원 제척기준 해당여부 확인
연구회		기획평가위원회		연구회

- (1단계, 후보자 발굴) 책임평가위원*을 중심으로 구성하고, 해당분야에 대한 전문성과 이해도가 높은 외부인사 발굴을 위해 관계 부처 및 학회 등 유관기관의 추천을 받는 등 전문지식이 검증된 후보자로 pool 구성**

* 연구성과계획 점검위원, 해당기관 사업기획·평가 관련 전문가 / ** 책임평가위원 96명, 유관기관 추천인사 30명 등 포함 총 221명

< (참고) 평가위원 유관기관 추천 현황 >

○ 유관기관 전문가 추천 절차

평가 대상기관 유관기관 조사 ('19.2월)	⇨	유관기관에 전문가 추천 요청 ('19.2.19.~2.26.)	⇨	추천 전문가 Pool 정리 ('19.2~3월)	⇨	위원 자격기준 확인 및 위촉 ('19.5월)

○ (유관기관 조사) 평가 대상기관의 주요 연구분야 및 유관기관에 대해 출연(연) 협조를 받아 리스트 작성

○ (전문가 추천요청) 평가대상기관과의 유관기관(정부·공공기관·학회 등) 총 54개 기관*에 추천 요청('19.2.19.~2.26.)

* 정부(과기정통부, 산자부 등), 공공기관(한국에너지기술평가원, 한국산업기술평가관리원 등), 학회(대한화학회, 대한기계학회 등)

○ (추천결과) 총 10개의 유관기관에서 32명의 전문가 추천(위원 제척사유 해당 전문가 2명 포함)

○ (위원위촉) 위원 자격·제척기준 등을 확인하여 위촉, 미위촉자는 추후 위원 후보자 풀로 활용

- (2단계, 위원 선정) 기획평가위원회가 평가위원 후보자 선정
  - (평가단장) 기획평가위원회 위원 간 논의(평가경력, 전공분야 등 고려)를 통해 선정
  - (평가단 구성안) 연구부문은 전략목표별 4배수, 연구지원부문은 영역별 3배수의 후보자를 확정

    ※ 평가위원 위촉 시 위촉승낙률(평균 48%, 최저 22%) 고려
  - (위원선정 지원) 연구회는 '기획평가위원회'의 원활한 의사결정을 위해 평가위원 후보자 풀 및 세부정보(전문분야, 평가이력, 주요경력 등)를 일목요연하게 정리하여 제공

세계김치연구소 기관평가단 후보(연구부문)

성 명	○○○		성별	男
생년월일	1964.01.19 (만 55세)		구분 (산·학·연 등)	학계
현 직	경기대 식품생물공학과 교수			
평가(점검) 가능분야	연 구	발효/식품미생물		
	연구지원	-		
학력사항	학 사	서울대 식품공학		
	석 사	서울대 식품공학		
	박 사	(일) 교토대 농예화학		
주요경력	평가자문	농림수산식품과학기술전문위원회 위원		
	기타경력	경기대학교 식품생물공학과 교수		
		North Carolina State University 방문교수		
		한국미생물생명공학회 평의원		
	수상내역	-		
평가경력	임무중심형 평가	계획서점검	김치연('17), 식품연('18), 식품연('15)	
		중간컨설팅	-	
		종합평가	-	
	기타		-	

'19년 2차 종합평가 평가단 후보(연구지원부문)

성 명	○○○		성별	女
생년월일	1970.2.5 (만 49세)		구분 (산·학·연 등)	연구계/민간단체
현 직	과학기술정책연구원 연구위원			
평가(점검) 가능분야	연 구	-		
	연구지원	기술경제		
학력사항	학 사	서울대 공업화학		
	석 사	서울대 공업화학		
	박 사	서울대 기술정책		
주요경력	평가자문	대통령자문 교육과학자문회의 전문위원('08.11.~'09.10.)		
	기타경력	바른 과학기술사회 실현을 위한 국민연합(과실연) 집행위원		
		에너지관리공단 과장('99.10.~'00.5.)		
		-		
	수상내역	-		
평가경력	임무중심형 평가	계획서점검	국보연·건설연·핵융합연·식품연·전기연('18)	
		중간컨설팅	-	
		종합평가	ETRI · 지자연('18), 원자력연('19)	
	기타		-	

평가위원 후보자 풀 제공정보

- (3단계, 평가단 구성) 기획평가위원회가 선정한 우선순위에 따라 평가위원 위촉
  - 출연(연) 이해관계 여부 확인을 포함하여 제척기준 해당 여부에 대해 심층 검증

    ※ 단, 후보자 전원이 위촉을 고사할 경우에는 평가단장이 전문분야를 고려하여 위원 선정
  - 평가단 구성 결과 출연(연)에 대한 이해도가 높은 책임평가위원(연구성과계획 점검위원, 해당기관 사업기획·평가 전문가)을 50% 이상 구성 완료

    ※ 평가위원 명단은 '부록4' 참고

□ 평가단 운영

○ 평가단 활동내용 및 역할 분담

- 평가단 활동내용
  - 연구·연구지원 부문 평가 실시, 평가결과(안) 도출, 평가결과(안) 종합 검토
  - 피평가기관 소명의견 검토·반영, 기관별 우수사례 선정
  - 기타 평가단 운영 및 평가 과정에서 심의·조정이 필요한 사항 결정

- 평가위원 역할 분담
  - 평가단장 : 평가단 운영 총괄, 평가결과(안) 종합 검토
  - 연구·연구지원평가위원장 : 평가위원회별 운영 총괄, 부문별 총평 작성, 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여
  - 평가위원 : 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여

    ※ 평가의 전문성 및 질 향상을 위해 평가멘토단 운영(연구부문 질적우수성 평가를 위한 사전검토자료 제공)

- 평가위원 유의사항
  - 성숙한 평가문화 정착을 위해 피평가기관의 전문성을 존중하고 격려
  - 출연(연)의 발전과 역량 제고를 위해 함께 고민하는 평가자세를 견지
  - 피평가기관의 부담을 최소화하기 위해 무리한 자료요구는 하지 않음
  - 추가정보 필요시 반드시 연구회를 통해 자료를 요청
  - 공정한 평가수행을 위해 평가기간 중 출연(연)과의 개별접촉은 하지 않음
  - 평가과정에서 지득한 사항을 사전 허락 없이 외부에 유출하거나 사적용도 사용을 하지 않음

    ※ 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·육성에 관한 법률」제31조(비밀 유지의 의무), 제36조(벌칙)에 의거 이를 위반 시 2년 이하의 징역 또는 500만 원 이하의 벌금
  - 출연(연)의 설명과 의견을 충분히 수렴하여 수용성 높은 평가를 위해 노력
  - 평가목적 및 결과가 왜곡되지 않도록 전문가적 식견과 양심에 따라 보편타당한 평가결과 도출

○ 기관평가단 임무 및 역할에 따라 평가단계별 교육 실시

- (제도 및 현황 심층파악 단계) 본격적인 평가 수행 사전단계에서 기관평가위원 워크숍을 통해 기관평가단의 임무와 역할 부여 및 평가전반에 대한 사전 설명
  - 일시/장소 : 2019.5.21.(화) 14:00~16:10 / (대전) 유성호텔

· 주요내용 : 평가계획 안내, 평가위원 간 종합토론 등

※ 워크숍에 불참한 평가위원은 별도로 방문하여 평가방법·절차 등을 직접 설명함으로써 차질 없이 평가가 이루어지도록 노력

- (평가단계) 현장평가 사전검토 회의절차를 통해 위원 역할 및 평가 시 유의사항 등 교육

· 일시/장소 : 2019.5.27.(월)~6.4.(화) ※ 연구기관별 1일

대상기관	일시/장소	대상기관	일시/장소
김치연	6.4(화) 17:00~18:40 / (광주) 홀리데이인	생기원	5.27(월) 17:00~18:50 / (천안) 신라스테이
에기연	5.30(목) 19:05~20:50/ (대전) 라온컨벤션	표준연	5.29(수) 17:00~18:44 / (대전) 라온컨벤션

· 주요내용 : 현장평가 개최 전 평가위원 간 의견을 교환 할 수 있는 대면 소통의 장을 마련하여 서면평가 의견 사전공유 및 현장평가 중점 인터뷰 방향 토론 진행

< (참고) 평가위원 유의사항 안내 >

○ 성숙한 평가문화 정착을 위해 **출연(연)의 전문성을 존중하고 격려**
○ 출연(연)의 발전과 역량 제고를 위해 함께 고민하는 평가자세를 견지
○ **출연(연)의 부담을 최소화**하기 위해 무리한 자료요구 지양
○ 추가정보 필요 시 반드시 **국가과학기술연구회를 통해 자료를 요청**
○ 공정한 평가수행을 위해 평가기간 중 **출연(연)과의 개별접촉 지양**
○ 평가과정에서 지득한 사항을 **외부에 유출하거나 사적인 용도로 사용 금지**
○ **출연(연)의 설명과 의견을 충분히 청취**하여 수용성 높은 평가를 수행토록 노력
○ 평가목적·결과가 왜곡되지 않도록 전문가적 식견·양심에 따라 **보편타당한 평가결과** 도출

- (평가결과 검토 단계) 현장평가 이후 평가등급 등 평가결과 도출 전 평가기준 등을 재차 설명하고, 평가결과 공유 및 논의

· 일시/장소 : 2019.5.28.(화)~6.5.(수) ※ 연구기관별 1일

대상기관	부문	일시/장소
김치연	연구지원	6.5.(수) 14:00~15:10 / (광주) 홀리데이인
	연구	6.5.(수) 16:15~17:35 / (광주) 홀리데이인
에기연	연구지원	5.31.(금) 14:10~15:05 / (대전) 라온컨벤션
	연구	5.31.(금) 16:34~17:55 / (대전) 라온컨벤션
생기원	연구지원	5.28.(화) 14:00~14:57 / (천안) 신라스테이
	연구	5.28.(화) 16:40~17:52 / (천안) 신라스테이
표준연	연구지원	5.30.(목) 14:10~15:30 / (대전) 라온컨벤션
	연구	5.30.(목) 16:14~17:40 / (대전) 라온컨벤션

· 주요내용 : 현장평가 실시 후 평가기준에 맞게 평가결과(안)이 도출되었는지 재점검하고, 위원들 간 대표적 연구성과의 수준과 역량 향상도 등에 대해 종합토론

< (참고) 평가단계별 기관평가단 교육 진행 >



평가단 워크숍



현장평가 사전검토회의



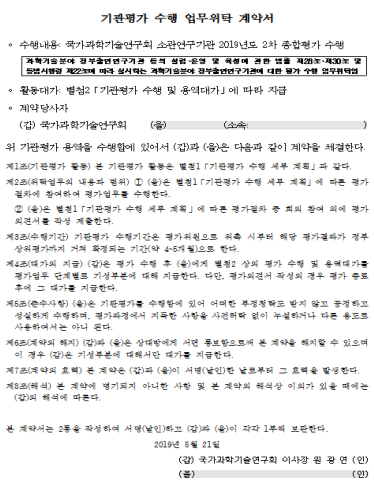
현장평가 종합회의

○ 평가단의 객관성·공정성·신뢰성 확보장치 마련 및 평가위원 활동여건 개선

- '기관평가 수행 업무위탁에 관한 계약', '평가위원 자격기준 및 제척기준 확인서' 등 평가위원에게 징구하는 서식을 표준화하여 제공

서 식	주요 내용
기관평가 수행 업무위탁에 관한 계약	- 기관평가 업무수행을 위한 업무위탁 계약(평가수행기간, 대가, 준수수항 등)
위촉 승낙서	- 평가단 임무 수행을 허락하는 문서
평가위원 자격기준 및 제척기준 확인서	- 평가위원 자격기준에 부합하는지 확인하고, 평가대상 연구기관과의 이해관계가 없음이 사실임을 확인하는 문서
부정청탁 및 금품등 수수 금지 서약서	- 청탁금지법 관련 유의사항에 대해 숙지하고 준수할 것에 동의하는 문서

< (참고) 평가위원과 '기관평가 수행 업무위탁에 관한 계약'체결 >



기관평가 수행 업무위탁 계약서

◦ 수행내용: 국가과학기술연구회 소관연구기관 2019년도 2차 종합평가 수행

과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률 제28조·제30조 및 동법시행령 제22조에 따라 실시하는 과학기술분야 정부출연연구기관에 대한 평가 수행 업무위탁임

◦ 활동대가: 별첨2 「기관평가 수행 및 용역대가」에 따라 지급

◦ 계약당사자

(갑) 국가과학기술연구회 (을) (소속:)

위 기관평가 용역을 수행함에 있어서 (갑)과 (을)은 다음과 같이 계약을 체결한다.

제1조(기관평가 활동) 본 기관평가 활동은 별첨1 「기관평가 수행 세부 계획」과 같다.

제2조(위탁업무의 내용과 범위) ① (을)은 별첨1 「기관평가 수행 세부 계획」에 따른 평가절차에 참여하여 평가업무를 수행한다.

② (을)은 별첨1 「기관평가 수행 세부 계획」에 따른 평가결과 중 회의 참여 의에 평가의견서를 작성 제출한다.

제3조(수행기간) 기관평가 수행기간은 평가위원으로 위촉 시부터 해당 평가결과가 정부 상위평가까지 거쳐 확정되는 기간(약 4~5개월)으로 한다.

제4조(대가의 지급) (갑)은 평가 수행 후 (을)에게 별첨2 상의 평가 수행 및 용역대가를 평가업무 단계별로 기성부분에 대해 지급한다. 다만, 평가의견서 작성의 경우 평가 종료 후에 그 대가를 지급한다.

제5조(준수사항) (을)은 기관평가를 수행함에 있어 어떠한 부정청탁도 받지 않고 공정하고 성실하게 수행하며, 평가과정에서 지득한 사항을 사전허락 없이 누설하거나 다른 용도로 사용하여서는 아니 된다.

제6조(계약의 해지) (갑)과 (을)은 상대방에게 서면 통보함으로써 본 계약을 해지할 수 있으며 이 경우 (갑)은 기성부분에 대해서만 대가를 지급한다.

제7조(계약의 효력) 본 계약은 (갑)과 (을)이 서명(날인)한 날로부터 그 효력을 발생한다.

제8조(해석) 본 계약에 명기되지 아니한 사항 및 본 계약의 해석상 이의가 있을 때에는 (갑)의 해석에 따른다.

본 계약서는 2통을 작성하여 서명(날인)하고 (갑)과 (을)이 각각 1부씩 보관한다.

2019년 5월 21일

(갑) 국가과학기술연구회 이사장 원 광 연 (인)

(을) (인)

○ 기관평가 활동내용(세부계획), 대가, 준수사항, 계약의 해지 등 상세내용을 계약서 형태로 작성·체결하여 평가위원의 역할과 책임을 명확히 하고, 평가위원은 세부계획과 대가 등에 대해 일목요연하게 파악 용이

※ 근거 :「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제28조·제30조 및 「동법시행령」 제22조에 따라 「소관연구기관에 대한 평가업무」를 개인에게 위탁할 수 있고, 이 경우 계약을 체결 가능

- 또한, 평가단워크숍 등을 통해 '청탁금지법 관련 유의사항'을 적극적으로 안내하고, 평가위원과 '기관평가 수행 업무위탁에 관한 계약'을 체결함으로써 평가위원 활동 여건을 개선코자 노력
  - (평가위원 애로사항) 「청탁금지법」 등에 따라 공직자 및 공직유관단체 임직원의 경우, 수당 지급액 및 회의 참여 횟수 제한
  - (연구회의 해결노력) 계약체결로 소속기관 외부강의 일괄신고·승인이 가능하여 매회 신고·승인의무를 경감하고, '의견서 작성' 업무는 회의 참여와 별개행위로 보아, 적정대가를 지급
    ※ 사례금수수제한규정에 적용받지 않고, 계약이 청탁금지법 상 허용되는 대가수수의 정당권원이 될 수 있음

○ 평가위원-피평가기관과의 충분한 소통의 장 제공

- (연구부문) 현장평가 시 기관의 우수성과 발표 등 전체적으로 이해할 수 있는 시간을 마련하고, 이후 심층평가를 위해 전략목표별로 구분하여 심층토론 강화
  - 전략목표별 3시간의 연구자 인터뷰를 통해 연구기관의 의견을 충분히 청취
  - 연구현장 방문을 통해 연구성과의 우수성에 대한 내용 확인 등



연구부문 현장평가 연구자 인터뷰(표준연)



연구현장 방문(에기연)

- (연구지원부문) 피평가기관 담당부서장과의 충분한 인터뷰(2시간)로 심층토론 진행
  - 기존 집체평가 방식(~'17년)에서 연구기관 현장평가 방식으로 절차를 개선하여 연구현장의 목소리를 보다 가까이에서 청취하여 평가의 수용도 제고



연구 및 연구지원 평가위원회 현장평가 사전회의(김치연)



연구지원부문 현장평가 인터뷰(생기원)

○ 효율적인 평가위원 지원을 위해 연구회 단일창구 운영

- 연구회 실무 담당자가 부문별(연구·연구지원) 1명씩 배치되어, 평가위원의 추가자료 요청 시 신속하게 출연(연)에게 전달·제공받아 효율적인 평가가 진행될 수 있도록 지원

※ 평가위원 자료 요청 후 1일 이내에 제공함을 원칙으로 하되, 연구기관의 여건에 따라 제출기일을 연장

○ 출연(연)별 특성에 대한 위원의 이해도 제고를 위해 현장평가 시 기관특성에 대해 청취

- 출연(연)의 연구분야 특성, 주요현안(주요이슈), 평가 시 고려사항 등을 분석한 '기관특성' 자료를 현장평가 시 발표·공유하여 연구기관에 대한 평가위원의 이해도 제고

(한국표준과학연구원 사례)

- 선진 국가측정표준기관 대비 R&D 인력 및 연구비 규모와 투자시기에 큰 격차를 극복하기 위한 노력 추진

※ "전압-저항-전류" 3개의 양자 전기표준소자 모두를 단일 극저온 냉동기에 통합하여 QMT(양자측정삼각체계) 실현을 세계최초로 시도

- '고층대기 모사기술'의 확보로 전지구적 기후변화 감시 프로그램에서 표준연의 기술력을인정 받아 국제적 위상 제고

※ 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO) 산하 고층대기관측네트워크(GRUAN)본부의 협력연구 요청 등

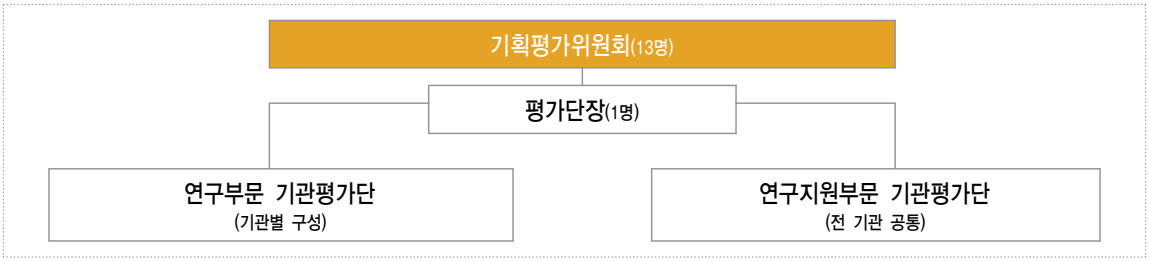
참고 1 기획평가위원회 역할 및 자문범위

□ 기획평가위원회 개요

○ 출연(연) 평가의 전문성·일관성 제고를 위해 기관평가 전반에 걸친 자문역할을 연구회 법정 자문기구인 '기획평가위원회'가 수행

- (조직) 위원장(1명) 하에 위원(12명)은 연구 및 연구지원 분야로 구분하고, 평가업무 지원과 연구기관 간 기능조정, 장기발전방향 자문 등 수행
- (조직) 총 13명(위원장 1, 연구 10, 연구지원 2) ※ 임기 3년(연임 가능)
- (역할) 평가계획 및 결과(안) 검토·자문, 평가(점검)단 구성, 평가(점검)단장 참여 등

< 기획평가위원회 및 기관평가단 >



※ 연구회는 평가 전반의 행정 지원 전담

□ 기획평가위원회 역할 및 자문범위

○ 기획평가위원은 평가계획 수립부터 평가결과에 따른 후속조치의 적절성 검토까지 기관평가 전주기에 참여하여 평가 연속성 확보 및 전문성 강화에 기여

- (평가계획 자문) 연구회가 과기정통부의 평가지침에 따라 출연(연) 기관평가계획(평가편람) 초안을 마련한 뒤, 기획평가위원회 자문을 거쳐 이사회에 제출
- (평가수행 총괄) 기획평가위원 1명이 기관별 평가단장으로 참여하여 평가단 운영 총괄*

  * 출연(연) 기관평가에 대한 전문성을 바탕으로 평가위원에 대한 사전 교육 강화, 출연(연) R&R 및 발전방향 기획 시 제시된 다양한 이해관계자 의견 반영, 평가위원 간 이견 조율 등의 역할 수행

- (평가결과 자문) 평가단장으로 참여한 기획평가위원이 기획평가위원회에서 평가결과 및 발전방향에 대한 총평을 제시하고, 평가보고서의 완결성에 대한 자문*을 거쳐 이사회에 제출

  * 평가의견의 논리성, 평가등급과 의견 간 연계성 및 오기 수정 등을 중심으로 자문하며, 평가단에서 논의된 사항의 누락 여부에 대한 정밀 검토 실시

- (평가결과 후속조치 심의) 평가결과 확정 후 각 기관은 평가결과에 따른 시정조치 이행계획을 수립하며, 평가단의 적절성 검토를 거쳐 기획평가위원회에서 확정

  * 시정조치 이행계획에 따른 실적은 차기 평가 시 반영

□ 기관평가 관련 주체별 역할



참고 2 평가의 전문성 제고를 위한 세부 활동

□ 평가멘토단의 「질적 우수성 사전검토자료」 제공

○ 연구부문 '기술혁신' 유형*의 성과지표 및 그 외 질적인 사전검토가 필요한 지표에 대해 검토하여 평가단에 평가자료를 제공

- 성과지표별 성과의 질적 우수성에 대해 관련 정책의 요구 수준이나 세계최고 기술수준, 기술 개발 방향 등 풍부한 근거를 객관적으로 비교·제시하여 평가의견의 전문성 보완
- 김치연은 총 23개의 성과지표 중 17개, 생기원은 총 38개의 성과지표 중 25개, 에기연은 총 35개의 성과지표 중 34개, 표준연 32개 성과지표 전체에 대해 질적 우수성 검토 실시

* 「국가연구개발사업 표준 성과지표 4차」('14.12.)에서 정의한 '기술적 성과' 분야 중 '기술혁신' 유형에 해당하는 성과지표 (기술수준 등)

※ 평가 멘토단 검토보고서 중 약 88여 건의 내용이 평가의견에 활용

< (참고) 평가멘토단 개요 >

□ **평가멘토단 구성·운영**

○ (목적) 연구부문 도출성과의 질적 우수성을 평가하기 위한 객관적 자료를 평가단에 제공함으로써 평가의 전문성 보완 및 평가의 질 향상

○ (구성) 해당 연구분야 전문가로 구성 및 운영

※ 김치연 : 2명, 생기원 5명, 에기연 8명, 표준연 6명 (각 기관별 검토가 필요한 지표 수에 따라 멘토단 규모 설정)

○ (경과) 실적보고서 제출('19.5.10.) → 평가 멘토단 O/T(5.13.~15.) → 검토자료 작성(5.15.~20.)

〈 평가 멘토단 운영절차 〉

평가 멘토단 O/T ➡ 실적보고서 및 증빙자료 검토 ➡ '질적 우수성 검토보고서' 작성 ➡ 평가단 제공

< (예시) '질적 우수성 검토 보고서' >

대상기관 한국표준과학연구원

질적 우수성 검토 보고서

평가멘토단

□ **(성과지표 2-2-1) 대기오염 측정장비 상용화**

○ 대기유해물질 측정장비 국산화에 노력하여 '17년 초미세먼지 NOx, O_3, SO_2, CO에 대한 시제품을 제작, '18년에 상용화에 성공함

○ 5건 모두 국립환경과학원으로부터 형식 승인을 받아 상용품에 대한 성능의 신뢰성을 인정받음. 특히 O_3 측정기는 미국 환경부의 형식 승인을 획득하여 국 '제적인 신뢰도를 확보함

○ 세계 최고 수준이라고 제시한 Thermo Scientific의 대기오염측정기 성능을 제시하지 않아 해당 장비와 국산화 장비의 질적 비교가 되지 않음

□ **(성과지표 3-2-2) 중적외선 복사율 측정기술**

○ 중적외선 복사율 측정기술 기술 수준은 해당 분야에서 세계 최고 수준의 미국의 NIST, 독일의 PTB 등의 반사율/복사율의 측정범위(2~12μ m) 보다 넓은 중적외선 파장대(2~18μ m)에서 반사율/복사율을 측정 가능함

□ 목표달성도 분석지원을 위한 외부전문기관의 「목표달성도 사전검토자료」 제공

○ 구체적인 증빙자료에 근거한 평가결과 도출을 위해 외부 전문기관이 사전 심층분석 실시*(5.10~5.21) 후 평가단에 제공

* 목표 달성도 평가의 정확성 확보(증빙자료 확인 및 검증)를 위해 외부 전문기관에 용역 실시

■ 목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
청정 발전을 위한 배가스 및 미세먼지 처리 기술 개발 (PM2.5 저감효율(%)) (최종형)	4	'17	70	• 87 % (50 CMH)	좌동	100%		78.77%
		'18	80	• 94.4 % (1,200 CMH)	좌동			
		'19.4	83.33	• 91.8 % (14,000 CMH)	좌동			
		'19.12	90	• 최종목표 조기달성	–			
발전플랜트 설비를 활용한 연구계/산업계 기술개발 지원(건) (독립형)	2	'17	7	• 14 건	7건	100%	79.59%	
		'18	7	• 13 건	6건	85.71%		
		'19.4	2.33	• 3 건	–	0%		
		'19.12	7	–	–	–		
청정 발전기술 상용화 패키지 개발 건수 (국내 : 외 기술이전 건수) (독립형)	4	'17	1	• 1 건(국내 기술이전 1건)	–	0%	57.14%	
		'18	1	• 1 건(하노이 공대 MOU 체결)	좌동	100%		
		'19.4	0.33	• 1 건(기술이전업체-KIER 30 MWe급 설계일괄 참가, 일본 기술수출 추진 중)	좌동	100%		
		'19.12	1(1)	–	–	–		

① 지표별 달성도

□ 발전플랜트 설비를 활용한 연구계/산업계 기술개발 지원
○ 목표치 관련 검토
– 최종목표(19년)에 따라 '19년 4월 기준 월할 목표를 7↦/12로 계산하여 2.33으로 변경함
○ 차감 요인 (b)
– 기관에서 제시한 해당 증빙자료 중 확인가능한 실과를 대상으로 인정실과를 검토함
○ 인정 실과 (d = c ㄱ b)
– '17년 : 기관제시 실적 (14건) → 인정 실적 (7건)
– '18년 : 기관제시 실적 (13건) → 인정 실적 (6건)
– '19.4년 : 기관제시 실적 (3건) → 인정 실적 (0건)
○ 달성도 (e)
– ('17년 달성도×1/3건) + ('18년 달성도×1/3건) + ('19.4년 달성도×4/3건)
• '17년 : 7/7×100=100%
• '18년 : 6/7×100=85.71%
• '19.4년 : 0/2.33×100=0%
• 총 달성도 : (100%×1/3건)+(100%×1/3건)+(0%×4/3건)=79.59%
※ 본 성과지표에서 제시한 증빙(증빙 사진, 시험평가)으로는 활동사업에 대한 실적을 검토할 수 없음
※ 당초 계획서에서 제시한 것처럼 모든 실적에 대한 '실증설비 활용 및 지원사업 계약서류' 제시가 필요함

□ 청정 발전기술 상용화 패키지 개발 건수
○ 목표치 관련 검토
– 최종목표(19년)에 따라 '19년 4월 기준 월할 목표를 1↦/12로 계산하여 0.33으로 변경함
○ 차감 요인 (b)
– 기관에서 제시한 해당 증빙자료만으로는 17년 목표달성 여부를 객관적으로 판단할 수 없음
○ 달성도 (e)
– ('17년 달성도×1/3건) + ('18년 달성도×1/3건) + ('19.4년 달성도×4/3건)
• '17년 : 0/1×100=0%
• '18년 : 1/1×100=100%
• '19.4년 : 0.33/0.33×100=100%
• 총 달성도 : (0%×1/3건)+(100%×1/3건)+(100%×4/3건)=57.14%
※ 기관에서 제시한 실적증빙에서 18년도 MOU(p.3-67), 19년도 입찰참가(p.3-68)에 대한 증빙은 존재하나 17년 실적인 일본 시코쿠전 미묘시시 20 th IDMMs) 바이오에스 유동층 보일러설치에 대한 계약서 등의 객관적인 증빙을 확인할 수 없음

(예시) 목표달성도 검토

□ 평가 증빙자료에 대한 신뢰성 검증 지원

○ 평가 증빙자료에 대한 신뢰성 검증을 통해 객관적인 자료에 근거한 평가 실시
– 외부 전문기관을 활용, 출연(연)이 제출한 실적보고서 및 증빙자료 간의 부합성에 대한 검증을 통해 증빙자료의 신뢰성 검증

※ 출연(연)별 연구 및 연구지원부문 전체 성과목표에 대해 신뢰성 검증 실시

한국생산기술연구원 신뢰성 검증결과

□ 연구부문

‖성과목표 1-2‖

[증빙 미제시]
◇ 성과지표 1-2-(1) 'Cu 비표면적'에 대한 '17년, '18년의 실적에 대한 증빙 미제시(실적보고서 p.27, 별책 p.46)
◇ 성과지표 1-2-(2) '페이저가공 스탬프를 이용한 M2M 나노임프린팅공정 전사율(%)'에 대한 '17년, '18년의 실적에 대한 증빙 미제시(실적보고서 p.21, 별책 p.49)
◇ 성과지표 1-2-(3) '다공성 타이타늄 임플란트의 기공률 (%)(기공크기(㎛))'에 대한 '17년, '18년의 실적에 대한 증빙 미제시(실적보고서 p.21, 별책 p.51)

[실적 오기계]
◇ 성과지표 1-2-(1)의 논문실적 9건 중 2건은 '19년 6월과 7월 게재예정으로 평가대상기간('17.1.~'19.4.)에 해당하지 않는 실적을 제시함(별책 p.45)

[증빙 신뢰성 미흡]
◇ 성과지표 1-2-(2) '페이저가공 스탬프를 이용한 M2M 나노임프린팅공정 전사율(%)'에 대한 '19.4월 실시된 시험결과성정서에서 실험조건이 계획서와 명확하게 일치하지 않아 현재시점에서 목표달성 여부를 정확하게 판단하기 어려움(별책 p.49)

[보고서 작성 오류]
◇ 해당사항 없음

□ 연구지원부문

‖성과목표 3-3‖

[증빙 미제시]
◇ 성과지표 3-3-(3) "연구시설장비 공동활용 실시율" 확인을 위한 '(c=기준년도 기준 연구시설장비 공동활용 운영수익, d=기준년도 대비 기준 연구시설장비 공동활용 운영수익 증감액' 관련 증빙 미제시 (실적보고서 p.146)

[실적 오기계]
◇ 해당사항 없음

[증빙 신뢰성 미흡]
◇ 성과지표 3-3-(1) "기술교류회를 통한 융합 기획연구 건수" 의 경우, 연구성과계획서에 의도한 바와 같이 '기술교류회 참여기업'과 공동으로 융합기획연구 발굴 수행 실적 및 증빙을 제시한 것인지 파악 불가 (실적보고서 p.146, 별책 p.286)

[보고서 작성 오류]
◇ 해당사항 없음

한국생산기술연구원 목표달성도 관련 실적증빙 자료 검토

2019. 05. 27.

□ 한국생산기술연구원

○ 사례1 : 최종형 지표에 대한 과정(17년, 18년)목표에 대한 실적 증빙 부재
(성과목표 1-2-(2), 모든 최종형 지표)

- 최종목표(19.4 기준) 실적에 대한 증빙만을 제시하고 과정상 제시한 실적에 대한 증빙이 대부분 지표에서 제시되지 않음
- 예시 : Cu 비표면적 (m2/g), 최종형
- 목표달성 검토 : 기관에서 제시한 증빙자료는 최종성과(19년 4월 기준)의 증빙만을 제시하여, 17년, 18년의 성과 달성여부는 검토가 불가능하나, 최종형 지표임에 따라 최종 성과만을 근거로 검토를 진행함. 다만 질적수수성 평가에 있어서는 이에 대한 세밀한 검토가 필요함

기관에서 제시한 목표	기관에서 제시한 목표달성 근거
• Cu 비표면적 (m²/g), 최종형 - 17년 : 25m²/g - 18년 : 30m²/g - 19년 : 35m²/g	• 정량방법(최종목표 및 실적 기준) : 유인시험평적서(외부기관) - 성과지표 : Cu 비표면적(m2/g) - 발급기관 : 국제공인시험기관 한국고분자시험연구소(주) - 시험결과 : 비표면적 50.5 m2/g
기관에서 제시한 실적	
• Cu 비표면적 (m²/g), 최종형 - 17년 : 30.2m²/g - 18년 : 45.2m²/g - 19.4년 : 50.5m²/g	• 19년 기준에서 실적인 50.5m²/g에 대한 증빙만을 제시 - 17년 (30.2m²/g), 18년(45.2m²/g)의 실적은 찾아볼 수 없음 • 평가원은 기관이 준 지표를 포함한 모든 최종형 지표에 대해 이와 같이 과정상 실적에 대한 증빙을 제시하지 않음

(예시) 평가 증빙자료에 대한 신뢰성 검토자료

□ 평가멘토단 명단

평가대상기관	성명	소속 및 직위	구분
세계김치연구소	한남수	충북대 식품미생물학과 교수	학
	김영석	이화여대 식품공학과 교수	학
한국생산기술연구원	조진우	전자부품연구원 소재부품연구본부 본부장	연
	박성진	포항공대 기계공학과 교수	학
	이왕훈	구미전자정보기술원 책임연구원	연
	이승걸	부산대 유기소재시스템공학과 교수	학
	정연길	창원대 신소재융합공학과 교수	학
한국에너지기술연구원	염충섭	고등기술연구원 연구위원	연
	황갑진	호서대 그린에너지공학과 교수	학
	김우경	영남대 화학공학부 교수	학
	조한익	건국대 미래에너지공학과 조교수	학
	김우재	이화여대 화학신소재공학 부교수	학
	최창식	고등기술연구원 수석연구원	연
	이상학	전자부품연구원 에너지IT융합연구센터장	연
	박종포	고등기술연구원 에너지환경연구팀 수석연구원	연
한국표준과학연구원	조동현	고려대 물리학과 교수	학
	박종호	전북대 화학교육학과 교수	학
	박진섭	한양대 융합전자공학부 교수	학
	홍성욱	세종대 환경에너지공간융합학과 교수	학
	방기문	소암컨설턴트 부사장	산
	김향균	홍익대 기계시스템디자인공학과 부교수	학

부록 2. 2019년 1차 종합평가 지적사항 이행내역

□ 직전 상위평가 결과(2019년도 1차) 시정조치 이행 실적

▮ 자체평가 절차·체계의 적절성 ▮

1) 자체평가 계획 수립의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	해당사항 없음			

2) 자체평가 선정위원회 구성·절차의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	• 평가위원회의 평가결과를 기획평가위원회가 사전에 심의 검토함으로써 평가위원회의 독립성에 영향을 줄 수 있음	• 기획평가위원회는 연구회 자문기구로 기관평가 업무 지원 외에도 출연(연)의 중장기적 발전방향에 대한 자문 역할을 지속적으로 수행하고 있음 – 기관평가 수행과정 전반에 대한 검토를 통한 평가제도 운영 개선사항 등에 대한 자문 역할을 중심으로 운영 추진	~ '19.7월	
2	• 소명 기간을 충분히 부여했다고 하나 실제 5일에 불과하고 대면 기회도 제한적이어서 소명 절차가 개선되지 않음	• 피평가기관의 이의신청기간을 대폭 확대(5일 → 9일)하고, 출연(연) 수요에 따라 대면소명 기회 제공 ※ ('19.2차) 이의신청기간 : 6.19~6.27(에기연, 표준연) 6.20~6.28(생기원, 김치연)	~ '19.6월	

3) 평가결과 이행체계의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	• 부처별 반기별 점검 등 후속 조치 실행에 대한 정기적 점검체계가 제시되어 있지 않음	• 종합평가 결과에 따른 개선조치계획을 수립한 기관을 대상으로 전년도말 기준 이행실적을 조사하여 기획평가위원회의 정기 심의 추진(매년 3월)	~ '20.3월	

▮ 자체평가 운영·결과의 적절성 ▮

1) 자체평가 결과의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	• [3-2-1, p.100] '수출용신형연구로 건설 및 판형핵연료 개발'에 대하여 목표치인 '건설허가 취득'과 '건설공사 착수'를 달성하지 못하였으나 이를 정성적으로 각각 40%, 20% 인정한 것에 '원안위원대상 설명회 개최, 원안위 전문위원회 심의 등 기관의 노력을 반영'한 점을 근거로 추가할 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 수정(p.98 참고)	'19.5월	
2	• [3-2-3, p.128] '지역 분원의 중소기업 경쟁력 향상에 기여' 지표와 관련하여, 정읍분원과 경주분원의 실적 인정 기준이 달라 동일한 기준으로 달성도 재산정 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 수정(p.126 참고)	'19.5월	
3	• [4-1, p.109] 논문 외부실적이 '17년 64편 중 43편, '18년 64편 중 35편으로 예년 대비 대폭 증가한 것으로 기술하고 있으나, '17년 이전 논문 실적 관련 자료가 없어 증가량을 확인할 수 없으므로 우수성 평가 결과는 객관성이 부족함(실적보고서 p.104)에서도 관련 내용은 없음)	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 삭제	'19.5월	
4	• [4-2, p.52, p.114] 정성평가 의견 작성에 있어서 면역, 백신 분야의 연구자 및 R&D 행정 전문가로부터 확인된 과학적인 근거나 표현으로 작성되어야 하며, '개발'의 의미가 임상/효능평가까지 포함하고 있는지를 확인하여 동일 범위를 기준으로 비교 대상을 설정하여야 함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 수정(p.52, p.112 참고)	'19.5월	
5	• [3-2, p.101] 현실적 여건을 고려할 때 SMART가 원안위 전문심의위원회 심의를 통과한 것은 그 노력이 충분히 인정되나 이를 성과목표인 건설허가 취득 목표 달성에 거의 도달한 것으로 볼 수 있다는 평가는 다소 무리가 있으며, 분야별 기술적 조건에 대해 인허가 조건을 충족시킨 것으로 조정되는 것이 바람직함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 수정(p.99 참고)	'19.5월	

2) 기관발전방향 제시의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	• [2-1, p.86] 개선 및 발전방향에서 파이로프로세싱 필요성에 대해 전략적으로 구체적 평가를 요청한 사항은 이미 대규모의 관련 연구가 추진되고 있는 상황에서 필요성이 확인되지 않은 연구를 하고 있는 것으로 해석될 여지가 있으므로 불필요한 오해를 방지할 수 있도록 의견 정리 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 삭제	'19.5월	
2	• [4-1, p.110] 추가 고려항목에서 원자력시설의 안전성에 대한 불안감, 안전규제 문제 등에 대해 연구원만이 감당하기 어려워 원자력계 뿐만이 아니라 전 과학기술계의 지원이 필요하다고 언급한 점은 자체평가의 평가범위로 적정한지에 대해 검토가 필요함. 원자력연구원의 임무와 성과에서 벗어나 사회적 의견수렴이나 합의에 관련된 사항은 의견제시에 신중할 필요가 있음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 삭제	'19.5월	
3	• [p.44] 파이로 기술개발의 경우 사용후핵연료 관리 정책 수립에 기여하기 위해 타당성 입증에 연구역량을 집중할 것을 요구했는데, 이는 사용후핵연료 정책이 확정되지 않은 상태에서 여러 가지로 해석되어 불필요한 갈등을 일으킬 수 있으므로, '사용후핵연료 관리 정책 수립에 기여하기 위해' 부분을 삭제하는 것이 바람직함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 삭제	'19.5월	
4	• [p.47] 후행핵주기 연구 인프라 구축과 관련해 제2연구원 부지의 조기 확보를 권고하고 있으나, 이는 사용후핵연료 관리 정책 중 URL과 직접 관련이 있는 부분이므로 원자력연구원의 현재 역할 범위를 넘어서는 것으로 보임	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 삭제	'19.5월	
5	• [p.47] 원자력연구원이 향후 추진해야 할 분야에 대한 제언에서 대량 수소 생산을 위한 고온가스로 필요성에 대한 적극적 의견 개진을 제안했으나, 대규모 투자를 위한 보다 광범위한 의견수렴이 필요한 부분이므로 적절성에 대해 구체적인 검토가 필요함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 삭제	'19.5월	
6	• [p.48] 원자력연은 국내 유일의 전문연구기관으로 원자력연구개발 및 안전 등에 관한 컨트롤 타워라고 설명했는데, 그 의미를 적시할 필요가 있음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 수정(p.48 참고)	'19.5월	
7	• [p.90] SFR과 관련해 인허가기관의 검토 및 승인 신청 일정에 대한 합리적 접근이 필요하다고 제시했는데 그 의미가 모호함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 삭제	'19.5월	

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
8	• 원자력연이 과거 폐기물 무단폐기 등 논란에 휩싸이고 이에 대한 사회적, 규범적 제제를 받은 것에 대해, 물론 평가시기에 발생한 불상사는 아니지만 해당 시기에 수면 위로 떠오를 문제라는 것을 감안해, 이미 수립한 재발방지와 향후 관리방안에 대해 명시하는 것이 바람직함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 반영(p.48 참고)	'19.5월	

3) 기타 감점항목 및 세부내용

① 자체평가위원회 운영의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	• 자체평가 위원회는 산학연민 등 다양한 이해관계자를 포괄하여야 하나 연구원 중심으로 편중되어(8/13) 있으며, 전담평가에 따른 오류가능성을 최소화하기 위하여 병행평가제도가 필요함에도 관련 정보는 미제시됨	• 기획평가위원회(자체평가 선정위원회)의 평가단 구성 시, 산·학·연·민 등 다양한 분야의 전문가 풀을 제공하여 평가위원 구성의 다양성 제고 – 또한 평가 오류 가능성 최소화를 위해 평가멘토단을 지속적으로 병행 운영 추진	'19.8월	

② 평가보고서 이해 용이성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	• 보고서에서 언급되는 주요 약어들에 대해 부록에 약어정리를 수록하였으나 일부 약어들에 대한 전체 단어들을 나열하고 단어를 번역한 수준으로만 제시함에 따라 국민입장에서 이와 같은 용어들과 보고서 내용을 이해하기에는 한계가 있음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 반영(p.155~156 참고)	'19.5월	
2	• 일부 오타는 수정 필요함(p.67, p.68, p.74 등)	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완	'19.5월	
	• [우수사례, p.150] 일부 사례의 경우 시기별 연구내용 및 평가기간과의 부합성을 확인할 수 있도록 주요 일자 제시 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 반영(p.148 참고)	'19.5월	

③ 평가결과 이행실적의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	해당사항 없음			

부록 3. 정책제언

□ 건전한 평가문화 저해 시 감점 적용 필요

○ 기관평가 수행 시 평가의 객관성·신뢰성 저하를 초래하는 허위기재, 과장자료, 실적에 부합하지 않는 자료 등의 제출은 건전한 평가문화 조성에 부정적인 영향을 미치고 있음

- 이번에 시행한 '19년 2차 종합평가의 경우, 4개 평가대상기관이 제출한 평가자료 신뢰성 검증 결과 총 100건*의 사례가 지적됨

  * 실적 오기재 22건, 증빙 미제시 8건, 증빙 신뢰성 미흡 8건, 보고서 작성 오류 62건

- 또한, 당초 평가자료에 제시하지 않은 실적을 현장평가 및 소명(이의신청) 시 신규로 제출하여 평가위원이 평가자료를 원점에서 다시 검토*하게 하여 평가 운영에 부담을 주는 등 불필요한 평가 행정력 낭비를 초래함

  * 일부 평가위원의 경우, 평가대상기관이 평가자료 보다 많은 자료를 소명(이의신청) 시에 추가로 제출하여 성과에 대한 검증 및 실적 산정을 다시 하게 되는 부분에 대한 강력한 불만을 제기함

- 이에 건전한 평가문화 확립을 위해 평가의 객관성·신뢰성 저하, 공정한 평가 저해, 평가 행정력 낭비 등을 초래하는 경우, 실질적인 감점이 이루어질 수 있도록 관련 지침에 객관적인 감점 부여 기준을 제시할 필요가 있음

  ※ 현행 기관평가 제도에서 건정한 평가문화 저해 시 최대 3점의 감점을 적용 할 수 있으나, 이를 실제로 적용한 사례는 거의 없음

□ 기관평가 가점 항목의 타당성 및 적절성 재검토 필요

○ 현행 기관평가 제도에는 개인과 기관을 대상으로 수여된 표창, 포장, 훈장을 비롯해 국가연구개발 우수성과, 세계 유수의 상을 가점 항목으로 지정하고 있음

- 다만 기관평가는 '기관'의 성과에 대한 평가인 점과 특정 기관이 주 대상*이 될 수 있는 기념 포상이 있는 점을 고려할 때, '개인'에 대한 정부포상 실적을 가점 항목으로 하는 것이 타당한가에 대한 검토가 필요함

  * 계량측정의 날(10.26.), 원자력 안전 및 진흥의 날(12.27.) 등

- 또한 개인에 대한 정부포상을 가점으로 하는 것은 인력 규모가 작은 기관*에 불이익이 될 수 있는 점을 고려하여 가점 기준의 적절성에 대한 검토가 필요함

  * '19년 2차 종합평가 대상 기관의 인력 규모는 김치연(94명), 에기연(517명), 생기원(1,092명), 표준연(545명)

□ 전문가 정성평가의 등급별 가중치 조정 필요

○ 신규 기관평가 제도(연구사업 및 기관운영 평가)는 목표달성도에 대한 고려 없이 전문가 정성평가만으로 이루어짐에 따라, 평가등급 간 가중치가 큰 기존 정성평가 기준* 적용 시, 최종 평가점수 및 등급이 왜곡**될 가능성이 있음

* S등급(1.0), A등급(0.75), B등급(0.5), C등급(0.25), D등급(0)

** 모든 성과목표에서 A등급(우수)을 획득한 경우에도 최종 평가점수는 75점으로 현재 5등급 기준에선 보통에 해당함

- 따라서 개별 성과목표의 평가등급과 최종 평가점수·등급 간 일관성 확보를 위해 전문가 정성평가의 등급별 가중치가 재설계될 필요가 있음

부록 4. 한국에너지기술연구원 종합평가 평가위원 명단

구분	성명	소속 및 직위	비고
평가단장	윤용승	고등기술연구원 본부장	• (現)기획평가위원
연구부문	김성수	한국제조기술 사장	• 책임평가위원 (연구성과계획서 점검 참여)
	김성수	충남대 에너지과학 기술학과 교수	
	김영철	제주테크노파크 정책기획단장	
	선양국	한양대 에너지 공학과 교수	
	신은우	울산대 화학공학부 교수	
	심재구	한전전력연구원 처장	
	이재영	광주과학기술원 지구환경공학부 교수	• 책임평가위원 ('16년 2분기 종합평가 참여)
	장원철	에이치엠피엔씨㈜ 연구소장	• 책임평가위원 ('16년 2분기 종합평가, 연구성과계획 점검, 중간컨설팅 참여)
연구지원부문	김승혁	인터젠컨설팅㈜ 대표이사	• 책임평가위원 ('18년 2차, '17년 2차 종합평가 참여)
	이기녕	한국산업기술진흥원 인재경영실장	• 책임평가위원 ('19년 1차, '18년 2차 종합평가 참여)
	이두영	동남회계법인 이사	• 책임평가위원 ('18년 2차, '16년 4분기 종합평가 참여)
	정태현	한양대 기술경영 전문대학원 교수	• 책임평가위원 ('18년 3차 종합평가 참여)

부록 5. 용어정리

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
계간축열	–	• 태양열등 신재생 및 미활용 열에너지의 생산과 수요의 계절간 불균형을 해소하기 위한 연단위 열에너지 저장설비
고형연료	–	• 폐기물 중 가연성 물질(목재, 종이 등)을 건조 및 성형과정을 거쳐 만든 고체연료
기계학습형 에너지 관리시스템	–	• 기계 학습을 통한 전력 수요 예측을 기반으로, 건물에서 요구되는 에너지의 효율적인 생산, 저장 및 소비를 통하여 에너지 관리를 최적으로 실시하는 시스템
다결점 질소 환원촉매	–	• 원자에 결점을 가지고 있어 질소 환원반응의 활성 및 선택도를 높일 수 있는 촉매
레독스 플로우 이차전지	–	• 전극에서 발생되는 산화/환원(redox) 반응을 통해 전해질에 전기에너지를 장기간 저장할 수 있는 대용량 전력저장 이차전지
매체순환 연소기술	–	• 두 반응기 사이에 금속 매체가 순환하면서 공기중의 산소를 흡수하고, 다른 반응기에서 배출하는 분리형 연소를 통해 별도의 분리설비 없이 고농도의 CO_2를 원천적으로 분리하는 기술
멤브레인	Membrane	• 기체 혹은 액체 속의 특정 성분을 선택적으로 통과시킬 수 있는 얇은 막
미세조류	–	• 미세 생물군 가운데 광합성 작용을 하는 단세포들의 총칭으로 대부분의 식물성 플랑크톤, 사료용으로 많이 사용되는 것으로는 클로렐라, 스피룰리나 등이 있음
바이오매스 발전소	–	• 주로 사용되는 석탄 대신 바이오매스(폐목재, 간벌목, 식물로부터 유래된 연료)를 연소시켜 전기를 생산하는 발전소
반경류형	–	• 터빈 날개를 회전시키는 유체가 반경 방향으로 유입되어 축방향으로 유출되는 방식의 터빈으로, 차량용 터보–챠져 등 소용량에 사용
반탄화	–	• 대상 물질을 열처리해 수분을 증발시키고 일부만 탄화시키는 과정으로 단위질량당 발열량이 높게 만드는 과정, 목재를 예로 들면 장작과 숯의 중간 단계로 만드는 기술
백금 담지량		• 연료전지 전극에 사용된 촉매 중 면적당 백금 무게
분산전원	–	• 화력 및 원자력 발전과 같은 대규모 집중형 전원과는 다르게 전력 소비가 있는 지역 근처에 분산·배치가 가능한 소규모의 발전 시설
삼중열병합용 연료전지	–	• 전기, 온열, 냉열의 세가지 에너지를 생산하는 열병합 발전 시스템
상압	–	• 표준 대기압 상태의 압력
세라믹 산소분리막	–	• 수소, 산소가 전기화학적으로 반응하여 전기와 열에너지를 생산하는 연료전지 시스템 핵심 부품
스택	–	• 수소, 산소가 전기화학적으로 반응하여 전기와 열에너지를 생산하는 연료전지 시스템 핵심 부품

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
아임계	–	• 석탄화력 발전에서 생산된느 스팀의 압력·온도에 따라 임계점(225kg/㎠, 374℃)을 기준으로 그 이하면 아임계(일반 석탄화력발전), 그 이상이면 초임계(SC), 246kg/㎠, 593℃ 이상이면 초초임계(USC)로 구분
액상 전해셀	–	• 음양이온을 포함하고 있는 액상 전해질과 산화환원 반응용 전극 촉매로 구성된 전기화학 반응기
양면 수광률	–	• 후면으로 입사하였을 때의 효율)/(전면으로 입사하였을 때의 효율
에너지 하베스터	Energy harvester	• 주변에서 버려지는 에너지, 인체의 운동에너지 등 외부의 에너지를 수집하여 전기에너지로 재활용하는 기술
연소배가스	–	• 물질을 연소하는 설비에서 배출되는 기체, 질소, 산소, 이산화탄소, 수증기 이외에 오염물질인 황산화물, 질소산화물 등을 포함하고 있으며 분진도 포함하고 있음
열화율	–	• 초기 성능 대비 1000시간 경과 후 성능 감소에 대한 지표, (초기성능-1000시간 후 성능)/초기성능×100(%)
염분차 발전	–	• 농도가 다른 두 용액이 혼합할 때 발생하는 화학적에너지로부터 전기에너지를 생산하는 기술
온실가스 포집기술	–	• 지구온난화를 유발하는 온실가스의 주된 배출원인 발전, 연소, 시멘트 산업 등에서 배출되는 배가스에 포함된 이산화탄소를 분리하는 기술
유동층 열병합 발전소	–	• 공기를 이용하여 연료를 부유시켜 연소하는 유동층 연소방식의 설비를 통해 열(스팀)과 전기를 동시에 생산하는 발전소
유무기 하이브리드 태양전지	–	• 유기 소재와 무기 소재를 이용한 태양전지
이기종 고성능 연산기술	–	• GPU-CPU 등 두 종류 이상의 프로세서를 활용한 연산 기술
집진기술	–	• 발전소, 연소설비 등에서 배출되는 기체 중에 포함된 작은 먼지를 설비 외부로 배출되기 전에 분리하거나 포집하는 기술, 주로 집진기를 이용하여 처리
축류형 초임계 CO_2 터빈	–	• 초임계 상태의 이산화탄소로 터빈을 구동, 전기를 생산하는 초임계 이산화탄소 발전 기술의 핵심 구성품으로서, 터빈 날개를 회전시키는 이산화탄소가 축방향으로 흐르는 축류형 방식으로, 반경류형과는 달리 스케일-업이 용이하여 향후 상용화에 유리
패러데이 효율	–	• 어떤 물질을 만들기 위해 사용한 전기에너지(전하량) 중 실제로 그 물질의 생성을 위해 사용된 에너지의 비율(%)
플렉서블 GIGS 박박 태양전지	–	• 유연박막태양전지'의 일종으로 구리인듐갈륨셀레나이드(CuIn1-xGaxSe2) 화합물을 핵심구성요소로 가지는 태양전지
활물질	–	• 산화/환원반응에 관련하는 물질로써 전지의 용량과 전압을 결정하는 중요한 핵심 구성 요소
CFBC	Circulating Fluidized Bed Combustor	• 순환유동층연소로의 약자로 공기를 이용하여 연료를 부유시켜 연소하는 유동층 연소방식의 설비

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
CMH	Cubic Meter per Hour	• 단위 시간 당 처리하는 기체의 부피를 의미하며 m^3/hr의 단위를 가짐
CPS	Cyber-Physical System	• 우리가 살아가는 물리 세계와 사이버 세계와의 융합을 추구하는 새로운 패러다임으로, CPS는 다수의 센서, 엑츄에이터, 제어기기가 네트워크로 연결되어 시스템을 구성함
DC 연결	–	• 직류시스템으로 구성된 회로
Deep Eutectic Solvent	–	• 다양한 종류의 양이온/음이온을 포함하며 구성 물질들 간 강한 수소결합으로 형성된 용매
DEM	Digital Elevation Model	• Digital Elevation Model(수치표고모델), 전산 시뮬레이션 연산을 위해 격자 단위로 높이 데이터를 구축한 모델
EMS	Energy Mangement System	• 에너지 관리 시스템
ESS	Energy Storage System	• 발전소에서 생산된 전력 또는 태양광, 풍력 등 신재생에너지를 저장하였다가 전력이 필요한 시기에 공급하여 에너지 효율을 높이는 시스템
FT 공정촉매	–	• 합성가스로부터 액체 상태의 연료 또는 화학물질을 합성하는 대표적인 공정인 Fisher-Tropsch 공정에 사용되는 촉매
H급 가스터빈	–	• 가스터빈의 세대를 구분하는 방식으로 알파벳이 증가할수록 작동온도와 효율이 높아짐
KIERSOL	–	• 한국에너지기술연구원(KIER)에서 개발한 액상 이산화탄소 흡수제의 이름
KPI	Key Performance Indicator	• 핵심성과지표로 구성원이 목표를 성공적으로 달성하기 위해 핵심적으로 관리해야 하는 요소들에 대한 성과지표
LAO 생산기술	–	• 석탄으로부터 생산되는 합성가스를 이용하여 촉매반응을 통해 고부가가치 물질인 LAO (Linear α -olefins)를 생산하는 기술
LES/DNS 방법	Large Eddy Simulation/ Direct Numerical Simulation	• 고해상도 전산 유체 역학 기법 중의 하나
MEA	Membrane Electrode Assembly	• 연료전지의 기본구성으로 전해질막과 양극 및 음극으로 구성되어 연료전지의 성능과 내구성에 가장 큰 영향을 미치는 핵심 부품
NDA	Non-Disclosure Agreement	• 비밀유지협약서, 설계, 기획, 아이디어 및 제품의 비밀을 보호하기 위한 법적 체결 문서
PDP	Process Design Package	• 개발하는 공정(Process)의 설계 이론, 계산과정 및 설계 결과가 모두 포함된 엔지니어링 패키지를 의미
PEMFC	Polymer electrolyte membrane fuel cell	• 고분자 연료전지의 영문명
PSA	Pressure swing adsorption	• 압력변동흡착법, 흡착탑에 혼합기체를 공급하고 압력을 변동시켜 흡창능이 서로 다른 기체를 분리하는 기술
Retrofit	–	• 구형 장치 또는 설비를 개조 또는 개량하는 과정을 의미

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
SponCatTM 기술	–	• 한국에너지기술연구원에서 개발한 세계 최초의 활성화 전처리가 필요 없는 Linear α –olefins (LAO) 합성용 촉매의 브랜드
SRF	Solid Refused Fue	• 폐비닐 등 가연성 고형 폐기물을 이용하여 생산된 고형 연료