2019년도 3차 종합평가

국가과학기술연구회 소관 정부출연연구기관

기관평가보고서

– 임무중심형 종합평가 –

한국화학연구원

2020. 2



nst 국가과학기술연구회
National Research Council of Science & Technology

제 출 문

국가과학기술연구회 이사장 귀하

본 보고서를 「2019년도 3차 소관연구기관 종합평가 결과보고서」로 제출합니다.

2020. 2.

『국가과학기술연구회 기관평가단』

○ 평가단장 : 곽노성

○ 연구평가위원회 : 김수현, 김영조, 김용애, 김원배, 김진국, 서영종, 송효학, 오영수, 정성욱, 조현남, 태원필 (이상 11인, 가나다순)

○ 연구지원평가위원회 : 김승혁, 양승우, 장세찬, 정양헌 (이상 4인 가나다순)

CONTENTS

제출문

제 1 장 종합평가 개요 ····· 1

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

제 2 장 평가결과(요약) ····· 29

1. 종합평가 등급 ····· 31
2. 평가결과 요약 ····· 31

제 3 장 평가결과 ····· 43

1. 기관현황 ····· 45
2. 비전 및 경영목표체계 ····· 48
3. 연구부문 평가결과 ····· 49
4. 연구지원부문 평가결과 ····· 114

제 4 장 우수 및 미흡사례(2019년 3차 종합평가 대상기관) ····· 143

부록 ····· 169

1. 평가단 구성·운영 ····· 171
2. 2019년도 2차 종합평가 지적사항 이행내역 ····· 184
3. 정책제언 ····· 192
4. 한국화학연구원 종합평가 평가위원 명단 ····· 194
5. 용어정리 ····· 195

제 1 장 종합평가 개요

1. 평가실시 개요

2. 2019년도 3차 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

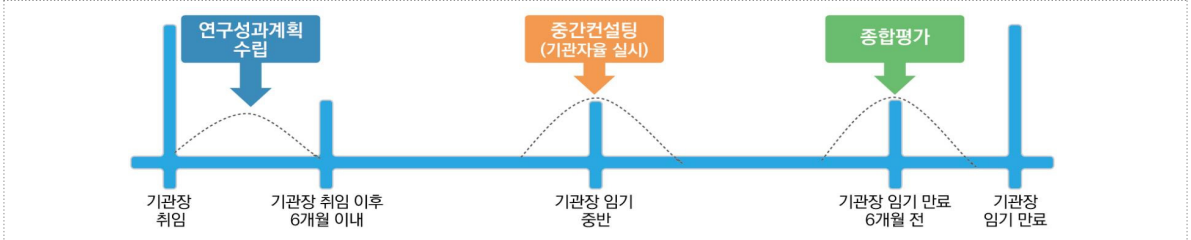
나. 추진근거

- 「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 3차 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 3개 연구기관 (한국과학기술연구원, 한국기계연구원, 한국화학연구원)

< 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
한국과학기술연구원	'19년 3차('19.9.~'19.11.)	기관장 취임('17.3.~'19.8.)
한국기계연구원	'19년 3차('19.9.~'19.11.)	기관장 취임('17.3.~'19.8.)
한국화학연구원	'19년 3차('19.9.~'19.11.)	기관장 취임('18.1.~'19.8.)

※ 목표달성도 평가는 평가대상연도('17~'19년)의 연차별 목표치 대비 실적을 기준으로 평가(화학연은 '18~'19년)
- 단, '19년 목표치는 자체평가 직전 월까지 계산하여 평가

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 달성 과정의 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 연도의 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≥100% * ○○ 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

◍ 연구 및 연구지원부문 특성에 따라 정성평가 평가기준(고려사항) 차별적용

- (연구부문) 연구성과의 '질적 우수성'을 중심으로 평가하고, '목표의 도전성'을 2차적으로 고려
  ※ '질적 우수성'은 평가지원단(舊.평가멘토단)의 사전검토자료를 참고하여 평가
  ※ '달성 과정의 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				
'a' 수준				
'b' 수준	**승급** / 유지 / 강등	승급 / **유지** / 강등	**유지** / 강등	**A**
'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 정부 지침의 '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 달성 과정의 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('16.9월 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 필수 반영사항(영역 1, 2, 3)에 포함되지 않는 경영 실적으로, 별도로 목표를 설정하지 않음
- 당초 목표를 설정하지 않았으므로 전문가 정성평가만 실시하며, 평가항목은 '현안대응' 항목과 '경영자율' 항목으로 구성
  - '현안대응' 항목 : 연구회 및 평가위원회에서 R&D정책 및 기관 특성을 고려하여 피평가기관에 통보
  - '경영자율' 항목 : 연구기관별 특성에 맞추어 자율적으로 제시

< 현안대응 및 경영자율 영역 '현안대응' 항목 >

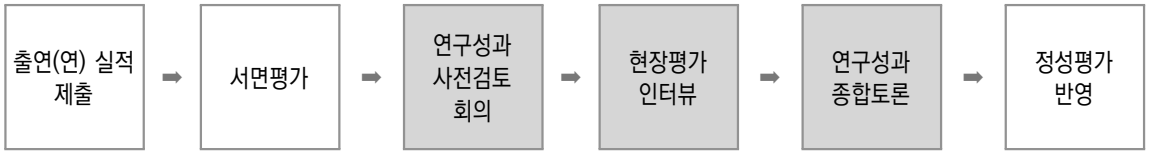
- 「과학기술 출연(연) 발전방안」 이행 실적
- 주요사업(과제) 정보 관리 충실도

② **'보수·복리후생 관리'** ※ '17년 연구성과계획서 수립 기관에 한함

- 기획재정부의 "공공기관 경영평가편람" 상 제시된 '보수 및 복리후생', '총인건비 관리', '노사관계' 등과 관련된 연구기관의 경영실적으로, 별도 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 달성 과정의 적절성)** 성과목표 달성 과정이 계획대로 체계적으로 이루어졌는지 여부 등을 고려하여 판단

< 목표 달성 과정의 적절성 판단 기준(예시) >

수준	전문가 정성평가 판단 수준
高 ↑ ↓ 低	• 성과목표가 계획대로 체계적으로 이루어졌으며, 목표 달성 과정이 다른 기관의 모범이 될 만한 수준
	• 성과목표가 계획대로 이루어졌으며, 목표 달성 과정이 효율적인 수준
	• 성과목표의 대부분이 계획에 맞추어 이루어졌으며, 목표 달성 과정이 일반적인 수준
	• 성과목표의 상당 부분이 계획과 어긋나게 추진되었으며, 일부 목표 달성 과정이 일반적인 수준
	• 성과목표가 계획과 달리 추진되었으며, 목표 달성 과정이 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) 성과목표별 '목표달성도 평가'와 '전문가 정성평가'(단, 공통분야는 통합 정성평가)를 6:4로 합산하여 연구지원 부문 점수 도출

< 연구지원부문 평가점수 산출 예시 > ※ '17년 연구성과계획 수립 기관

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
	연구몰입환경 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

< 연구지원부문 평가점수 산출 예시 > ※ '18년 연구성과계획 수립 기관

영역 (배점)	성과목표(배점)	목표달성도 (60%)		정성평가 (40%)	
		달성도(%)	점수	등급	점수
임무중심형 연구환경 조성 (25)	우수 인력 양성(13)	95	13×0.95×0.6 = 7.41	A	[(75-5)×0.4]*** ×0.75 = 21.00
	연구몰입환경 조성(12)	100	12×1.00×0.6 = 7.20		
효율적 기관운영 (20)	기관 운영의 투명성·효율성(7)	85	7×0.85×0.6 = 3.57		
	연구윤리 및 청렴성(8)	100	8×1.00×0.6 = 4.80		
	연구보안(별도평가)*(5)		(4.50)		
성과관리 활용·확산 (30)	성과관리·활용·확산 체계(10)	80	10×0.80×0.6 = 4.80		
	창업·중소벤처 지원 체계(10)	100	10×1.00×0.6 = 6.00		
	대외협력 및 소통 체계(10)	90	10×0.90×0.6 = 5.40		
현안 대응 및 경영자율** (25)	-			A	25×1.00× 0.75 = 18.75
최종 점수	(7.41+7.20+3.57+4.80+4.80+6.00+5.40)+(4.50)+(21.00+18.75) = 83.43				

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

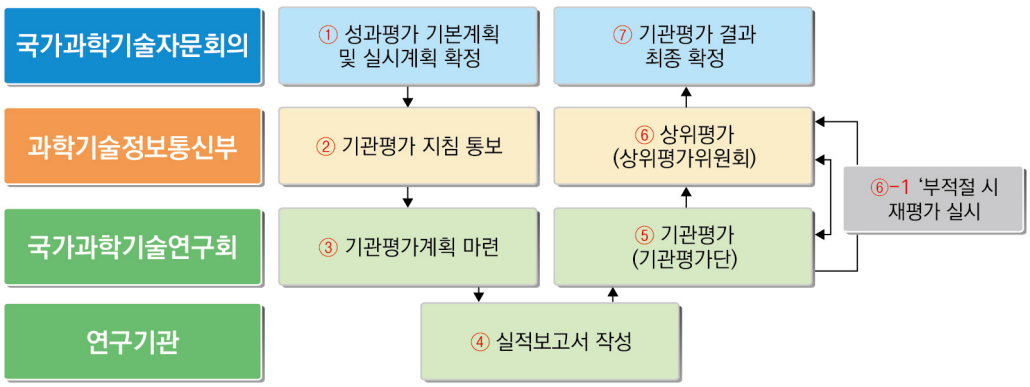
기관평가 등급	매우우수	우수	보통	미흡	매우미흡
종합점수	90점 이상	90점 미만 80점 이상	80점 미만 70점 이상	70점 미만 60점 이상	60점 미만

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 연구부문과 연구지원부문으로 구성·운영

< 평가단 구성 체계 >



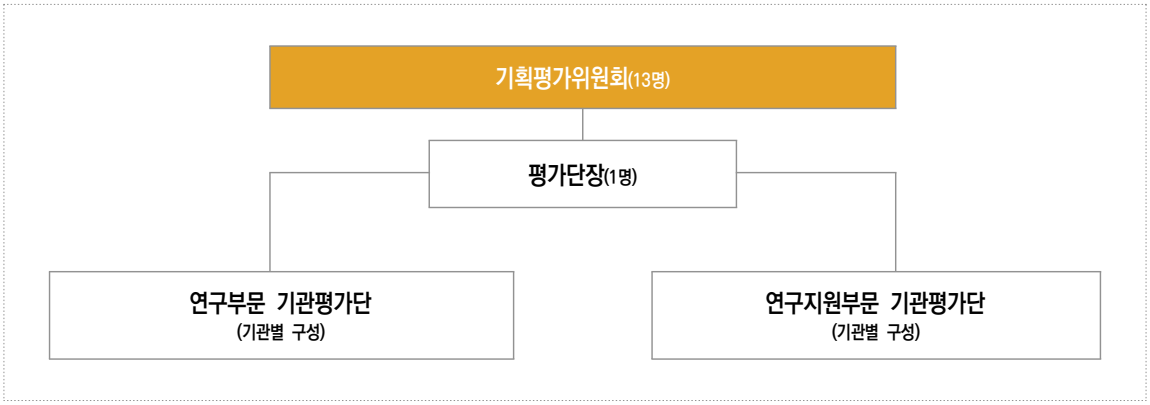
다) 평가위원 선정

- 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 세부분과로 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, 기관 총평 작성, 평가결과(안) 종합 검토
- 간사위원 : 총평(전략목표별, 연구지원부문) 작성, 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여, 평가결과(안) 종합 검토

  ※ 간사위원은 연구부문 전략목표별 1명, 연구지원부문 1명으로 구성
- 평가위원 : 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여

  ※ 평가의 전문성 및 질 향상을 위해 평가지원단 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
⬇	
'19.9. 출연(연) 실적보고서 작성·제출	◦ 출연(연) → 국가과학기술연구회
⬇	
'19.9.~'19.10. 평가실시(서면·현장평가)	◦ 실적보고서 검토 및 평가(서면·현장) ◦ 「종합평가 결과보고서(안)」 마련
⬇	
'19.10.~'19.11. 출연(연) 소명	◦ 출연(연) 소명의견 제시
⬇	
'19.10.~'19.11. 종합평가 결과보고서 수정·보완	◦ 소명결과 검토·반영 ◦ 「종합평가 결과보고서(안)」 수정·보완
⬇	
'19.11. 2019년 종합평가 결과 정부제출	◦ 「2019년 소관연구기관 종합평가 결과(안)」 이사회 의결
⬇	
'19.12. 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·기관운영계획을 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

- **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·지원단(舊.멘토단) 구성	~'19.9월	
▼		
출연(연) 실적보고서 작성·제출	'19.9.10(화)	
▼		
평가단 워크숍	9.20(금)	- 평가방법 O/T
▼		
서면평가	9.21(토)~9.30(월)	
▼		
연구부문 사전검토회의	9.25(수), 9.30(월), 10.1(화)	- 1개 기관 1일
▼		
현장평가	9.26(목), 10.1(화), 10.2(수)	- 1개 기관 1일
▼		
종합회의	9.26(목), 10.1(화), 10.2(수)	- 1개 기관 1일
▼		
평가보고서 작성	9.27(금)~10.21(월)	
▼		
출연(연) 소명의견서 작성	10.22(화)~10.29(화) 10.23(수)~10.30(수) 10.24(목)~10.31(목)	
▼		
소명의견 검토	10.29(화)~11.7(목)	
▼		
대면소명회의	11.5(화)	
▼		
최종검토회의	11.13(수)~11.14(목)	
▼		
기획평가위원회 검토	11.15(금)	- 평가결과(안) 검토
▼		
평가결과 확정 및 정부제출	11월말	- 이사회 의결
▼		
정부 상위평가	~12월 말	

참고 연구 및 연구지원부문 목표구성

□ 연구부문

전략목표	성과목표	배점
전략목표 1. 기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정기반 대응 기술 개발	1-1. [기초·미래선도형] 탄소자원화 융·복합 기술 개발(매우 도전적 성과목표)	13
	1-2. [산업화형] 화학원료 산업융합형 대단위 Package 공정개발	12
	1-3. [공공·인프라형] 2차 미세먼지 저감을 통한 대기환경 개선 기술 개발	5
	소계	30
전략목표 2. 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 개발	2-1. [기초·미래선도형] 신공정 기반 IoT 소자용 스마트 화학소재 개발 (매우 도전적 성과목표)	8
	2-2. [기초·미래선도형] 고안전성 차세대 에너지 소재 개발	6
	2-3. [산업화형] 고성능 환경·분리 소재 개발	6
	소계	20
전략목표 3. 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술 개발	3-1. [산업화형] 건강한 삶을 위한 신물질 파이프라인 확보	9
	3-2. [공공·인프라형] 의료혁신을 위한 신약·진단 인프라 구축(매우 도전적 성과목표)	6
	3-3. [공공·인프라형] 감염병 사회문제 해결을 위한 핵심원천기술 개발	5
	소계	20
전략목표 4. 화학 신산업 창출과 고부가화(고도화)를 위한 미래융합기술 개발	4-1. [산업화형] 미래 자동차용 지속성장형 친환경 소재 기술 개발(매우 도전적 성과목표)	8
	4-2. [산업화형] 신기능 고부가 정밀화학 소재 기술 개발	7
	소계	15
전략목표 5. 사회·산업 요구 대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발	5-1. [공공·인프라형] 데이터기반 화학연구 플랫폼 개발	6
	5-2. [공공·인프라형] 화학 안전 공공기술 플랫폼 개발	3
	5-3. [공공·인프라형] 화학소재산업 기술 솔루션 플랫폼 개발	6
	소계	15
합계		100

□ 연구지원부문

영역	성과목표	배점
영역1. 임무중심형 연구환경 조성	1-1. 우수인력 양성 전략	13
	1-2. 연구몰입 환경 조성	12
	소계	25
영역2. 효율적 기관운영	2-1. 기관 운영의 투명성·효율성	7
	2-2. 연구윤리 및 청렴성	8
	2-3. 연구보안(별도평가)	5
	소계	20
영역3. 성과관리 활용·확산	3-1. 성과관리·활용·확산 체계	10
	3-2. 창업·중소벤처 지원 체계	10
	3-3. 대외협력 및 소통 체계	10
	소계	30
영역4. 현안대응 및 경영 자율	4-1. 과학기술 현안 등 대처 및 추진실적	25
	소계	25
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		
화학연	79.66	77.14	79.16	1.90	-	81.06	우수

* 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)	
화학연	3	1	1	3	2	0	0	0	1.9

* 가점한도는 최대 2점

2. 평가결과 요약

1) 총평

○ 한국화학연구원은 '화학분야 원천기술 개발과 성과확산, 공공인프라 운영을 통해 화학산업 경쟁력 강화 및 신성장산업 창출에 기여'를 목적으로 1976년에 설립된 기관임

- 기관의 주요 임무는 친환경 화학공정기술 연구개발, 신물질 창출 연구개발, 화학 관련 안전·분석·평가·표준화·인증 및 화합물·정보 제공 등을 위한 공공 인프라 구축 및 운영 등임

○ 전 기관장(김성수 원장, 임기 '18.1월~'19.5월) 부임 후, 화학연은 "우리를 위한 화학, 지구를 위한 화학"이라는 비전을 설정하고, 대내외 환경 및 정책 변화를 반영하여 비전 실현을 위한 연구성과계획을 마련함('18.7월)

- 정부 정책 방향, 국내외 산업수요, 학계·연구계의 주요 이슈, 연구소의 주요임무를 반영하여 계획을 수립함

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

- '화학산업 연구경쟁력 강화를 통한 혁신성장과 국가·사회문제 해결'을 경영목표로 설정하고, 이를 달성하기 위해 연구부문은 5대 전략목표*와 14개 성과목표를, 연구지원부문은 4대 영역과 8개의 성과목표로 구성함

  * ① 기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정기반 대응 기술 개발, ② 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 개발, ③ 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술개발, ④ 화학 신산업 창출과 고부가화(고도화)를 위한 미래융합기술개발, ⑤ 사회·산업 요구대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발

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

○ 연구부문 평가에서 목표달성도는 97.39%이며 연구성과의 질적 우수성을 평가하는 전문가 정성평가 결과, 총 15개 성과목표 중 S등급 1개*, A등급 4개, B등급 9개의 평가를 받았음

* (성과목표 2-2) 고안전성 차세대 에너지 소재 개발

○ 연구부문의 우수한 성과목표는 다음과 같음

- 차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발 연구를 통해 페로브스카이트 태양전지 장기 신뢰성 광전변환 효율 20% 및 공인인증 효율 25.2%*를 달성하는 등 세계 최고 수준의 성과를 거둠(성과목표 2-2)

  * NREL(National Renewable Energy Laboratory) BEST Research-Cell Efficiencies Chart 등재

- 신개념 납사/메탄올 하이브리드 촉매분해기술(NMTO)을 개발하여 올레핀 전환 수율 51.6wt%을 달성하였으며, 기존 납사촉매분해기술* 보다 에너지 사용량을 20% 이상 절감하는 성과를 창출함(성과목표 1-2)

  * 스팀납사분해기술(SNC)의 대체 공정으로 세계 최초로 상용화된 기술

○ 또한, 다음과 같은 주요 개선 및 향후 발전방향이 도출되었음

- 탄소계 흡착제 기술 개발은 원천기술에 대한 실증 및 상용화와 관련된 연구인 점을 고려할 때, 흡착제 제조와 관련된 도전적인 연구활동*이 미흡함(성과목표 1-3)

  * 원료물질 제조, 조립화·기능화 기술, 표면 개질 기술, 흡착제 대량화 기술 등

  · 화학 소재 원천기술 확보를 위한 연구 뿐 아니라 기술사업화 및 상용화를 위한 화학 공정 시스템 개발, 운전·실증기술 개발, 격상 설계와 같은 연구 활동에 대한 계획이 필요함

  · 민간기업으로의 적극적인 기술 이전을 위해 개발 기술에 대한 가치평가나 사업의 경제성 평가보고서를 지속적으로 제시할 필요가 있음

- 불소계 소재 개발의 수출 규제 대응 측면에서 보유 기술과 인프라의 적극적인 활용을 통해 국내 산업계에 파급력 있는 성과를 창출할 수 있는 방향으로 보완이 필요함

(성과목표 2-3)

· 국내의 연속식 공정에 의한 불소계 소재 개발은 화학연이 독자적인 기술 개발을 수행해왔으므로 연구활동 추진 시 관련 소재의 다양한 응용 분야를 고려하기 바람

- REACH(화학물질 등록·평가·허가·제한에 관한 제도) 대응 화학물질 확인 및 동질성 분석보고서가 수출 제품에 중요한 이슈이나, REACH 등록 지원건수를 목표로 설정한 것은 질적 우수성 측면에서 보완이 필요함(성과목표 5-2)

· 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용 관련, 규제 화학물질의 수가 많고 지속적으로 증가하는 추세이므로 연구소 및 수요기업과 연계하여 공동 대처하는 것이 효과적임

○ 연구지원부문 평가결과, 목표달성도는 96.08%임

- 주요사업 개편안과 수입구조 포트폴리오를 선제적으로 마련하여 기존 16개 중과제를 10개로 개편하고 '20년 예산에 반영하는 등 기관 R&R을 적극적으로 이행하고자 노력한 점이 인정됨

- 다만, 연구윤리 교육의 다양한 이수방안 마련을 통해 직원 참여율을 제고하는 것은 적절하나 이를 통한 직원의 인식 변화를 모니터링하기 위한 노력이 부족함

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

- (산·학·연 협력 구심체 및 개방형 인력교류 활성화) 산업체의 R&D 혁신역량 강화를 위한 기업 맞춤형 인력교류를 지원*하고, 융합연구 활성화를 위해 산학연 협력 구심체 역할과 개방형 인력교류 활성화에 기여함

* 22개의 중소기업 부설연구소 유치 및 R&D 전주기 지원을 위한 디딤돌 사업, 중소기업 전담인력의 기술지도, 기술혁신형 중소기업 인력지원사업 등

- (중소기업과의 동반성장 및 협력관계 제고) '18년 총 106건의 계약 중 지분투자형 기술실시계약 2건, 실적기술료 방식 계약 6건 등 총 8건의 계약을 체결하여 전년 대비 60%가 증가함

· 또한 이전 기술에 대한 적극적인 사후관리를 통해 '18년 실적기술료 3.9억원(6건), '19.8월까지 실적기술료 4.9억원(3건)을 달성하여 중소기업의 기술 도입 부담 완화 등에 기여함

· 지분투자형, 실적기술료 방식의 기술 이전을 확대하고 중소기업과의 동반성장 및 협력관계를 지속하여 중소기업의 발전에 기여할 것으로 판단됨

- (국제적인 지명도의 지속적인 향상) 프랑스 국립과학연구원(CNRS) 등 8개국 14개

기관이 참여한 컨소시엄 사업을 통해 EU Horizon 2020 대형과제(48개월, 1천만유로 규모) 참여 기회를 확보함

· 또한 MIT와의 공동연구를 통해 페로브스카이트 태양전지의 세계 최고효율 갱신(7번째) 성과를 거두고, 국제공동연구 프로그램인 'GO! KRICT Project'를 통해 해외선진기관과의 국제공동연구에 참여하여 우수 연구실적 성과를 창출하고 있어 화학연구원의 국제적인 지명도가 지속적으로 향상될 것으로 판단됨

- (국민의 생활 속에 친숙한 화학의 대중화) 화학 대중화를 위한 다양한 인식개선 캠페인, 콘텐츠 제작, 행사 체험 등의 사업을 기획·추진하여 화학 성분에 대한 불합리한 공포인 케모포비아(Chemophobia)에 대응하고, 화학의 중요성에 대한 대국민 인식 제고를 위한 노력을 통해 국민 생활 속에 화학이 친숙하게 다가가게 하는 성과를 창출함

○ 연구부문 전략목표별 투입과 성과에 대한 평가의견은 다음과 같음

- 전략목표1(기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정기반 대응 기술 개발)에서는 기후 변화 및 사회·산업 요구 대응을 위한 화학신산업 창출과 고부가화를 위한 친환경 화학 소재·공정 기술 개발을 추진함

· '19년도 기준 전략목표1의 연구비 비중은 전체 연구비의 34.9%, 연구 인력은 전체 연구인원(417명)의 23%(96명)로 5개의 전략목표 중 연구비 비중이 가장 큼

· 탄소자원화 융복합 기술개발(성과목표1-1)과 화학원료 산업융합형 대단위 Package 공정개발(성과목표1-2)을 통해 국가 주력산업인 화학산업의 지속적 성장을 견인하고 에너지 절감 및 국가 온실가스 감축에 크게 기여할 것으로 판단됨

· 또한, 2차 미세먼지 저감을 통한 대기환경 개선기술 개발(성과목표1-3)로 쾌적한 대기환경을 조성하여 국민 질 향상에 크게 기여할 것으로 기대됨

- 전략목표2(4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 개발)에서는 '녹색화학소재개발사업'을 추진하여 선도적으로 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재의 원천기술 개발에 기여함

· '19년도 기준 전략목표2의 연구비 비중은 전체 연구비의 22.2%이며, 연구 인력은 전체 연구인원(417명)의 21.6%(90명)임

· 일본수출 규제로 인한 화학소재 국산화가 시급한 상황에서 수요 맞춤형 소재개발을 통해 미래 유망기술에 대한 선제적 R&D 융합연구를 수행함

- 전략목표3(건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술 개발)에서는 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술 개발을 중점적으로 추진함

· '19년도 기준 전략목표3의 연구비 비중은 전체 연구비의 17.4%이며 연구인력은 전체

연구인원(417명)의 27.8%(116명)로 5개의 전략목표 중 연구인력 비중이 가장 큼

· 세계적인 혁신 신약(first in class) 후보물질인 BBT-401, TNIK, c-Myc 등은 독창적 아이디어의 산물이며 신약개발 성공 시 파급효과는 매우 클 것으로 판단됨

- 전략목표 4(화학 신산업 창출과 고부가화(고도화)를 위한 미래융합기술 개발)에서는 화학 신산업 창출과 고부가화를 위한 미래융합기술 개발을 통해 지속성장이 가능한 친환경 소재에 대한 연구개발을 추진함

· '19년도 기준 전략목표 4의 연구비 비중은 전체 연구비의 12.2%이며, 연구 인력은 전체 연구인원(417명)의 13.2%(55명)임

· 미래 자동차 산업에 반드시 필요한 친환경·경량화 소재개발에 집중적으로 투자하여 국내 자동차 소재산업의 지속적 성장에 적극적으로 기여함

· 또한 환경 및 국민안전에 대한 이슈가 대두되는 시점에 물리·화학적 외부자극에 실시간 감응하는 카멜레온 원천소재를 개발하여 다양한 사회문제 해결에 기여할 수 있는 토대를 조성함

- 전략목표5(사회·산업 요구대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발)에서는 화학연이 보유한 화학물질 표준화 및 산업체 활용 활성화, 규제 화학물질 등록을 위한 분석 보고서 작성을 통한 수출지원 등을 주요 내용으로 함

· '19년도 기준 전략목표5의 연구비 비중은 전체 연구비의 13.3%이며, 연구인력은 전체 연구인원(417명)의 14.4%(60명)임

· 특히, 의약정보 빅데이터 플랫폼 사업(성과목표5-1)은 화학연이 보유한 60만여 종의 화합물을 표준화하고 신약개발이 필요한 화합물을 대여·기탁하여 DB를 계속 확대하고 있음

· 유관기관 간 협력을 통해 약효시험 데이터나 인공지능을 이용한 약물 성능 예측 연구를 추진할 수 있는 생태계 조성에 기여함

○ 한국화학연구원은 다음과 같은 당면과제에 대한 대처방안을 향후 연구개발 및 기관운영 계획에 반영하여 추진할 것을 권고함

- (산·학·연 연구개발의 구심점) 화학분야의 대표 정부출연연구기관으로 대학에서 수행하기 어려운 융복합 집단연구나 기업에서 추진하기 어려운 창의적·도전적 연구를 선도하는 역할을 수행할 필요가 있음

· 바이오와 연계된 R&D의 경우, 화학연의 인력 및 예산이 부족한 상황이므로 한국생명공학연구원 등 유관 기관과의 공동연구를 추진할 수 있는 협력 인프라 구축이 필요하며, 바이오 소재는 국내 연구진에 의한 성공 사례가 전무하므로 해외

연구결과에 대한 충분한 사례조사 후 연구개발을 추진할 것을 권고함

· 일본 수출규제로 화학소재 국산화가 시급한 상황에서 수요 맞춤형 소재 개발은 시의적절하고 향후 국가 경제 발전에 큰 발판이 될 것으로 예상되나, 세계 최고의 성능 수치만을 쫓는 연구에 집중하기보다 산·학·연의 중추적 연결고리로서의 역할 이행이 필요함

· 소재·부품 산업의 밸류 체인을 면밀히 고려하여 일본을 비롯해 특정 국가에 대한 높은 의존도를 탈피할 수 있도록 미래선도형 사업을 주도하는 선도 연구기관으로서의 역할을 수행할 것을 권고함

- (시제품 생산과 실증베드 확보) 화학소재·원천기술 개발에서 더욱 나아가 기술 실증, 격상 설계, 시장 적용성 증대, 대용량화, 설비기술 확보 등을 위한 연구개발이 필요함

· 항암제, 대장염증 치료제 등 기술이전을 통해 전임상·임상에 진입한 신물질의 경우, 시제품으로 생산되어 국민 질 향상에 기여할 수 있도록 체계적인 계획을 마련하여 추진할 필요가 있음

- (빅데이터 활용 지능형 화학소재 및 공정기술 개발 투자) 4차 산업혁명의 핵심 화학기술 개발을 주도하는 국가 대표 연구기관으로서 빅데이터를 활용한 지능형 화학소재 및 공정기술 개발 등에 대해 지속적으로 투자할 필요가 있음

· PubChem에 없는 다량의 고품질 화합물과 사용·품질관리·약효데이터에 대한 공공기관 공유시스템을 보유하고 있다는 화학연의 강점을 활용해서 의약정보 빅데이터 플랫폼 개발사업을 지속적으로 추진하되 활용 사례가 조속히 가시화 될 수 있도록 노력할 필요가 있음

- (성과목표 유형에 부합하는 연구성과 창출) 성과목표 유형을 고려하여 산업화형 과제(예. 2-3 고성능 환경·분리 소재 개발)의 경우, 기초연구에 치중하기 보다 경제적 파급효과(기술료, 시장점유율 확대 등)를 높이는 방향으로 연구개발을 추진할 필요가 있음

- (R&R에 기반한 연구사업계획 및 기관 발전 로드맵 수립) 기관 R&R을 기반으로 주요사업을 조기 개편(중과제 16개 → 10개, 세부과제 44개 → 24개)하는 등 R&R 이행을 위한 기관의 노력이 인정됨

· 다만, 원장 대행 체제로 인한 의사결정의 어려움이 예상되는 바 새로운 경영진 선임 이후 R&R에 기반한 연구사업계획 및 기관 발전 로드맵을 수립할 것을 권고함

- (연구윤리의 인식변화와 효율적인 지원) 연구윤리 교육의 참여율 제고를 위해 다양한 이수방안을 마련하고 있으나, 연구윤리에 대한 구성원들의 인식 변화를 지속적으로

모니터링하고 피드백하는 방안을 마련할 필요가 있음

· 부실학회 참여 방지를 위해 부실학회 선별 방법, 사례 안내를 통한 교육 이상의 조치가 필요하며 이를 기관 내부 연구관리시스템 개선에 반영할 것을 권고함

- (성과관리와 대외 홍보 강화를 위한 체계적인 핵심성과지표 관리) 향후 기관운영평가 시 핵심성과지표별 주요 활동 실적 및 질적인 성과에 대한 평가를 대비하여 활동 실적 및 성과에 대한 상시적인 기록, 모니터링 및 피드백 프로세스가 체계적으로 운영돼야 함

· 이를 위해 전 직원이 공유하고 참여할 수 있는 성과관리시스템을 구축하거나 현행 시스템을 개선하여 기관의 성과 관리를 입체화할 수 있는 방안 마련이 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. 기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정기반 대응 기술 개발(30점)						23.78	**보통 (79.27점)**
1-1. [기초·미래선도형] 탄소자원화 융·복합 기술개발**	13	-	-	B	10.40	10.40	
1-2. [산업화형] 화학원료 산업융합형 대단위 Package 공정개발	12	93.33%	4.48	A	5.40	9.88	
1-3. [공공·인프라형] 2차 미세먼지 저감을 통한 대기환경 개선 기술 개발	5	100%	2.00	B	1.50	3.50	
전략목표 2. 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 개발(20점)						17.40	**우수 (87.00점)**
2-1. [기초·미래선도형] 신공정 기반 IoT 소자용 스마트 화학 소재 개발**	8	-	-	A	7.20	7.20	
2-2. [기초·미래선도형] 고안전성 차세대 에너지 소재 개발	6	100%	2.40	S	3.60	6.00	
2-3. [산업화형] 고성능 환경·분리 소재 개발	6	100%	2.40	B	1.80	4.20	
전략목표 3. 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술 개발(20점)						15.95	**보통 (79.75점)**
3-1. [산업화형] 건강한 삶을 위한 신물질 파이프라인 확보	9	100%	3.60	A	4.05	7.65	
3-2. [공공·인프라형] 의료혁신을 위한 신약·진단 인프라 구축**	6	-	-	B	4.80	4.80	
3-3. [공공·인프라형] 감염병 사회문제 해결을 위한 핵심원천기술 개발	5	100%	2.00	B	1.50	3.50	
전략목표 4. 화학 신산업 창출과 고부가화(고도화)를 위한 미래융합기술 개발(15점)						12.35	**우수 (82.33점)**
4-1. [산업화형] 미래 자동차용 지속성장형 친환경 소재기술 개발**	8	-	-	B	6.40	6.40	
4-2. [산업화형] 신기능 고부가 정밀화학 소재기술 개발	7	100%	2.80	A	3.15	5.95	
전략목표 5. 사회·산업 요구대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발(15점)						10.18	**미흡 (67.87점)**
5-1. [공공·인프라형] 데이터기반 화학연구 플랫폼 개발	6	92.59%	2.22	B	1.80	4.02	
5-2. [공공·인프라형] 화학 안전 공공기술 플랫폼 개발	3	88%	1.06	B	0.90	1.96	
5-3. [공공·인프라형] 화학소재산업 기술 솔루션 플랫폼 개발	6	100%	2.40	B	1.80	4.20	
합 계	100	-	25.36	-	54.30	79.66	-

* 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. 기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정기반 대응 기술 개발	○ (우수한 점) 신개념 납사/메탄올 하이브리드 촉매분해기술(NMTO)을 개발하여 올레핀 전환 수율 51.6wt%을 달성하였으며, 기존 납사촉매분해기술* 보다 에너지 사용량을 20% 이상 절감하는 성과를 창출함 (성과목표 1-2) * 스팀납사분해기술(SNC)의 대체 공정으로 세계 최초로 상용화된 기술 ○ (미흡한 점) 탄소계 흡착제 기술 개발은 원천기술에 대한 실증 및 상용화와 관련된 연구인 점을 고려할 때, 흡착제 제조와 관련된 도전적인 연구활동*이 미흡함 (성과목표 1-3) * 원료물질 제조, 조립화·기능화 기술, 표면 개질 기술, 흡착제 대량화 기술 등
전략목표 2. 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 개발	○ (우수한 점) 차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발 연구를 통해 Perovskite 태양전지 장기 신뢰성 광전변환 효율 20% 및 공인인증 효율 25.2%*를 달성하는 등 세계 최고 수준의 성과를 거둠 (성과목표 2-2) * NREL(National Renewable Energy Laboratory) BEST Research-Cell Efficiencies Chart 등재 ○ (미흡한 점) 불소계 소재 개발의 수출 규제 대응 측면에서 보유 기술과 인프라의 적극적인 활용을 통해 국내 산업계에 파급력 있는 성과를 창출할 수 있는 방향으로 보완이 필요함 (성과목표 2-3)
전략목표 3. 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술개발	○ (우수한 점) 혁신 신약(first in class) 후보물질인 BBT-401, TNIK, c-Myc 등을 개발하였으며, 신물질 비선택성 제초제 '테라도'를 국내기술로 개발·상용화하여 수입에 의존하던 농업 산업의 어려움 극복에 기여함 (성과목표 3-1) ○ (미흡한 점) 제브라피쉬(Zebra fish) 기반의 신약 후보물질 약물성 평가 지원을 3,000건 이상 지원하고 있어 관련 연구활동에 영향을 미칠 수 있으므로 평가 지원 횟수의 적절성에 대한 검토가 필요함 (성과목표 3-2)
전략목표 4. 화학 신산업 창출과 고부가화 (고도화)를 위한 미래융합기술개발	○ (우수한 점) 외부자극 응답 카멜레온 소재 연구를 통해 위·변조 방지에 대응할 수 있는 실시간 고습도 감응 카멜레온 필름을 개발하고 상용화 기술을 확보함 (성과목표 4-2) ○ (미흡한 점) 케모포비아 대응 고기능 바이오소재 기술 관련, 타겟 소재 선정 시 시급성·필요성·시장성 등을 고려한 시장 수요와의 연계성 확보 노력이 부족함 (성과목표 4-2)
전략목표 5. 사회·산업 요구대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발	○ (우수한 점) 의약정보 빅데이터 플랫폼을 개발하여 해외기관들이 보유하지 않은 고유화합물 데이터베이스를 구축하였으며, 약물 성능 예측시스템을 개발해 대내외에 제공함으로써 국내 신약개발 활성화에 기여할 것으로 평가됨 (성과목표 5-1) ○ (미흡한 점) REACH(화학물질 등록·평가·허가·제한에 관한 제도) 대응 화학물질 확인 및 동질성 분석보고서가 수출 제품에 중요한 이슈이나, REACH 등록 지원건수를 목표로 설정한 것은 질적 우수성 측면에서 보완이 필요함 (성과목표 5-2)

3) 연구지원부문

< 연구지원부문 등급·점수표 >

성과목표	배점	목표달성도 평가 (60%)		전문가 정성 평가*(40%)		소계****
		인정비율(%)	점수	등급	점수	
영역 1. 임무중심형 연구환경 조성(25점)						
1-1. 우수인력 양성 전략	13	79.23%	6.18			
1-2. 연구몰입 환경 조성	12	100%	7.20			
영역 2. 효율적 기관운영(20점)						
2-1. 기관 운영의 투명성·효율성	7	100%	4.20			
2-2. 연구윤리 및 청렴성	8	100%	4.80	B	14.00	53.98
2-3. 연구보안(별도 평가**)	5	(4.41)				
영역 3. 성과관리 활용·확산(30점)						
3-1. 성과관리·활용·확산 체계	10	100%	6.00			
3-2. 창업·중소벤처 지원 체계	10	93.33%	5.60			
3-3. 대외협력 및 소통 체계	10	100%	6.00			
영역 4. 현안대응 및 경영 자율(25점)	25	-***		A	18.75	18.75
합 계	100	-	39.98	-	32.75	77.14

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

** '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) 안전환경 시스템 구축을 위해 안전관리 매뉴얼, 성과측정 모니터링, 연구실 안전 내부심사 기준 설정 등 연구실 특성에 맞는 연구실 안전관리 인증체계를 수립·운영함 ○ (미흡한 점) 개인 평가제도의 경우, 제도 개선에 따라 규정 개정은 완료되었으나 질적 개선에 대한 보완사항을 확인하기 어려움
영역2. 효율적 기관운영	○ (우수한 점) 고객만족도 개선을 위해 대외 서비스 제공 부서와 총괄부서 간 협업체계를 강화하여 고객만족도 점수가 지속적으로 증가*하였으며, 특히 취약분야였던 '공동/위탁연구', '코팅 테스트 베드' 부문 등에서 각종 안내를 강화하는 등 기관차원의 적극적인 노력이 인정됨 * ('15년) 87.2점 → ('16년) 87.4점 → ('17년) 88.8점 → ('18년) 89.6점 ○ (미흡한 점) 연구윤리 교육의 다양한 이수방안 마련을 통해 직원 참여율을 제고하는 것은 적절하나 이를 통한 직원 인식 변화에 대한 모니터링 노력이 부족함
영역3. 성과관리 활용·확산	○ (우수한 점) 중소기업과의 동반성장 및 협력관계를 유지하기 위해 지분투자형, 실적기술료 방식의 기술이전을 확대*하고, 기술이전에 대한 적극적인 사후관리를 실시하여 '19.8월까지 실적기술료 4.9억원(3건), 경상기술료 3.6억원(22건)의 성과를 창출함 * '18년 총 106건의 계약 중 지분투자형 기술실시계약 2건, 실적기술료 방식 계약 6건 등 총 8건의 계약 체결 ○ (미흡한 점) 화학대중화 관련 실적이 양적 투입실적(언론보도 횟수, 소셜미디어 이용자 수 등)을 중심으로 관리되고 있어, 홍보 활동의 질적 성과를 측정하기에 적합하지 않으며 목표 수립 시 보완할 필요가 있음
영역4. 현안대응 및 경영자율	○ (우수한 점) 주요사업 개편안과 수입구조 포트폴리오를 선제적으로 마련하여 기존 16개 중과제를 10개로 개편하고 '20년 예산에 반영하는 등 기관 R&R을 적극적으로 이행하고자 노력한 점이 인정됨 ○ (미흡한 점) 국민생활 밀착형 R&D 수행 관련 연구과제 발굴 과정 및 실적 제시가 미흡하며, 지역주민이 포함된 국민들의 눈높이에 맞는 생활밀착형 사업도 발굴·추진할 필요가 있음

제 3 장 평가결과

1. 기관현황

2. 비전 및 경영목표체계

3. 연구부문 평가결과

4. 연구지원부문 평가결과

1. 기관현황

▢ 설립목적

○ 화학 및 관련 융·복합 기술분야의 연구개발과 공공인프라 서비스를 통해 화학산업의 경쟁력 강화 및 국가·사회문제 해결에 기여함을 목적으로 함(한국화학연구원 정관 제2조)

▢ 연혁

○ 1976. 09. : 재단법인 한국화학연구소 설립

○ 2001. 01. : 한국화학연구원으로 명칭 변경

○ 2002. 01. : 부설 안전성평가연구소 설치

○ 2012. 03. : 울산 그린정밀화학연구센터 개소

○ 2016. 05. : KRICT-KIST 유럽 공동연구소 개소

○ 2017. 01. : KRICT 디딤돌 기반구축 사업 준공

○ 2017. 07. : 과학기술정보통신부 국가과학기술연구회 소관

○ 2018. 01. : 5대 김성수 원장 취임

▢ 임무 및 주요기능

○ 친환경 화학공정기술 연구개발

○ 화학소재 연구개발

○ 신물질 창출 연구개발

○ 화학기반 융·복합기술 연구개발

○ 화학 관련 안전·분석·평가·표준화·인증 및 화합물·정보 제공 등을 위한 공공인프라 구축 및 운영

○ 정부, 민간, 법인, 단체 등과 연구개발 협력 및 기술용역 수탁·위탁중소·중견기업 등 관련 산업계 협력·지원과 기술사업화

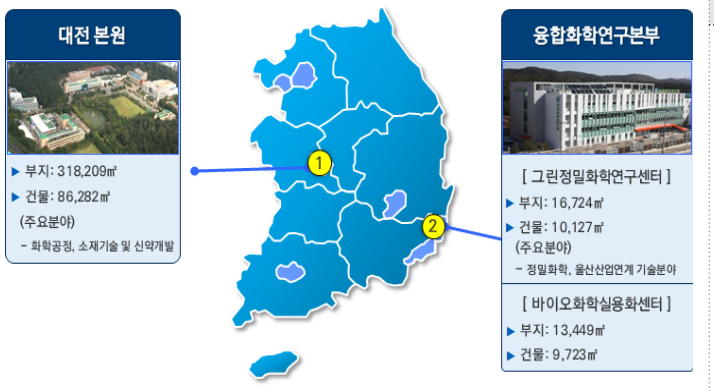
○ 주요 임무 분야의 전문인력 양성 및 관련 기술정책 수립 지원

○ 위 각호의 부대사업 및 기타 연구원의 목적달성을 위하여 필요한 사업

▢ 시설 및 장비 구축현황

○ 소재지 : 대전광역시 유성구 가정로 141

○ 연구시설·장비 현황

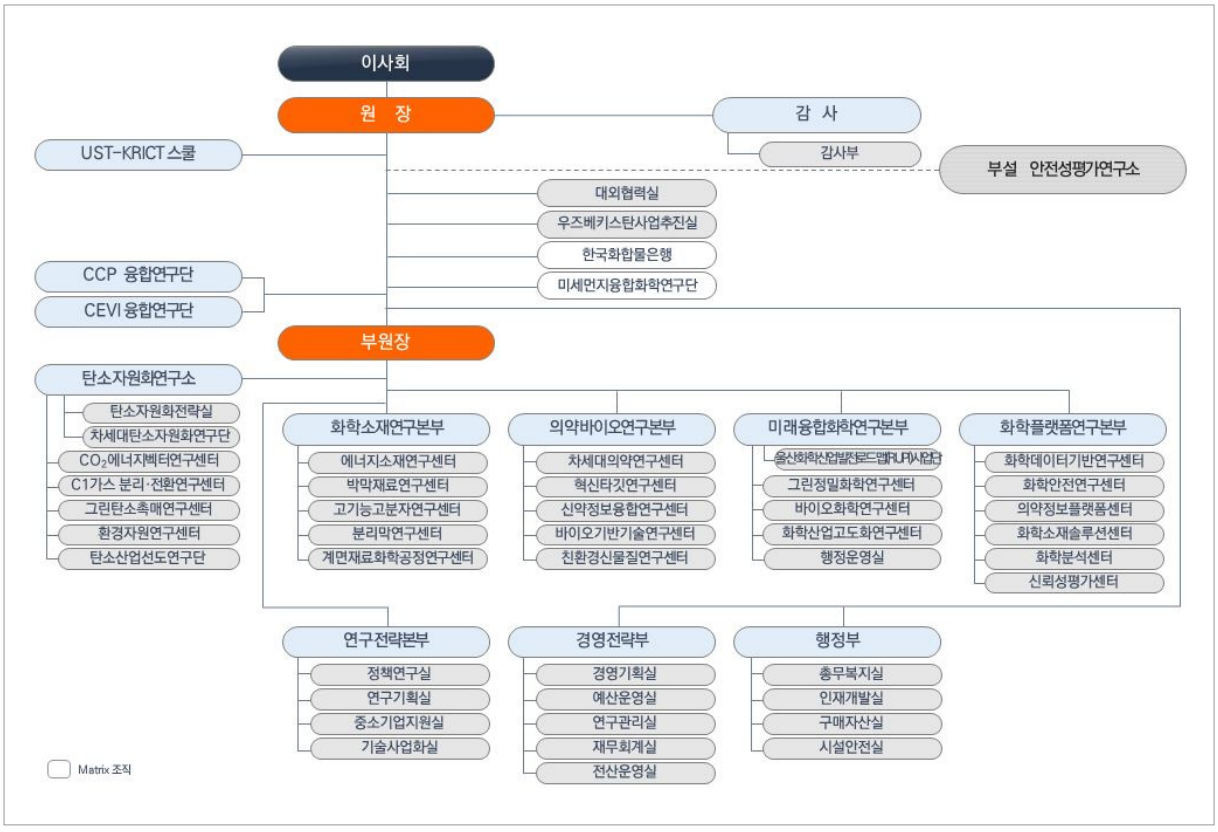


최근 주요 연구(지원) 인프라 구축 현황

- 울산 그린정밀화학연구센터 신축 완공('11.9.20)
- 제9연구동 증축 및 리모델링 완공('12.11.30)
- 바이러스시험연구동 증축 완공('14.3.14)
- 울산 바이오화학실용화센터 신축 완료('14.9.28)
- 원격지 거주자 숙소 환경개선사업 증축 완료('15.9.10)
- 디딤돌 플라자 증축 및 7연구동 리모델링 완공('16.12.24)
- 폐수처리동 증축 완공('18.9.21)

▢ 조직현황

○ 1부원장, 1연구소, 7본부, 6연구단, 23센터, 17실, 1한국화합물은행



▢ 인력현황

(단위 : 명)

구분	임원	연구직	기술직	행정직	기능직	합계
인원	1(1)	317(271)	149(28)	61	45	573(300)
책임급(박사)	1(1)	184(177)	9(1)	18	-	212(179)
선임급(박사)	-	120(94)	2	19	-	141(94)
원 급(박사)	-	13	-	12	-	25
기능급(박사)	-	-	-	-	45	45
무기계약직(박사)	-	-	138(27)	12	-	150(27)

※ '19.8월 기준

▢ 예산현황

(단위 : 백만원)

수입		지출	
항목	금액	항목	금액
1. 정부출연금	77,248	1. 인건비	51,328
ㅇ 기관운영비	33,648	2. 연구직접비	87,077
ㅇ 주요사업비	37,275	3. 경상운영비	11,172
- 친환경 화학공정 기술개발사업	7,474	4. 시설비	6,501
- 고부가가치 녹색 화학소재 개발사업	6,760	5. 기타	3,632
- 미래 신물질 및 융합 화학기술 개발사업	8,522		
- 정밀·바이오화학 실용화 사업	2,546		
- 화학기술 공공인프라 활용 산업지원사업	4,509		
- 미래성장동력 창출 및 기업지원사업	4,848		
- 장비구입비	2,616		
ㅇ 시설비	6,325		
2. 자체수입	80,877		
3. 대체조정	-		
4. 전기이월금	1,585		
계	**159,710**	계	**159,710**

※ '19.8월 기준

2. 비전 및 경영목표체계

비전

우리를 위한 **화학**, **지구**를 위한 **화학**

Chemistry for Us
Chemistry for EARTH
Us : Utilization & Sustainability

경영 목표

· **화학산업 연구경쟁력 강화를 통한 혁신 성장과 국가사회문제 해결**

추진 전략 (핵심가치)

· **추진전략 : 인재 중심 연구경영**
- 도전적 R&D 역량 강화 및 추진
- 공공 사회적 책무 수행
- 연구자 중심 경영 시스템 구축

· **핵심가치**
- Excellence : 수월성
- Publicness : 공공성
- Connection : 연계성

전략 목표

연구부문	연구지원부문
전략목표1. 기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정 기반 대응기술 개발	영역1. 임무중심형 연구환경 조성
전략목표2. 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 개발	영역2. 효율적 기관운영
전략목표3. 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술개발	영역3. 성과관리 활용·확산
전략목표4. 화학 신산업 창출과 고부가화(고도화)를 위한 미래융합기술 개발	영역4. 현안대응 및 경영자율
전략목표5. 사회·산업 요구 대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발	

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. 기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정기반 대응 기술 개발(30점)						23.78	**보통 (79.27점)**
1-1. [기초·미래선도형] 탄소자원화 융·복합 기술개발**	13	-	-	B	10.40	10.40	
1-2. [산업화형] 화학원료 산업융합형 대단위 Package 공정개발	12	93.33%	4.48	A	5.40	9.88	
1-3. [공공·인프라형] 2차 미세먼지 저감을 통한 대기환경 개선 기술 개발	5	100%	2.00	B	1.50	3.50	
전략목표 2. 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 개발(20점)						17.40	**우수 (87.00점)**
2-1. [기초·미래선도형] 신공정 기반 IoT 소자용 스마트 화학 소재 개발**	8	-	-	A	7.20	7.20	
2-2. [기초·미래선도형] 고안전성 차세대 에너지 소재 개발	6	100%	2.40	S	3.60	6.00	
2-3. [산업화형] 고성능 환경·분리 소재 개발	6	100%	2.40	B	1.80	4.20	
전략목표 3. 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심기술개발(20점)						15.95	**보통 (79.75점)**
3-1. [산업화형] 건강한 삶을 위한 신물질 파이프라인 확보	9	100%	3.60	A	4.05	7.65	
3-2. [공공·인프라형] 의료혁신을 위한 신약·진단 인프라 구축**	6	-	-	B	4.80	4.80	
3-3. [공공·인프라형] 감염병 사회문제 해결을 위한 핵심원천기술 개발	5	100%	2.00	B	1.50	3.50	
전략목표 4. 화학 신산업 창출과 고부가화(고도화)를 위한 미래융합기술개발(15점)						12.35	**우수 (82.33점)**
4-1. [산업화형] 미래 자동차용 지속성장형 친환경 소재기술 개발**	8	-	-	B	6.40	6.40	
4-2. [산업화형] 신기능 고부가 정밀화학 소재기술 개발	7	100%	2.80	A	3.15	5.95	
전략목표 5. 사회·산업 요구대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발(15점)						10.18	**미흡 (67.87점)**
5-1. [공공·인프라형] 데이터기반 화학연구 플랫폼 개발	6	92.59%	2.22	B	1.80	4.02	
5-2. [공공·인프라형] 화학 안전 공공기술 플랫폼 개발	3	88%	1.06	B	0.90	1.96	
5-3. [공공·인프라형] 화학소재산업 기술 솔루션 플랫폼 개발	6	100%	2.40	B	1.80	4.20	
합 계	100	-	25.36	-	54.30	79.66	-

* 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
전략목표1	보통 (79.27점)	7,424	22,636	30,060	93	33	126	친환경 화학공정 기술개발사업	황영규
전략목표2	우수 (87.00점)	6,454	12,651	19,105	101	14	115	고부가가치 녹색 화학소재개발사업	정택모
전략목표3	보통 (79.75점)	8,522	6,468	14,990	127	11	138	미래 신물질 및 융합화학 기술개발사업	이 혁
전략목표4	우수 (82.33점)	2,187	8,365	10,552	62	13	75	정밀·바이오화학 실용화사업	박종목
전략목표5	미흡 (67.87점)	4,479	7,024	11,503	67	8	75	화학기술 공공인프라 활용 산업지원사업	이미혜
계	-	29,066	57,144	86,210	450	79	529	-	-

전략목표 1 기후 및 대기환경 변화에 대한 친환경 화학공정기반 대응 기술 개발 (배점 : 30점)

▌성과목표 1-1 ▌탄소자원화 융·복합 기술 개발(배점 : 13점) ※ 매우 도전적인 성과목표, BIG사업

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
광에너지 활용 CO_2 전환 및 고부가 화학제품 생산 기술 개발(태양광 직접 전환 효율, STF) (최종형) 대표지표	6	'18	STF 2.0%	• 현재 세계 유수 연구팀에서 개발중인 순수 태양광 활용 광전환 시스템의 전환율은 자연계 식물의 전환율(STF 0.5~2%)을 능가하지 못하고 있는 실정이며, 도출된 태양광전환효율은 세계최고 수준으로 매우 도전적인 목표임 (Nano Lett. 2015 & Science 2016)	• 광촉매 반응시 인공태양광 조사하에서 태양광 전환 효율 측정(under 1 sun of AM 1.5G simulated sunlight)
		'19.8	STF 2.5%		
		'19.12	STF 2.5%		
		'20	STF 3.0%		
C1가스 고성능 막분리 기술(막분리 효율) (최종형)	4	'18	CO_2 〉20 barrer	• 막선택도 : 분리막으로 CO_2/CO 분리 보고된 예 없으며, 세계 최고 수준의 독일 Evonic사의 P84® 분리막을 자체 측정한 결과 선택도가 20임 • 막투과도(GPU) : 분리막으로 CO_2/CO 분리 보고된 예 없으며, 세계 최고 수준의 독일 Evonic사의 P84® 분리막을 자체 측정한 결과 투과도가 50GPU임 • 분리공정 순도(%) : 철강부생가스로부터 CO_2 막분리 공정 보고된 예 없음	• 각각의 단일가스가 상온, 9bar 이내에서 분리막을 통과하는 양을 측정, 개발된 막모듈이 장착된 공정시스템을 이용하여 Gas chromatography로 측정 * 국제적 저명 논문 및 특허 등으로 제시
		'19.8	CO_2 〉 10 GPU		
		'19.12	CO_2 〉 10 GPU		
		'20	CO_2 〉 50 GPU		
이산화탄소/그린탄소 동시 활용 기초화학원료 제조 기술(모노머 수율) (최종형)	3	'18	30%	• 선진기술은 당량의 Cs2CO3를 이용한 퓨로익산의 용융염 반응을 통한 FDCA 제조 기술(Nature, 2016)로서 퓨로익산으로부터 고수율 모노머(90%)를 제조할 수 있지만, 고온(~260℃), 고압(8 bar CO_2) 반응이며 생성물의 회수 및 고가의 Cs2CO3를 회수하기 위한 고비용 분리·정제 기술 개발이 추가 요구됨. 또한 용융염 반응 특성으로 인해 반응 스케일업이 매우 제한적임. • 이에 본 연구에서는 고효율 불균일 촉매를 사용하여 스케일업 및 연속식 공정기술 개발이 가능한 공융용매를 이용한 모노머 (FDCA) 제조 기술을 개발하고자 함. 본 기술은 현재 미개발된 기술로서 70% 모노머수율 달성(2020년)은 매우 도전적이며 세계최고 수준임	• 기체/액체 크로마토그래피 분석법 및 분광학적 분석법을 이용한 반응 시간에 따른 FDCA 생성량 측정 • 국제적 저명 논문 및 특허 등으로 제시
		'19.8	90% (43%)		
		'19.12	50%		
		'20	70%		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도		정성평가		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
13	-	-	B	10.40	10.40

※ '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		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
광에너지 활용 CO_2 전환 및 고부가 화학제품 생산 기술 개발(태양광 직접 전환 효율, STF) (최종형) 대표지표	6	'18	• STF 2.0%	• STF 2.0%			
		'19.8	• STF 2.5%	• STF 2.5%			

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
C1가스 고성능 막분리 기술(막분리 효율) (최종형)	4	'18	• CO_2 〉20 barrer	• CO_2 = 110.7 barrer			
		'19.8	• CO_2 〉 10 GPU	• CO_2 = 85 GPU			
이산화탄소/그린탄소 동시 활용 기초화학원료 제조 기술(모노머 수율) (최종형)	3	'18	• 30%	• 34%			
		'19.8	• 90% (43%)	• 90% (69%)			

전문가 정성평가

성과의 질적 우수성	목표 달성 과정의 적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	B	**유지** / 강등	B

성과의 질적 우수성 …

○ 광에너지 활용 CO_2 전환 및 고부가 화학제품 생산 기술 개발 관련, 기존의 태양광 이용 단일광 촉매 시스템이 낮은 CO_2 전환효율 및 선택성을 갖고 있는 점을 극복하기 위해 고효율 가시광 광촉매 및 고선택적 광직접 전환 화합물 제조 시스템을 개발함

- 기존 입자형 광촉매의 단점을 극복하고 획기적인 효율 향상을 위해 고정화된 광촉매 형태를 지닌 필름 및 고분자 성상의 광촉매를 개발함
- 일본 Panasonic社 PVs·PEC 기반 기술의 STF* 1%**, 일본 Toyota社 PECs 기반 기술의 0.14%에 비해 높은 수준의 STF 2.5%를 달성하여, 광반응 시스템 요소기술을 확보함으로써 높은 광에너지 전환효율(CO_2에서 포름산 제조 반응 기준)을 달성한 점이 인정됨

  * STF(Solar to Fuel) : 태양 가시광을 직접 활용하는 효율 정도를 표시하는 대표 성능지표, 순수 태양광 에너지를 활용하는 반응시스템의 직접적인 성능지표로 활용

  ** Applied Physics Letters, 2015
- 인공광합성 핵심인 필름형 2D COF 광촉매의 광 전하 생성 순간을 포착하여 광촉매 상의 빛 에너지에 의해 생성된 광전자 전달 매커니즘을 펨토초 분광법을 이용하여 세계 최초*로 규명함

  * Nature Communications, 2019
- 수소 및 고부가 화학제품 동시생산을 위한 전기화학 촉매 반응기술 개발은 '18년 국가연구개발 우수성과 100선으로 선정되는 성과를 거둠
- 다만, 연구 산출물이 논문 외에 국내 특허 등록 1건 밖에 없어 추후 기술 활용 활동의 확대가 필요함

○ C1가스* 고성능 막분리 기술 관련 CO_2/CO 분리를 위한 CO_2 투과도 85GPU**(CO_2/CO 선택도 43.4 기준)는 미국 Air Products & Chemicals社 폴리설폰*** 중공사막**** 분리막*****의 투과도 100GPU(CO_2/CO 선택도 20 기준)와 비교할 때, 비슷한 투과도 성능을 유지하면서 뛰어난 선택도를 보여 차별화된 성과로 평가됨

* 셰일가스를 비롯해 이산화탄소(CO_2), 일산화탄소(CO), 바이오가스 유래 메탄(CH_4)처럼 탄소의 개수가 1개인 가스

** GPU(Gas Permeation Unit) : C1가스 막분리 기술에서 복합막 투과도를 나타내는 단위로 기체가 복합막을 얼마나 빨리 투과하는지 나타냄

*** 폴리설폰(Polysulfone) : 폴리설폰계열에 속해있는 투명한 열가소성 플라스틱으로, 밝은 갈색을 띠며 기계적 강도와 강성이 높은 고내열 소재

**** 중공사막(Hollow-Fiber Membrane) : 중공 섬유 형태의 반투과성 장벽 을 함유하는 인공 막

***** 분리막(Separation Membrane) : 혼합물로부터 선택적으로 특정성분을 분리할 수 있는 물리적 경계층(barrier)

- 철강·화학산업의 부생가스*에서 고부가가치 화학 원료를 고순도로 분리·회수할 수 있는 새로운 기체분리막 원천소재를 확보하고 막분리 공정을 개발함

  * 제품 생산 공정에서 필요로 하는 화학 원료 외에 부산물로 발생하는 가스

- 기존 철강, 화학, 환경 산업에서 배출되는 다성분 부생가스들은 폐기되거나 저부가가치 연소 발전으로 활용이 국한되었으나, 고선택도 고투과성 분리막 기술 적용을 통한 고순도 화학연료 생산으로 고부가가치화를 가능하게 함

- 다만, 막 공정 에너지 저감, 분리막 운전 내구성 증진 등에 대한 기술 개발 활동의 확대가 필요하며, 현재 기술 개발 성과들은 분리막 소재 원천 기술 및 현장 적용을 위한 다단막 공정 개발에 치중되어 있음

○ 이산화탄소/그린탄소* 동시 활용 기초화학원료 제조 기술 관련, 퓨로익산** 유도체와 이산화탄소를 동시 활용하여 FDCA*** 제조와 관련된 소재 원천 기술을 개발함

* 그린탄소 : 동·식물로부터 유래한 유기물질로서 에너지 및 물질의 재활용 원료로 사용가능한 물질

** 퓨로익산(2-Furoic acid) : 헤미셀룰로스(Hemicellulose)를 구성하는 자일란(Xylan)의 화학적 변화를 통해 얻을 수 있는 물질로 음식물의 보존제 또는 첨가제로 사용됨

*** FDCA(2,5-furandicarboxylic acid) : 푸란디카르복실산. 페트병(PET)의 주요 소재

- 기존기술인 CO_2 광합성으로 생성된 글로코스* 기반의 FDCA 제조는 중간체 HMF**의 낮은 화학 안정성 때문에 대량 생산이 어려운 점이 있었으나,

  * 글로코스(Glucose) : 포도당으로 불리는 물질로 주로 식물 또는 해조류에서 광합성을 통해서 합성됨

  ** HMF(Hydroxymethylfurfural) : 당(sugar)에서 탈수화 반응을 거쳐 얻을 수 있는 물질로서 연료 또는 화합원료로 전환할 수 있는 중요한 그린탄소원

- 간접적 이산화탄소 전환을 통해 FDCA 수율 90%*를 달성하고, 직접적 이산화탄소 전환을 통해 FDCA 수율 69%**를 달성하는 등 미국 스탠포드대학과 위스콘신대학의 바이오모노머 제조 기술과 비교하여 동등한 수준 이상의 성과를 거둔 것으로 판단됨

  * 간접적 이산화탄소 전환을 통한 FDCA 제조 기술 지표로 미국 스탠포드 대학은 90% 수준

  ** 직접적 이산화탄소 전환을 통한 FDCA 제조 기술 지표로 미국 위스콘신 대학은 65% 수준

- 다만 연구산출물이 논문 2건 외에 국내 특허 등록 1건 밖에 없어 추후 기술 활용의 확대가 필요함

【출처】 계획서 pp.50~56, 실적보고서 pp.28~36, 증빙자료 pp.3~9,38,39,49~62, 추가자료

목표 달성 과정의 적절성 …

○ 광에너지 활용 CO_2 전환 및 고부가 화학제품 생산 기술 개발 관련, 광촉매 원자 수준 최적 설계를 위한 광촉매 특성 해석 및 태양광 에너지 변환 기작 해석 등 최신 기법을 효율적으로 연계하여 통합 연구를 수행함

- 이를 통해 넓은 파장대의 태양광 에너지를 활용할 수 있는 소재 개발, 태양광 에너지의 전환 효율 극대화 및 태양광만으로 가능한 고효율·고선택성 전환 반응이 가능한 광촉매 개발에 기여함
- 다만 소재 원천 기술 확보 외에 규모 격상 및 시스템 연구 등 공정 연계 연구 활동 확대가 필요함
- 광전자 전달 메커니즘 분석 및 광촉매 개발 이외에, 향후 고부가 화합물 제조를 위한 공정 및 시스템 연구 개발을 병행할 필요가 있음

○ C1가스 고성능 막분리 기술 관련, 다혼성 분리 기술을 개발하고자 국내·외의 기체 분리막 기업 및 연구기관들과의 기술협력을 통해 기술 상용화 활동을 수행함

- 산업 부생가스로부터 고순도 화학연료를 확보하여 기초 화학연료 제조 기술 확보에 기여하였으며, 조기 상용화 및 실증 가능성을 높인 점이 인정됨
- 다만 막 소재 개발 연구와 병행하여 막 분리 공정 개발 활동의 확대가 필요함
- 막 설비 제작, 시스템 통합, 운전 및 실증 기술 개발의 확대를 통해 추후 관련 기업의 시장 진출을 지원할 필요가 있음

○ 이산화탄소/그린탄소 동시 활용 기초화학원료 제조 기술 관련, 소재 원천 기술 개발 외에 상용화 및 공정개발 연구와 관련 성과 활용의 확대가 필요함

- 실적보고서에 제시된 연구 논문 및 등록 특허는 FDCA 제조 관련된 핵심제조 기술 외, FDCA 통합제조 공정 및 전/후방 관련 기술들에 대한 통합적 연구 개발 확대가 필요함
- FDCA 수요기업(CJ 제일제당)의 의견서는 있으나, 공동연구 추진에 앞서 시행할 필요가 있는 타당성 조사에 대한 결과가 없음

【출처】 실적보고서 pp.28~36, 증빙자료 pp.49~62, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 추후 C1가스 고성능 막분리 기술 관련, 산학연 융합연구, 수요기업 연계 연구 등의 확대를 통해 막 모듈화 기술·막 공정 에너지 저감, 분리막 운전 내구성 증진 등에 대한 기술 개발 확대 추진이 필요함

- 사업 최종년도에는 수요기업과 연계를 통해 C1가스 고성능 막분리 공정 기술 개발의 확대* 추진이 필요함

  * ① 막 모듈화 기술 및 실증: bench scale 성능 평가 및 검증, ② 막 공정 에너지 절감: 해외선도기관 막 공정 대비 10% 이상 절감, ③막 운전 내구성 증진: bench scale 내구성 평가 및 실증

○ 향후 연구사업계획 수립 시 'C1가스 고성능 막분리 기술(막분리 효율)'의 기체 분리막 분리 효율은 투과도와 선택도를 함께 목표로 제시하는 것이 바람직함 (CO_2 투과도는 100 GPU 이상, CO_2/CO 선택도는 30 이상)

○ 이산화탄소/그린탄소 동시 활용 기초화학원료 제조 기술 관련, 수요기업과의 협업을 통해 FDCA를 상업적으로 제조하기 위한 타당성 조사를 수행할 필요가 있음

【출처】 실적보고서 pp.28, 추가자료

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 1-1-1 '광에너지 활용 CO_2 전환 및 고부가 화학제품 생산 기술 개발(태양광 직접 전환 효율, STF)'의 실적 증빙으로 제시한 자료*의 객관성이 확인되지 않아 추가자료를 통해 확인함

  * 특허성과 1건에 대한 증빙 확인 불가, 공인측정장비에 의한 자체측정 결과 증빙에서 공인측정장비(GC)에 관한 객관성이 미흡, 자료의 출처가 불분명 등

  · 또한, 생성물 포름산의 양이 매우 작은 소량이므로 생성량 측정값에 대한 신뢰도 확보 및 객관적 근거 제시가 미흡하여 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 1-1-2 'C1가스 고성능 막분리 기술(막분리 효율)'의 특허성과 15건(국내 14건, 국외1건), 기술이전 성과 2건, 환경부 장관상 수상에 대한 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 1-1-3 '이산화탄소/그린탄소 동시 활용 기초화학원료 제조 기술(모노머 수율)'의 실적 증빙으로 제시한 자료의 출처가 불분명하고, 특허등록 1건에 대한 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

▌성과목표 1-2 ▌화학원료 산업융합형 대단위 Package 공정 개발(배점 : 12점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
에너지절감형 올레핀 생산 신기술 (경질 올레핀 생산 수율) (최종형)	5	'18	45wt%(bench scale)	• 나프타와 메탄올을 혼합한 접촉분해기술을 상용화한 사례는 없으며, 이와 유사공정인 메탄올로부터 경질올레핀을 생산하는 미국 UOP 사의 hydro MTO 기술이 약 34 wt%의 경질올레핀을 생산할 수 있는 것으로 보고됨 (Nexant Thinking TM, Ethylene, PERP(2013))	• 고정층 반응기, 파우더 촉매, 650℃, 0.1 MPa, 스티밍 처리된 파우더 촉매(스티밍 조건 : 760℃, 24 h, 100 % steam), WHSV=12.2 h-1
		'19.8	49wt%(bench scale)		
		'19.12	51wt%		
		'20	55wt%		
에너지절감형 올레핀/파라핀 분리 (프로필렌 생산성) (최종형)	4	'18	4.5mol/kg·h(bench scale)	• 현재 상용공정은 증류분리 공정으로 흡착분리 공정은 상용화 사례 없으며 상용화에 근접한 흡착분리 공정은 포르투갈의 Univ. Porto에서 보고한바 있는 Zeolite 13X 흡착제를 적용한 PVSA 공정으로 프로필렌 생산성은 약 2.0 mol/kg·h 수준임 (Sep. & Pur. Tech. 2014 (13) 452)	• 흡착제 적용된 PVSA 공정 운전을 통한 분리성능 및 경제성 평가
		'19.8	4.8mol/kg·h(bench scale)		
		'19.12	5.0mol/kg·h		
		'20	6.0mol/kg·h		
저급 중질유분 고도화 (중질유분 고도화 수첨분해 촉매 사용량) (최종형)	3	'18	165ppm	• 중질유분의 슬러리상 수첨분해 공정 중에서 Mo계 친유성 분산촉매를 사용한 상용화에 매우 근접한 기술은 이태리의 Eni가 개발한 EST 공정(23,000 BPD 규모의 demo plant 수준)으로, Mo 기준 165 ppm의 촉매만이 make-up되는 것으로 보고됨 (Eni 자료 : IRPC, 2016)	• Recycle을 포함한 중질유분 고도화 반응 실험을 통한 촉매 성능 평가
		'19.8	161.7ppm		
		'19.12	160ppm		
		'20	150ppm		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
12	93.33%	4.48	A	5.40	9.88

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
에너지절감형 올레핀 생산 신기술 (경질 올레핀 생산 수율) (최종형)	5	'18	• 45wt%(bench scale)	• 36wt%(bench scale)	-	100%	93.33%
		'19.8	• 49wt%(bench scale)	• 51.6wt%(bench scale)	좌동		
에너지절감형 올레핀/파라핀 분리 (프로필렌 생산성) (최종형)	4	'18	• 4.5mol/kg·h (bench scale)	• 〉 4.5mol/kg·h(lab scale)	-	80.00%	
		'19.8	• 4.8mol/kg·h (bench scale)	• 〉 5mol/kg·h (mini-bench scale)	좌동		
저급 중질유분 고도화 (중질유분 고도화 수첨분해 촉매 사용량) (최종형)	3	'18	• 165ppm	• 165ppm	-	100%	
		'19.8	• 161.7ppm	• 160ppm	좌동		
① 지표별 달성도	□ 에너지절감형 올레핀 생산 신기술 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표×100 · (51.6/49)x100≥100% · 총 달성도 : 100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인하여 성과로 인정함						

	□ 에너지절감형 올레핀/파라핀 분리 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 목표달성에 대한 불확실성을 추정하는 방법으로 다음의 두 가지 평가 방법이 Scale-down에 의한 실험에 대해 평가할 수 있는 타당한 방법으로 판단하여 20%p를 차감함 · Scale-up/down에 따른 비용 산출에 일반적으로 사용되는 Six-tenths룰 (정확도 ±20%)을 사용 : 실험 흡착제 부피 250ml, 계획(목표) 흡착제 부피 500ml로부터 +20% 반영하여 (250/500)^0.6 * 1.2 = 0.79 ※ Preliminary (budget, scope) estimate의 경우 일반적으로 받아들여지는 정확성(Accuracy) ±20% 사용 ex) US DOE CO2 capture 경제성 평가 시 공정 scale-up에 따른 설계 불확실성을 반영하여 설비 규모의 8% -36% 수준의 불확실성 (contingency)을 적용함 (참고문헌: DOE/NETL Report #2015/1723) ㅇ 인정 성과(d=c-b) - 80% ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 총 달성도 : 80.00%
	□ 저급 중질유분 고도화 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 총 달성도 : 100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인하여 성과로 인정함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%x5/12)+(80.00%x4/12)+(100%x3/12)= 93.33%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.37~44 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.63~68 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 에너지 절감형 올레핀 생산 신기술 관련 납사촉매분해기술(K-COT™)*보다 에너지 사용량을 20% 이상 절감 할 수 있는 신개념 납사/메탄올 하이브리드 촉매분해 기술(NMTO)** 개발로 국외 3건, 국내 1건의 특허를 등록함

* 납사촉매분해기술(K-COT™) : 납사(Naphtha : 끓는점 범위가 30도에서 130도 사이에 해당되는 탄화수소)를 고체산 촉매와 접촉 분해하여 올레핀을 생산하는 기술(K-COT™ : KBR社의 상용공정)

** 납사/메탄올 하이브리드 촉매분해 기술(Naphtha & Methanol To Olefins, NMTO) : 납사와 메탄올 혼합원료를 촉매를 이용하여 올레핀을 생산하는 기술

- 납사/메탄올 하이브리드 접촉분해반응 기술은 경질올레핀* 수율 51.6wt%로 당초 목표치를 초과 달성하는 등 미국 퍼시픽대의 MTO 공정 올레핀 수율 34wt%보다 앞선 수준의 올레핀 전환 수율을 달성함

* 나프타 분해로 얻어지는 에틸렌 프로필렌 부텐으로 경질 올레핀은 합성수지, 합성고무, 알코올 등과 같은 다양한 화학제품 제조에 필수인 석유화학 산업 기초 원료

- 공정 개발팀과의 협업을 통해 에너지 사용량, 경질 올레핀 생산비 절감 효과를 분석하고 공정 전체의 경제성·경쟁력 높은 기술이 개발되었으며 촉매 상용화를 위해 촉매생 산기업 설립 등 적극적 검토가 진행되고 있음
- 논문게재 및 기술이전 실적 등이 미비하여 학술적·산업화적 성과가 미흡한 것으로 판단되나 소재 국산화를 위해 국내 촉매 생산기업 설립을 위한 엔지니어링社와 협업관계를 이어가며 산업화 측면의 노력을 하고 있으며, 지속적인 기술 상용화 활동 확대가 필요함

○ 에너지절감형 올레핀/파라핀 분리 관련, 올레핀/파라핀 분리 공정을 위한 흡착 용량과 선택성이 향상된 새로운 유형의 기체분리용 하이브리드 나노세공체(MOF*) 흡착제 소재 기술 개발로 Nature Energy에 게재하는 학술적 성과를 거둠

* MOF(Metal-Organic Framework) : 초다공성 하이브리드 나노세공체(골격구조에 금속성분과 유기물질의 화학결합으로 형성된 다공성 물질)

- '18년 출연(연) 대표 우수성과 10선 선정되었으며 하이브리드 나노세공제 흡착제 기술이전 3건(총 4.2억) 등 신규시장 개척 및 기술 선도를 도모함
- 포르투갈 Poroto 대학, 프랑스 국립과학연구원(CNRS) 및 포항산업과학연구원(RIST)과의 협력연구를 통해 신개념 에너지절감형 올레핀 분리 원천소재(MOF)를 도입하고 공정 적용 성능을 확보함
- 다만, 동일한 성능을 기준으로 증류 기반 올레핀/파라핀 공정 대비 10% 이상의 에너지 절감 효과가 목표이나 에너지 절감 효과에 대한 구체적 실적 제시가 미흡함
- 소재 원천 기술 확보를 위한 연구 위주로 수행되었으며 에너지 절감 시스템 개발·운전/실증기술 개발·격상 설계연구 등 상용화를 위한 공정 패키지 개발 관련 연구 활동의 확대가 필요함

○ 저급 중질유분* 고도화 관련, 중질유분 고도화 수첨 분해 반응용 고효율 소재 개발로 세계 중질유분 처리 시장 개척 가능성을 확보함

* 중질유분 : API(American Petroleum Institute) 24이하로 아스팔텐, 황, 질소 및 니켈, 바나듐과 같은 금속의 함량이 높아 처리가 어려운 유분

- 중질유분 고도화 수첨 분해 촉매 사용량이 랩 규모에서 세계 최고 수준의 160ppm을 달성함
- 특히, 160ppm은 세계 최고 수준인 이탈리아 석유회사 Eni社 EST 공정*의 make-up 촉매 양 165ppm** 보다 우수한 성능임

* EST 공정(Eni Slurry Technology) : 이탈리아 Eni社가 개발한 중질유분 슬러리상 수첨분해 공정

** 2017 International Refining and Petrochemical Conference, Milano, Italy

- 다만, 비교 대상인 이탈리아 Eni社의 EST 공정은 데모 플랜트급(23,000BPD)으로 화학연의 자체평가 실험 규모와는 차이가 있어 소재 기술의 실증 및 격상화 연구 개발을 가속할 필요가 있음
- 소재 원천 기술 확보를 위한 랩 규모 연구 활동을 통해 대단위 패키지 공정 개발 및 기술 이전을 위한 산업체와의 협력이 필요함

【출처】 계획서 pp.50~60, 실적보고서 pp.37~44, 증빙자료 pp.3~9,39~40,43,63~68, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 에너지절감형 올레핀 생산 신기술 관련, 신 촉매 기술 개발*은 스팀납사 분해공정 (에너지 다소비 공정)을 대체하기 위한 상용화 공정인 K-COT™보다 에너지 사용량을 20% 이상 절감하는 혁신성 있는 목표로 판단됨

* 납사분해공정(650°C, 흡열)과 메탄올 분해공정 (400°C, 발열)의 두 원료를 같은 반응조건에서 동시에 경질 올레핀을 생산

- 향후 연구사업계획 수립 시 Riser 반응부에서 올레핀을 안정적으로 회수할 수 있는 반응조건 확립이 요구됨

○ 에너지절감형 올레핀/파라핀 분리 관련, 전통적인 증류 기반의 올레핀/파라핀 분리 공정이 아닌 기존 사례가 없는 흡착분리 공정을 혁신적인 MOF 신소재를 적용한 기술 개발로 분리성능을 확보함

- 다만 '19년 목표가 bench scale에서의 측정값임에도 제시된 실적은 mini-bench scale에서의 값으로 Scale차이에 따른 흡착제 성능평가와 실증연구가 필요함
- 동일한 성능을 기준으로 증류 기반 올레핀/파라핀 공정 대비 10% 이상의 에너지 절감 효과를 목표로 제시하였으므로 화학 산업에서 사용되는 증류 기반 기술과의 비교*를 통해 도전성과 혁신성을 부각시키기 위한 노력이 필요함

* 분리 성능, 에너지 소모량 및 경제성 등을 추가 고려

○ 저급 중질유분 고도화 관련, 기존 상용공정으로 처리가 어려운 아스팔텐 고함유 유분의 고부가화 촉매 개발을 통해 시장 경쟁력을 확보한 것은 도전적인 목표로 판단됨

- 기존 고정층 반응기 형태의 상용공정 전환율은 50% 수준이나 분산촉매를 활용한 슬러리상 수첨분해 반응 공정 개발을 통해 세계 최고 수준(95%)의 전환율을 확보하고자 한 것은 도전적임
- 고온 고압의 수첨반응을 회분식반응기에서 실시하였으나, 향후 상업적 측면을 고려하여 연속 대량 처리가 가능한 관형 반응기 등을 활용한 목표설정이 바람직함

【출처】 계획서 pp.50~56, 실적보고서 pp.37~44, 증빙자료 pp.63~68, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 에너지절감형 올레핀 생산 신기술 관련, NMTO 촉매 분해 기술에서 메탄올 첨가에 의한 에너지 절감과 촉매 성능에 의한 에너지 절감의 크기 비교 등 에너지 절감에 기여하는 부분을 분리하여 체계적으로 목표를 달성하는 것이 필요함

- 촉매 상용화 제조기술 개발과 기술이전을 위한 적극적인 검토가 필요함

○ 에너지절감형 올레핀/파라핀 분리 관련 연구 성과에 대한 파생기술이 많으나, 목표와 직접적 연관된 논문, 특허 및 기술이전 실적 제시가 필요함

- 하이브리드 나노세공체 MOF 소재 생산 기술, 파일롯 운전 및 실증, 공정 패키지화와 관련하여 소재-공정 융합형 연구 확대가 필요함
- 공정 개발팀과의 협업을 통해 기존 증류기반 공정과 개발된 공정기술 간 기술 우위성 검토가 필요함

○ 저급 중질유분 고도화 관련 국내 특허 등록 2건의 실적이 있으나, 상업적 측면을 고려하여 피드 맞춤형 촉매 설계기술 개발 연구 확대, 촉매 생산 기술, 공정 Scale-up 연구 진행을 위해 수요기업과 적극적 협업이 필요함

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 1-2-1 '에너지절감형 올레핀 생산 신기술'의 실적증빙으로 제시한 자료의 출처가 불분명하나 현장평가 시 실험설비 확인 및 현장인터뷰를 통해 해당 실적을 확인함
- 성과지표 1-2-2 '에너지절감형 올레핀/파라핀 분리'의 실적에 대한 객관적 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함
- 성과지표 1-2-3 '저급 중질유분 고도화'의 실적에 대한 객관적 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

▮ 성과목표 1-3 ▮ 2차 미세먼지 저감을 통한 대기환경 개선 기술 개발(배점 : 5점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
미세먼지 2차 유발원 배출 저감 신촉매 기술 개발(요소수 SCR 대비 탈질성능) (최종형)	3	'18	80%	• 촉매를 이용한 질소산화물 저감기술 (희박연소) 중 가장 성능이 높은 요소수 SCR 기술을 대체하기 위한 신개념 촉매 탈질 기술임 * [참고문헌] www.dieselnet.com • 기존 보급이 불가능한 국내 연안선박 질소산화물 저감장치용 신규 촉매 기술로, 보급시 약 1700톤 미세먼지 전구체 저감 (5년보급시 경제적 이익 2.3조 예상) * [참고문헌] "이동원 발생 미세먼지 대응기술 개발" '16-'17 다부처공동기획사업 보고서 • 해외 유사기관에서 수행된 촉매 성능을 기반으로 목표치 산출 * [참고문헌] 1) Emiss. Control. Sci. Technol. 2 (2016) 10 2) Energy. Environ. Sci. 5 (2012) 8799 3) Catal. Lett. 118 (2007) 159	• 보유 반응시스템에서 자체 성능평가 및 외부 수요기관 또는 전문가 검증
		'19.8	86.7%		
		'19.12	90%		
		'20	100%		
미세먼지 2차 발생원 제거 탄소계 흡착제 기술 개발(유해가스 흡착 제거능) (최종형)	2	'18	60%	• 부수적 환경오염 잠재성이 높은 산업계 부산물 기반의 흡착제를 활용하여, 도로변 대기환경에서 적용한 사례가 없음 • '22년 국내 미세먼지 저감 목표 30% 달성 중 산업분야 활용기술 ('17년 미세먼지 종합관리대책) • 일부 활성탄을 활용하여 모사환경이 아닌 대상가스만을 활용하여 실험한 일부 보고가 있음 * [참고논문] Yi et al. Fuel Processing Technology 137 (2015) 8-15 * [참고특허] Yoshihiro et al. United States Patent Number 5,186,914	• 보유 성능평가 장비에서 자체 성능평가 및 전문가 입회 실험 혹은 외부 수요기관 검증
		'19.8	66.7%		
		'19.12	70%		
		'20	80%		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
5	100%	2.00	B	1.50	3.50

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
미세먼지 2차 유발원 배출 저감 신촉매 기술 개발(요소수 SCR 대비 탈질성능) (최종형)	3	'18	• 80%	• 88%	-	100%	100%
		'19.8	• 86.67%	• 91%	좌동		
미세먼지 2차 발생원 제거 탄소계 흡착제 기술 개발(유해가스 흡착 제거능) (최종형)	2	'18	• 60%	• 60.3%	-	100%	
		'19.8	• 66.67%	• 67.4%	좌동		

① 지표별 달성도	□ 미세먼지 2차 유발원 배출 저감 신촉매 기술 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관에서 제시한 목표치인 86.7%를 소수점 두 자리인 86.67%로 변환하여 검토함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · (91/86.67)x100%≥100% · 총 달성도 : 100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인하여 성과로 인정함
	□ 미세먼지 2차 발생원 제거 탄소계 흡착제 기술 개발(유해가스 흡착 제거능) ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관에서 제시한 목표치인 66.7%를 소수점 두 자리인 66.67%로 변환하여 검토함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · (67.4/66.67)x100%≥100% · 총 달성도 : 100% ※ KCL 시험성적서를 확인하였으며 미세먼지 2차 발생원은 유발원 배출 가스 등이 대기중 화학반응에 의해 발생된 미세먼지인데 본 실험에서는 PM2.5 보다 작은 지름의 0.3㎛ 입자를 사용하여 여과와 흡착을 동시에 수행하여 94% 이상 제거할 수 있음을 제시함 ※ 전문가 입회 분석평가서에는 기관이 성과로 제시한 67.4% 수치는 없으나, F-AC 흡착제로 SO_2가스와 NO 가스 흡착 실험 결과, 각각 69.39%와 67.13%의 제거율 데이터를 제시(목표 66.67% 이상)하여 지표별 인정 달성도에는 부합함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%x3/5)+(100%x2/5)= 100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.45~51 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.69~76 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 미세먼지 2차 유발원 배출 저감 신촉매 기술 개발 관련, 미세먼지의 원인인 질소산화물과 휘발성 유기화합물을 저감하는 신개념 고성능 촉매 기술과 반응 시스템을 개발함

- 요소수 SCR* 대비 NOx 저감 효율 목표치인 86.7%를 상회하는 91%를 달성하였으며, 이는 캐나다 NRC 연구진이 발표한 60%**보다 우수한 성과임

* SCR(Selective Catalytic Reduction) : 차량 배출 대기오염물질을 줄이기 위해 설치하는 배기가스 저감장치로 선택적 촉매환원법

** Emiss. Control. Sci. Technolo. 2 (2016) 10

- 수요 기업과의 협력 연구를 통해 공동 특허를 확보하고 기술 보급을 조기 달성*하여 촉매 시스템의 단순·컴팩트화, 컨버터화, 엔진 적용성을 검토함
  * 연관 성과로 NDA 체결 3건의 실적이 있음
- 다만, 현재 요소수 SCR 기술은 고가의 기술로 실제 배출량이 높은 노후 설비에 보급이 어렵고 다수의 설비가 복잡하게 구성되어 설치공간이 부족한 배출원에는 적용이 불가능한 기술적 한계가 있음

【출처】 계획서 pp.50~56, 실적보고서 pp.45~51, 증빙자료 pp.7~9,39,43,69~73

목표의 도전성·혁신성 …

○ 미세먼지 2차 유발원 배출 저감 신촉매 기술 개발 관련, 요소수 SCR 탈피형 기술은 현재 SCR 기술의 한계를 극복하고자 시도된 혁신적 신개념 미세먼지 저감기술 개발임
- 다만, 발전소용 SCR 촉매 성능이나 저온 SCR 기술과의 비교치를 제시할 필요가 있음

○ 미세먼지 2차 발생원 제거 탄소계 흡착제 기술 개발과 관련, 저가 공정을 통한 비표면적 향상 기술 개발을 통해 기존 활성탄의 비표면적(~1,000m^2/g)을 20% 이상 향상함
- 고가의 활성탄소섬유*와 유사한 기공 특성(Micropore의 비율 80% 이상)을 갖는 고품질 석유계 피치 기반 탄소흡착제 제조 기술 개발은 도전적임
  * 새로운 타입의 섬유상 흡착제로 천연섬유 또는 인조유기물, 화학섬유를 운료로 소성, 부활시켜 만든 섬유상의 활성탄(기상 오염물질 제거에 효과적)
- 기존 식물계 및 석탄계 탄소 흡착제 원료 수급 문제 해결을 위한 새로운 방법을 제시한 것은 혁신적임
- 다만, 탄소계 흡착제 기술 개발은 원천기술에 대한 실증 및 상용화와 관련된 연구인 점을 고려할 때 흡착제 제조에 관한 도전성 있는 연구 활동*이 미흡함
  * 원료 물질 제조, 조립화·기능화 기술, 표면 개질 기술, 흡착제 대량화 기술, 자동화 기술 등의 연구

【출처】 계획서 pp.50~56, 실적보고서 pp.45~51, 증빙자료 pp.69~73

개선 및 발전 방향

○ 현재 연구소 간 융합연구, 산학연 협력 연구, 수요기업 연계 연구 등의 확대를 통해 연구 성과에 대한 실증 및 상용화 기술 개발 연구를 수행하고 있으나, 향후 이를 더욱 강화할 필요가 있음
- 수요기업과 연계하거나 민간기업으로의 적극적인 기술 이전을 위해 개발 기술에 대한 가치평가나 사업의 경제성 평가보고서를 지속적으로 제시할 필요가 있음

○ 해당 성과목표는 공공·인프라형임에도 불구하고 학술적 성과의 논문의 수준이 상대적으로 높지 않으며(IF 6 이상 논문 없음), 특허 등록 실적이 상대적으로 미흡하므로, 향후에는 질적 우수 논문 및 특허등록 실적 관리가 필요함

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 1-3-2 '미세먼지 2차 발생원 제거 탄소계 흡착제 기술 개발(유해가스 흡착제거능)'의 실적증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함
- 성과지표 1-3-1 '미세먼지 2차 유발원 배출 저감 신촉매 기술 개발(요소수 SCR 대비 탈질성능)'의 실적증빙으로 제시한 자료의 출처가 불분명하나 추가자료로 제출한 외부 수요기관 보고서로 달성도를 평가함

대내외 지적사항 이행실적

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

전략목표 2 4차 산업혁명 신수요 선도를 위한 첨단 화학소재 원천기술 (배점 : 20점)

▌성과목표 2-1 ▌신공정 기반 IoT 소자용 스마트 화학소재 개발(배점 : 8점) ※ 매우 도전적인 목표

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
반도체용 산화물 전구체 및 센서 소재 기술개발 (최종형)	3	'18	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 • 2+α 차원복합소재 합성 면적 : 20×20mm^2, 균일 편차 : 20% 이하	• 반도체용 금속화합물 기반 차원복합소재의 상용화를 위해서는 대면적 합성기술이 반드시 필요하며 최근 세계기술과 비교하여 선도할 수 있는 수준으로 목표치를 설정 - Y. Lim, et al Adv. Mater. 2018, 30, 1705270	• 보유한 필름 면적 측정장비를 이용한 필름의 면적 평가 및 품질 분석 장치를 통한 균일도 평가
		'19.8	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 • 2+α 차원복합소재 합성 면적 : 30×30mm^2, 균일 편차 : 16.7% 이하		
		'19.12	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 • 2+α 차원복합소재 합성 면적 : 30×30mm^2, 균일 편차 : 15% 이하		
		'20	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 • 2+α 차원복합소재 합성 면적 : 50×50mm^2, 균일 편차 : 10% 이하		
IoT 소자용 기능성 코팅 및 필름소재 개발 (최종형)	2	'18	공정온도 : 350℃ @ 내열온도 350℃	• Flexible IoT 소자의 경우, 다양한 유기물들이 적층되는 대면적 용액공정을 요구하고 있어 공정 온도를 250℃ 이하로 낮춰야 하며, 내열성은 최근 전자소자용 기판으로 각광받고 있는 기능성 폴리이미드 소재의 내열온도를(Tg : 330℃, Td,1% : 450˚C) 반영하여 목표치 설정 - 참고 : 특허 KR2015/014576, US9221954B2, US9243119B2	• 공정 온도별 전구체-고분자 전환율을 FTIR과 NMR을 이용하여 평가 • 공정 온도별 고분자 전환율에 따른 필름 또는 코팅 소재의 기계적/전기적 특성 평가
		'19.8	공정온도 : 316.5℃ @ 내열온도 383.5℃		
		'19.12	공정온도 : 300℃ @ 내열온도 400℃		
		'20	공정온도 : 250℃ @ 내열온도 450℃		
인체 모니터링용 원패치 소자 개발 (최종형)	3	'18	성능유지 연신율 〉 20 % (△Signal〉10)	• 3D 프린팅 기반 인체행동 감지소재는 굽힘과 스트레칭 같은 기계적인 변형시 성능이 유지되어야 함. 관련 우수 연구를 기준으로 하여 연신율 성과지표를 설정 - L. Tian, Adv. Func. Mater., 2017, 27, 1701282 - S. Hong, Adv. Func. Mater., 2017, 27, 1704353	• 소자의 성능 변화에 따라 재료가 늘어나는 비율인 연신율 측정
		'19.8	성능유지 연신율 〉 23.3% (△Signal 〉 10)		
		'19.12	성능유지 연신율 〉 25 % (△Signal〉10)		
		'20	성능유지 연신율 〉 30 % (△Signal〉10)		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도		정성평가		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
8	-	-	A	7.20	7.20

※ '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		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
반도체용 산화물 전구체 및 센서 소재 기술개발 (최종형)	3	'18	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 • 2+α 차원복합소재 합성 면적 : 20×20 mm^2, 균일 편차 : 20% 이하	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 : 14종 • 센서용 차원복합소재 합성 면적 : 20×20 mm^2 이상, 균일 편차 : 20% 이하			
		'19.8	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 • 2+α 차원복합소재 합성 면적 : 30×30 mm^2, 균일 편차 : 16.7% 이하	• 고집적, 초절전 반도체 전자 소자용 핵심 소재 합성 : 8종 • 광센서 및 에너지소자용 차원복합소재 합성 면적 : 30×30 mm^2 이상, 균일 편차 : 15% 이하			
IoT 소자용 기능성 코팅 및 필름소재 개발 (최종형)	2	'18	• 공정온도 : 350℃ @ 내열온도 350℃	• 공정온도 : 350℃ @ 내열온도 350℃			
		'19.8	• 공정온도 : 316.5℃ @ 내열온도 383.5℃	• 공정온도 : 300℃ @ 내열온도 385℃			
인체 모니터링용 원패치 소자 개발 (최종형)	3	'18	• 성능유지 연신율 〉 20 % (△Signal)10)	• 성능유지 연신율 〉 20 % (△Signal 〉 10)			
		'19.8	• 성능유지 연신율 〉 23.3% (△Signal 〉 10)	• 성능유지 연신율 〉 70% (△Signal〉 10)			

전문가 정성평가

성과의 질적 우수성	목표 달성 과정의 적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적	최종등급
s ⓐ b c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	A	**유지** / 강등	A

성과의 질적 우수성 …

○ 반도체용 산화물 전구체 및 센서 소재 기술 개발 관련, 2차원 소재의 균일한 연속 성장 기술 측면에서 단일 소재를 뛰어넘은 화합물 2차원 소재(MoS_2, $MoS_{2(1-x)}Se_{2x}$)와 연관성이 있음

- 기존 2차원 소재의 대면적 성장에 대한 연구는 단일 소재인 그래핀*의 연속 대면적 성장 합성 기술이나, 반도체 물성을 보여주는 화합물 2차원 소재의 대면적 합성 기술은 화학연이 유일함

  * 그래핀(Graphene) : 탄소원자들이 벌집 모양으로 얽혀 있는 얇은 막 형태의 나노 소재

- 이는 Si 기반 반도체 소자의 스케일링에 따른 한계점을 뛰어넘는데 필요한 기초 공정 기술을 마련했다는 측면에서 의미가 매우 크며, 학술적 성과로 제시된 논문의 IF 평균이 15.56로 최상위 수준임

- Advanced Materials (IF : 21.95) 2편, Nano Energy (IF : 13.12) 1편, Advanced Functional Materials (IF : 15.621) 1편 등과 같이 질적으로 우수한 저널에 발표함

- 특히 Advanced Materials에 게재된 논문*의 경우 피인용된 횟수 17회(1년 간)로 매우 높은 수준을 보이며 이는 기술의 완성도가 우수한 것을 의미함

  * Roll-to-Roll Production of Layer-Controlled Molybdenum Disulfide : A Platform for 2D Semiconductor-Based Industrial Applications, Advanced Materials, 2018, IF=21.95

- 면적부분(4 inch diameter wafer, 면적 : ~8100mm^2)에서 연속성장 기술로 확대한 부분과 균일도 측면에서 1% 이내의 초균일 박막을 보고한 점에서 성과의 우수성이 인정됨

○ 고분자 유연 절연소재로서 폴리이미드* 합성의 비교기술인 일본 Ube社의 기존 유기용제 기반의 합성법을 기술적으로 능가하는 공정온도와 내열온도를 달성하였음

* 폴리이미드(Polyimid) : 산 이미드 구조를 갖는 중합체의 총칭

- 특히, 유기용제의 한계를 넘어 수계에서도 중합할 수 있는 공정을 개발한 공로는 차별화된 의미가 크며 이러한 신공정의 수계 폴리이미드 중합법을 통해 얻어진 폴리이미드의 물성이 기존 상용화된 유기계에서 얻어진 물성에 근접한 성능 개선을 이루고 있다는 점에서 성과의 질적 우수성이 높음
- 학술적 성과로 제시된 5편 논문의 IF 평균값이 5.816이며, 특히 그중 2편은 해당 학술지의 표지논문*으로 선정될 정도로 우수한 성과를 거둔 것으로 판단됨

* Journal of Materials Chemistry B,2019, IF=5.047 / ACS Macro Letters, 2019, IF=5.775

- 해당 성과목표는 기초·미래선도형임에도 통신소자 제작에 적용 가능한 저유전· 고내열 고분자 소매 및 고방열소재 합성 기술과 관련된 2건의 기술이전* 성과를 창출하여 실용화 측면에서도 우수함

* ㈜한나노텍 17.6백만 원('19.2.28.) / ㈜앨브스바이오켐 30백만 원('19.5.31.)

- 기술적인 측면에서도 유기용매 기반이 아닌 수계에서 동등한 수준의 폴리이미드 소재를 합성한 점에서 질적 우수성이 뛰어남

○ '19.8월까지 달성한 인체모니터링용 전극 소재/기판 구조의 성능유지 연신율* 〉70%과 △Signal〉10은 세계 최고 수준의 KAIST 성과와 동등함

* 인장시험을 통해 시료가 파단 된 이후에 시료가 얼마나 늘어났는지를 판단하기 위한 측정값

- 관련 결과를 JMCC (IF= 6.641), ACSAMI (IF= 8.456)등의 저널에 게재하는 등 매우 도적적 목표로서 학술적 우수성이 인정됨

【출처】 계획서 pp.71~76, 실적보고서 pp.53~62, 증빙자료 pp.77~89, 추가자료

목표 달성 과정의 적절성 …

○ 반도체 전자 소자용 핵심소재와 유연센서용 복합소재 등 기초 소재를 개발하고, 박막공정 기술 개선 및 유연 저차원 소재 기능화 기술 개발을 통해 목표를 체계적으로 달성함

- IoT 디바이스용 대면적 고균일 2차원 반도체 차원복합소재 개발 과정은 유기금속 합성 그룹과 기능소재 그룹의 협력 개발이 유기적으로 이루어짐

- 또한 연구 성과에 대해 지속적으로 논문을 게재('18년 2편, '19년 3편)하여 연차별·단계별로 연구 과정이 수행되었음
- 핵심 소재*에 대한 원천 소재 개발, 대면적 합성 공정 개발, 이를 응용한 유연 소자(나노 발전기, 수소발생 등) 개발로 이어지는 일련의 과정이 적절함

  * MoS_2, $MoS_{2(1-x)}Se_{2x}$와 같은 화합물 2차원 소재

○ IoT 소자용 기능성 코팅 및 필름소재 개발 관련, 다양한 촉매 및 고분자 단량체* 설계와 공정기술 최적화를 통해 신공정 기반 수용성 폴리이미드 합성 과정이 연구소 간 융합연구, 학연 협력 기초연구로 적절하게 이루어짐

* 고분자화합물 또는 화합체를 구성하는 단위가 되는 분자량이 작은 물질

- 촉매소재 및 고분자 원료물질에 대한 검토, 공정 변수 평가 및 경경화온도* 저감기술 연구 등 연차별 목표를 체계적으로 달성함

  * 수지나 접착제 따위의 결합제가 단단하게 굳어지는 온도

- 또한 연구 성과에 대해 지속적으로 논문을 게재('18년 2편, '19년 3편)하여 연차별·단계별로 연구 과정이 수행되었음

○ 인체 모니터링용 원패치 소자 개발 관련, 소재 물성 제어를 통해 목표를 달성('18)하였으며, 이후 단순 소재 물성 제어를 통한 기술 개발의 한계를 극복하고자 연신소자 디자인 개발을 통해 목표치를 상회하는 결과를 달성('19)함

【출처】 계획서 pp.71~76, 실적보고서 pp.53~62, 증빙자료 pp.77~89, 추가자료

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 2-1-1 '반도체용 산화물 전구체 및 센서 소재 기술개발'의 실적증빙으로 제시한 자료의 출처가 불분명하여 추가자료를 통해 실적을 확인함
- 성과지표 2-1-1 '미세먼지 2차 발생원 제거 탄소계 흡착제 기술 개발'의 실적으로 제시한 논문* 게재일이 실적보고서(P.54)와 증빙자료(P.11, 80) 간 상이하여 추가자료를 통해 성과가 기재된 논문의 게재일을 확인함(비슷한 시기에 같은 저널에 게재된 논문 2편* 혼동으로 인한 단순 실적 오기)

  * Roll-to-Roll Production of Layer-Controlled Molybdenum Disulfide : A Platform for 2D Semiconductor-Based Industrial Applications, Advanced Materials (Advanced Materials, 2018)
  * Atomic Level Customization of 4in. Transition Metal Dichalcogenide Multilayer Alloys for Industrial Applications (Advanced Materials, 2019)

- 성과지표 2-1-2 'IoT 소자용 기능성 코팅 및 필름소재 개발'의 실적 증빙으로 제시한 공정온도 성과 관련 증빙의 출처가 불분명하여 추가자료를 통해 확인함
- 성과지표 2-1-2 'IoT 소자용 기능성 코팅 및 필름소재 개발' 관련 기술이전 (2건)에 대한 객관적 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

▌성과목표 2-2 ▌고안정성 차세대 에너지 소재 개발(배점 : 6점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발 (최종형) 대표지표	5	'18	장기 신뢰성 광전변환 효율 (단일셀) OPV : 6.5% Perovskite : 16%	• 차세대 태양전지의 상용화를 위해서는 안정성 확보가 반드시 필요하며, 세계적 수준과 비교하여 선도할 수 있는 수준을 목표치로 설정 - 태양전지 1 SUN 광조사 1,000시간 이후 광전변환 효율 · 유기박막태양전지 : 7% (Ref : 6%, K. Lee, Nat. Commun. 2014, 5, 5688) · 무/유기 하이브리드 : 18% (세계최고수준의 123%) (Ref : 14.6%, L. Han, Science, 2015, 350, 944) - 85℃/85% 1000시간 이후 광전변환 효율 · 무/유기 하이브리드 : 18% (세계최고수준의 150%) (Ref : 12%, M. D. McGehee, Nat. Energy, 2017, 2, 17009)	• 표준측정 조건인 100 mW/cm^2 세기의 태양광 스펙트럼 하에서 측정한 광에너지로부터 변환된 전기 에너지 효율 (%)
		'19.8	장기 신뢰성 광전변환 효율(1,000 hr 이후, 단위셀) OPV : 6.7% Perovskite : 17%		
		'19.12	장기 신뢰성 광전변환 효율 (단일셀) OPV : 6.8% Perovskite : 17%		
		'20	장기 신뢰성 광전변환 효율 (단일셀) OPV : 7% Perovskite : 18%		
고용량 고안정성 이차전지 소재 기술 개발 (최종형)	1	'18	7,000 mAh/g, 100 사이클 @코인셀 (1.5 cm^2)	• 세계최고수준 리튬공기전지 용량과 수명을 목표치로 설정 - 8,000 mAh/g, 100 cycles @ 코인 셀 (1.5 cm^2) (C.P. Grey, Science, 2015, 350, 530)	• 전류밀도 200mA/g에서 충방전 사이클 시험을 통한 방전 용량 및 수명 측정
		'19.8	7,000 mAh/g, 100 사이클 @ 8 cm^2		
		'19.12	7,000 mAh/g, 100 사이클 @ 8 cm^2 셀		
		'20	7,000 mAh/g, 100 사이클 @ 16 cm^2 셀		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
6	100%	2.40	S	3.60	6.00

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발 (최종형) 대표지표	5	'18	• 장기 신뢰성 광전변환 효율 (단일셀) OPV : 6.5% Perovskite : 16%	• 장기 신뢰성 광전변환 효율(1,000 hr 이후, 단위셀) OPV : 6.69% Perovskite : 17.5%	-	100%	100%
		'19.8	• 장기 신뢰성 광전변환 효율 (1,000 hr 이후, 단위셀) OPV : 6.7% Perovskite : 17%	• 장기 신뢰성 광전변환 효율(1,000 hr 이후, 단위셀) OPV : 6.89% Perovskite : 20 %	좌동		
고용량 고안정성 이차전지 소재 기술 개발 (최종형)	1	'18	• 7,000 mAh/g, 100 사이클 @코인셀 (1.5 cm^2)	• 7,000 mAh/g, 162사이클 @코인셀 (1.5cm^2)	-	100%	
		'19.8	• 7,000 mAh/g, 100 사이클 @ 8cm^2	• 8,000 mAh/g, 100 사이클 @ 8cm^2	8,542 110		

① 지표별 달성도	□ 차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) (※비율 : OPV 광전변환 효율 0.5, 페로브스카이드 광전변환 효율 0.5) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · OPV효율 : 6.89/6.7×100=100% · 페로브스카이트 효율 : 20/17×100=100% · 총 달성도 : (100%×0.5)+(100%×0.5)=100% ※ OPV 효율 6.89%는 증빙자료 p.13 3번 Advanced Energy Materials에 게재된 논문 내에서 1,000hr 후 광전변환 효율이 6.89%임을 확인하여 성과를 100% 인정함 - 페로브스카이 효율 20%는 증빙자료 p.14 4번 Advanced Science에 게재된 논문 내에서 Figure.4에 페로브스카이브 태양전지를 봉지재로 보호 시, 빛 조사 하에서 1,000시간 이상 안정적으로 동작하여 20% 이상의 효율을 유지함을 보고하였음. 특히 이는 연구성과계획서에 제시된 표준측정조건인 장기 신뢰성 광전변환 효율 기준과 동일한 것이기에 성과를 100% 인정함
	□ 고용량 고안정성 이차전지 소재 기술 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) (※비율 : 용량 0.5, 사이클안정성 0.5) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 용량 : 8,542/7,000×100≥100% · 수명안정성 : 110/100×100≥100% · 총 달성도 : (100%×0.5)+(100%×0.5)=100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인하였으며, 성과목표의 정량적 달성도는 목표치를 상회하는 수준임
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×5/6)+(100%×1/6)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.63~70 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.90~95 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 차세대 태양전지 안전성 향상을 위한 핵심 소재 개발 관련, 장기 신뢰성(1,000hr 이후, 단위셀) OPV* 6.89%는 세계 최고 수준인 광주과학기술원의 OPV 7%와 동등한 수준임

* OPV(Organic Photovoltaics) : 메로시아닌 등의 유기 재료를 사용한 태양 전지

- 화학연에서 달성한 페로브스카이트* 장기 신뢰성 20%는 세계 최고 수준**이며 페로브스카이트 태양전지***는 세계 최고 공인인증 효율 25.2%****를 갱신함

* 페로브스카이트(Perovskite) : 티탄산 칼슘으로 이루어진 칼슘 타이타늄 산화광물

** 해당 성과가 Nature (IF : 43.070), Advanced Science (IF : 15.804) 등 관련 분야 최고 수준의 저널에 게재

*** 페로브스카이트 태양전지 : 태양전지를 구성하는 반도체물질이 페로브스카이트 결정구조를 가진 물질로 된 태양전지

**** NREL(National Renewable Energy Laboratory) BEST Research-Cell Efficiencies Chart 등재

- 학술적 성과로 제시된 논문 4편*의 IF 평균 값이 34.44로 질적 우수성이 매우 탁월함

  * Nature Energy (IF=54.00), Nature (IF=43.070), Advanced Energy Materials (IF=24.884), Advanced Science (IF=15.804)

- 특히 Nature Energy 게재 논문('18.8.)은 피인용 횟수가 526회(1년 간), Nature 논문('19.3.)은 피인용 횟수가 30회로 매우 높은 수준이며 이는 기술의 완성도와 수준이 매우 높음을 의미함

○ 이차전지* 용량 8,000mAh/g 이상, 수명 100 사이클 이상, 면적 8cm^2는 세계 최고 수준인 영국 캠브리지대의 이차전지 용량 8,000mAh/g 이상, 수명 100사이클 이상, 면적 1.5cm^2와 동등 이상의 수준임

* 화학적 에너지를 전기적 에너지로 변환시켜 외부의 회로에 전원을 공급하기도 하고, 방전되었을 때 외부의 전원을 공급받아 전기적 에너지를 화학적 에너지로 바꾸어 전기를 저장할 수 있는 전지

- 코인셀*과 같이 작은 규모가 아닌 5배 이상 넓은 8cm^2셀에서 100 사이클 이상 안정된 용량을 보고한 성과는 우수함

  * 코인셀(Coin Cell) : '수은전지'라고 불리는 리튬 전지로, 동전 모양이라고 하여 코인셀 혹은 버튼셀(Button Cell)이라 불림

  ※ 연구성과계획서 수립 시 '19년의 목표치 도출 근거는 리튬공기전지 용량과 수명에서 최고 수준으로 보고되었던 '15년도 Science 논문을 근거로 작성된 부분으로 해당 논문에서 8,000mAh/g, 100사이클 @ 1.5cm^2코인셀 값을 보고함 (C.P. Grey, Science, 2015, 350, 530)

- 리튬공기전지*에서 사이클 안정성과 가역성 개선방향은 동일한 전류 밀도 하에 충·방전 사이클 횟수 증대, 동일한 사이클 횟수 내 용량감소 개선, 동일한 사이클 횟수 달성을 대면적 전극에서 할 수 있는지 등으로 평가 할 수 있음

  * 음극으로 리튬을 사용하고, 양극(공기극)은 활물질로 공기 중의 산소를 이용하는 전지 시스템

- 사이클 안전성과 가역성 개선이라는 리튬공기전지의 가장 큰 이슈를 고려했을 때 리튬공기전지 최대용량 8,000 mAh/g 초과 달성과 8cm^2셀에서 100 사이클 이상 안정된 용량을 가져 매우 우수함

- 학술적 성과로 제시된 논문 2편은 Carbon에 출간되었으며 IF 평균값이 7.466으로 질적 우수성이 높음

【출처】 계획서 pp.77~81, 실적보고서 pp.63~70, 증빙자료 pp.90~95, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발에 있어 단위 셀에서의 효율개선을 위한 기존 연구에서 벗어나 신규 소재 및 소자를 개발하여 장기 안정성을 개선하고 상업화에 요구되는 기술 난제를 동시에 해결한다는 목표는 매우 도전적임

- 차세대 태양전지의 대표주자인 페로브스카이트 태양전지와 유기태양전지는 열, 수분, 산소 등의 외부인자로 인해 안정성이 저하되는 문제점을 갖고 있어 상용화에 어려움이 있으나,
- 안정성 저하의 문제점을 극복함과 동시에 고효율을 유지하는 기술을 개발하고 신규소재를 적용한 모듈 효율까지 평가하여 상업화 가능성을 증대시킬 수 있다는 점에서 매우 도전적임

○ 고용량 고안정성 이차전지 소재 기술 개발 관련, 기존의 코인셀 수준이 아닌 대면적 리튬공기전지 제작, 연속공정이 가능한 공정 적용 측면에서 도전성이 있는 목표임

- 기존 리튬공기전지의 문제점인 낮은 사이클 수명 안정성을 새로운 방법인 전극 내 매크로기공* 도입으로 해결함

  * 매크로기공(Macropore) : 크기가 50nm 이상인 기공

- 리튬공기전지 연구는 전 세계적으로 초기단계이나, 화학연의 연구 성과는 실용성 증대를 위한 연속공정화 관점에 선도적인 위치에 있음
- 또한 대부분의 전지에는 전극화를 위해 바인더를 사용하나, 이는 가격 경쟁력 및 전류밀도를 낮추므로 binder-free 전극 개발은 성공 시 파급력이 큰 도전적인 주제라고 판단됨
- 특히, 기존 코인셀 수준에서의 리튬공기 전지 특성 평가를 넘어 $8cm^2$ 수준의 리튬공기 전지 성능 향상을 추진한 점에서 혁신성이 인정됨

【출처】 계획서 pp.77~81, 실적보고서 pp.63~70, 증빙자료 pp.90~95, 추가자료

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 2-2-2 '고용량 고안전성 이차전지 소재 기술 개발' 관련, 실적으로 제시한 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

▌성과목표 2-3 ▌고성능 환경·분리 소재 개발(배점 : 6점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
다기능성 나노분리막 제조기술 개발 (최종형)	2	'18	투과도 : 6LMH (MWCO 800)	• 현재 사용되고 있는 상용기준막(Toray, NE4040-70)과 비교하여 동등 이상의 목표치 설정 (J. Memb. Sci., 2018, 335, 896)	• 75psig, 25℃, pH 6.5-7.0, Recovery 15% 조건으로 측정
		'19.8	투과도 : 6.7LMH (MWCO 666)		
		'19.12	투과도 : 7LMH (MWCO 600)		
		'20	투과도 : 8LMH (MWCO 600)		
고성능 고내구성 이온전달막 제조기술 개발 (최종형)	2	'18	단위셀효율 86%	• 상용 기준막인 나피온(DuPont, Nafion115)을 활용한 표준 단위셀의 에너지효율 수치인 87% 대비 상향 설정 (J. Memb. Sci., 2016, 510, 18)	• 활성면적 49cm^2의 표준 단위셀, 전류밀도 50mA/cm^2조건 측정
		'19.8	단위셀효율 87.33%		
		'19.12	단위셀효율 88%		
		'20	단위셀효율 90%		
환경친화적 연속식 불소계 고분자 중합기술 개발 (최종형)	2	'18	중량평균 분자량 300K	• 상용 불소계 고분자인 Solef®PVDF(Solvay)의 중량평균 분자량 대비 동등 이상 (Solef® PVDF : Design and Processing Guide, Retrived from https://www.solvay.com/en/binaries/Solef-PVDF-Design-and-Processing-Guide_EN-v2.7-229547.pdf, 2018.3.14.)	• 40 ℃, DMF eluent, polystyrene standard 사용, ISO 16014, "GPC를 이용한 폴리머의 평균 분자량 측정" 방식에 준용하여 측정
		'19.8	중량평균 분자량 367K		
		'19.12	중량평균 분자량 400K		
		'20	중량평균 분자량 500K		

< 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)		
다기능성 나노분리막 제조기술 개발 (최종형)	2	'18	• 투과도 : 6LMH (MWCO 800)	• 투과도 : 6LMH (MWCO 800)	-	100%	100%
		'19.8	• 투과도 : 6.67LMH (MWCO 666)	• 투과도 : 7LMH (MWCO 600)	좌동		
고성능 고내구성 이온전달막 제조기술 개발 (최종형)	2	'18	• 단위셀효율 86%	• 단위셀효율 88% @ 전류밀도 60 mA/cm^2	-	100%	
		'19.8	• 단위셀효율 87.33%	• 단위셀효율 88% @ 전류밀도 80 mA/cm^2	좌동		
환경친화적 연속식 불소계 고분자 중합기술 개발 (최종형)	2	'18	• 중량평균 분자량 300K	• 중량평균 분자량 300K	-	100%	
		'19.8	• 중량평균 분자량 366.67K	• 중량평균 분자량 400K 이상	408		
① 지표별 달성도	□ 다기능성 나노분리막 제조기술 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표를 소수점 두 자리로 변경하여 검토함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 총 달성도 : 7/6.67×100%≥100% ※ ACS Nano 2019, 13, 125의 Figure 3과 Figure S1에 의하면 분리막 제조방법 변화(폴리도파민 코팅 방법) 및 다양한 polar aromati solvent에 따른 분리막 투과성능 및 MWCO 측정결과는 2019년도 성과목표인 투과도 7LMH(MWCO600)을 초과 달성함						

	- 통상적인 분리막 특성 평가방법인 1 bar에서 단위면적을 통과한 유량으로 표시되는데, 연구성과계획서 상의 압력과 증빙자료의 압력 차이가 있음에도 압력 및 단위면적으로 normalized된 수치이므로 타당성이 인정됨 - MWCO 측정의 경우, 대상 물질의 유입농도 대비 분리막을 통과하여 나온 용액내의 농도로 표현되는데, 이는 연구목표인 MWCO 600을 만족함
	□ 고성능 고내구성 이온전달막 제조기술 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표를 소수점 두 자리로 변경하여 검토함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 총 달성도 : 88/87.33×100≥100%
	□ 환경친화적 연속식 불소계 고분자 중합기술 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 총 달성도 : 408/366.67×100≥100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인하였으며, 성과목표의 정량적 달성도는 목표치를 상회하는 수준임
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×2/6)+(100%×2/6)+(100%×2/6)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.71~79 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.96~106 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 다기능성 나노분리막 제조기술 개발 관련, 나노 분리막의 투과도 7LMH(MWCO* 600)은 일본 Toray社의 상용 분리막 투과도 6.5LMH보다 우수함

* MWCO(Molecular weight cutoff) : 분획분자량. 분리막에 의해 90% 이상의 배제도를 나타내는 용질의 최소분자량

- 학술적 성과로 제시된 논문 2편*은 IF 평균값이 11.18로 질적 우수성이 높음

  * ACS Applied Materials & Interfaces (IF=8.456), ACS Nano (IF=13.903)

- 유기용매 저항성이 우수한 고내화학성 및 고투과도를 동시에 가지는 나노분리막 개발은 공정에너지를 절감하는 효과가 있어 질적 우수성이 인정됨

- 분리막 전체가 단일 화학물질로 구성된 일반적인 분리막은 투과 저항이 높지만, Thin film composite 분리막*은 유기용매 분야의 적용 한계를 극복함

  * Thin-film composite membrane(박막복합막) : 정수 또는 물 담수화 시스템에 사용하기 위해 제조 된 반투과성 막 (다공성 친수화 고내화학성의 폴리에틸렌 지지체 위에 나노미터 수준의 얇은 활성층으로 구분)

○ 고성능 고내구성 이온전달막 제조 기술 개발 관련, 탄화수소 이온전달 단위셀 효율 88%는 미국 Dupont社의 상온 나피온* 이온전달막 효율 87%와 동등한 수준임

* 나피온(Nafion) : 테트라 플루오르 에틸렌 골격에 설폰산 기를 가지는 퍼플루오르 바이닐 이써가 도입된 구조

- 학술적 성과로 제시한 논문 10건의 IF 평균값이 6.127로 질적 우수성이 인정됨
- ESS*용 블록형 바나듐 레독스 흐름전지**를 개발하여 상용화 단계에 있는 ㈜스탠다드에너지社에 기술이전하여 핵심 소재의 상용화 및 제품화가 기대됨

* ESS(Energy Storage System) : 에너지저장시스템

** 바나듐 수용액을 양극과 음극 전해질로 사용하고 이들의 산화 환원 반응을 통해 충방전하는 2차 전지

- 바나듐 레독스 흐름전지, 연료전지 등의 분야에 적용할 수 있는 분리막 관련 화학소재기업인 ㈜에스디비에 기술이전하여 향후 개발 소재의 유사분야 확장·활용에 이바지 할 것으로 기대됨

○ 환경친화적 연속식 불소계 고분자 중합기술 개발 관련, 벨기에 Solvay社의 PVDF 고분자 중량평균 분자량 200K~700K와 유사한 400K 수준을 달성함

- 열분해 전환율 〉99.5%, 단량체 순도 : 98.5%, 정제후 순도 〉99.7%는 벨기에 Solvay社의 열분해 전환율 98%, 단량체 순도 : 95~98%, 정제후 순도 〉99.5%와 동등한 수준임
- 기술이전(㈜켐트로스, 2억 원) 성과는 일본 수출규제 관련 100대 품목 중 불소수지, 불소고무, 이차전지 바인더 등과 연관되어 있으며, 이는 국내 제조 기술이 전무한 상황에서 국내 화학소재 산업 활성화를 위해 고무적인 성과임
- 연구성과에 대한 논문을 우수 저널에 게재*(8편) 하는 학술적 성과를 창출함

* Green Chemistry, Langmuir, Journal of Materials Chemistry A, Small, Journal of Industrial & Engineering Chemistry 등

○ 해당 성과목표와 관련하여 3건의 사업화 진행, 대표적인 기술이전 성과인 PVDF* 제조공정 기술 이전**은 현재 당면과제인 일본수출 규제 대응 차원에서 매우 중요한 기술이라 판단되며, 이후에도 지속적이고 적극적 사업화 노력이 필요함

* PVDF(플루오르화 폴리비닐리덴) : 폴리비닐 리덴 디 플루오 라이드의 중합에 의해 생성 된 비 반응성 열가소성 플루오로 중합체

** 해당 기술이전은 총 8억의 기술료 수익이 있음(선금 2억 원, 경상기술료 6억 원)

【출처】 계획서 pp.82~86, 실적보고서 pp.71~79, 증빙자료 pp.96~108, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 다기능성 나노 분리막 제조기술 개발 관련, 일반적인 고분자 분리막 사용이 어려운 산업 분야에의 적용을 위해 고내화학성 분리막 제조 기술을 개발한다는 점에서 목표의 도전성이 인정됨

○ 고성능 고내구성 이온전달막 제조 기술 개발 관련, 분자 설계를 통한 새로운 탄화수소 구조에서 출발 선택성과 전도성을 동시에 향상시킨 이온전달막 소재를 개발하고 상용화 가능성이 있는 흐름전지 스택에 적용한 점이 인정됨

○ 환경친화적 연속식 불소계 고분자 중합기술 개발 관련, 세계 최초의 연속식 불소 소재 생산 공정을 개발하고 있으며 불소 소재 생산 공정을 국내 최초로 국산화하는 등 도전적인 목표를 설정함

【출처】 실적보고서 pp.71~79

개선 및 발전 방향

○ 불소계 소재 개발의 수출 규제 대응 측면에서 보유 기술과 인프라의 적극적인 활용을 통해 국내산업계에 파급력 있는 성과를 창출할 수 있는 방향으로 보완이 필요함

- 연속식 공정에 의한 불소계 소재 개발은 국내에서 화학연이 독자적인 기술 개발을 추진해왔으므로 관련 소재의 다양한 응용 분야가 고려된 연구를 추진하기 바람

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 2-3-1 '다기능성 나노분리막 제조기술 개발'의 증빙에서 투과도 관련 성과를 확인할 수 있는 객관적인 자료를 확인할 수 없어 현장평가 및 추가자료로 해당 성과를 확인함
- 성과지표 2-3-3 '환경친화적 연속식 불소계 고분자 중합 기술 개발'관련 기술이전 (㈜켐트로스) 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

전략목표 3 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오 핵심 기술 개발 (배점 : 20점)

성과목표 3-1 건강한 삶을 위한 신물질 파이프라인 확보(배점 : 9점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
임상 및 산업연계형 환자맞춤질환 치료제후보/전임상/임상 진입 물질 개발 (치료제 후보물질 도출 및 후보/전임상/임상 1상 진입 (개수)) (최종형) 대표지표	5	'18	0/1/1	• "Pellino 1 저해제" (브릿지바이오) 임상1상 진입 (2018.03.22.) • "DNAPK 저해제" (보령제약) 임상1상 진입 시도 (2018년 4분기) • "c-MYC 저해제" (항암사업단) IND file 준비중 (2년내 임상1상 진입목표) • "TNIK 저해제" (FuturX) 기술이전 5월 진행중 (2년내 전임상 진입 목표)	• IP확보 여부 및 기술이전 • 기업공동연구기반 전임상, 임상진입여부
		'19.8	0/2/1		
		'19.12	0/0/2		
		'20	1/0/2		
혁신표적단백질 분해제 원천 핵심 기술개발 (Degraducer) 및 치료제 개발 (후보물질 발굴 및 단백질분해기술 확보 완성도 (세계최고수준과의 비교) (개수/%달성도)) (최종형)	2	'18	-/50	• 핵심 기술력은 독창적 E3 라이게이즈 리간드를 발굴 (IP 확보) 하고 이를 활용한 단백질 분해기술을 확보하는 것으로 현재 단백질 분해기술 세계최고 수준의 기술력을 보유하고 있는 ARVINAS와의 결과 (타깃 단백질 분해능 100%)를 비교하여 선정	• 표적단백질 분해능 측정 • IP 확보 여부 및 동물효능 검증
		'19.8	1/70		
		'19.12	1/80		
		'20	1/95		
시장 선도형 친환경 작물 보호제 개발 (제초제 기술이전 및 사업화 (개수)) (독립형)	2	'18	0/1	• '테라도' 특허등록번호 대한민국특허 1103840(2012) • HPPD제초제 선도물질은 국내외 최고기술인 '사플루페나실'보다 화본과 잡초 방제력에서 우수함 • HPPD제초제 후보물질 도출 후 국내특허출원 예정	• 사업화 관련 보도자료 및 매출액(경상기술료) • 온실 및 포장시험 결과, 기초독성 시험결과 기술이전 여부
		'19.8	0/0		
		'19.12	0/0		
		'20	1/0		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
9	100%	3.60	A	4.05	7.65

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
임상 및 산업연계형 환자맞춤질환 치료제후보/전임상/임상 진입 물질 개발 (치료제 후보물질 도출 및 후보/전임상/임상 1상 진입 (개수)) (최종형) 대표지표	5	'18	• 0/1/1	• 0/1/1	-	100%	100%
		'19.8	• 0/2/1	• 0/2/2	좌동		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
혁신표적단백질 분해제 원천 핵심 기술개발 (Degraducer) 및 치료제 개발 (후보물질 발굴 및 단백질분해기술 확보 완성도(세계최고수준과의 비교) (개수/%달성도)) (최종형)	2	'18	• -/50	• - / 50	-	100%		
		'19.8	• 1/70	• 1 / 90	좌동			
시장 선도형 친환경 작물 보호제 개발(제초제 기술이전 및 사업화 (개수)) (독립형)	2	'18	• 0/1	• 0/1	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 0/0	• 0/0	-	-		
① 지표별 달성도	□ 임상 및 산업연계형 환자맞춤질환 치료제후보/전임상/임상 진입 물질 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) (※ 비율 : 전임상 0.5, 임상 0.5) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 전임상 : (2/2)x100=100% · 임상진입 : (2/1)x100≥100% · 총 달성도 : (100%x0.5)+(100%x0.5)=100% ※ 임상과제 2건 : 1)궤양상 위염 치료제 및 2)c-Met 고하제는 미국 임상 전문 site인 ClinicalTrials.gov에서 확인했으며 기술이전 기업으로부터 입금금액과 일자를 확인하여 성과를 100% 인정함 - 전임상 과제 2건 : 1)PI3Kinase는 기술이전 기업인 보령제약 홈페이지에서 확인 가능 2)11beta-HSD1는 전임상 완료 보고서를 확인하여 성과를 100% 인정함							
	□ 혁신표적단백질 분해제 원천 핵심 기술개발 (Degraducer) 및 치료제 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당 사항 없음 ㅇ 달성도(e) (※ 비율 : 후보물질 0.5, 기술 완성도 0.5) - 19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 후보물질개수 : (1/1)x100=100% · 완성도 : (90/70)x100≥100% · 총 달성도 : (100%x0.5)+(100%x0.5)=100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함							
	□ 시장 선도형 친환경 작물 보호제 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 당초 연구성과계획 수립 시에 설정된 지표유형은 최종형이나 연도별 목표치를 고려하여 독립형으로 수정하여 달성도를 평가함 - '19년 목표치가 0/0건으로 제시되어 있으므로 '18년 목표치를 기준으로 달성도를 평가함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '18년 달성도 x 12/12 · (1/1)x100x12/12=100% · 총 달성도 : 100% ※ 테라도의 사업화 달성 100% 인정							
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%x5/9)+(100%x2/9)+(100%x2/9)=100%							
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.81-88 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 p.109~114 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료							

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 임상 및 산업연계형 환자맞춤질환 치료제후보/전임상*/임상** 진입 물질 개발 관련, BBT-401, TNIK, c-Myc 등은 세계적인 혁신신약*** 후보물질****로 독창적 아이디어의 산물이며 신약개발 성공 시 파급효과는 매우 클 것으로 판단됨

* 새로 개발한 신약후보물질을 사람에게 사용하기 전에 동물에게 사용하여 부작용이나 독성, 효과 등을 알아보는 시험
** 신약이나 식품, 의료기기, 새로운 시술법 등의 안전성과 유효성을 증명할 목적으로 사람을 대상으로 실시하는 시험
*** 혁신신약(First-in-class Drug) : 신규 기전으로 치료 효능을 보이는 최초의 약물
**** 후보물질(Drug Candidate) : 치료제로 개발될 가능성이 매우 높은 후보가 될 수 있는 물질

- 전임상 및 임상은 막대한 비용이 소요되며, 잘못될 경우 기술이전 기업에 큰 위기가 발생할 수 있는 사항임을 고려했을 때 해당 연구는 연구진의 신중한 판단 하에 이루어진 결과임이 인정됨

○ 혁신 표적단백질 분해제 원천 핵심 기술 및 치료제 개발 관련, 세계 최고 수준과 동등한 효능을 가진 E3 리가아제* binding 물질을 확보함

* E3 리가아제(E3 ligases) : 프로테아좀(proteasome)의 복합체중 26s 프로테아좀 복합체가 기질을 분해하는데 필요하게 기질에 표지(ubiquitination)를 하는 작용을 하는 연결효소중 하나

- PROTAC*과 관련한 독자적 플랫폼 기술**을 통해 다양한 항암의약품 개발이 가능한 환경을 구축하여 파급효과가 매우 큰 것으로 판단됨

* PROTAC (Proteolysis-targeting chimaera) : 저분자화합물 기반 신약개발 플랫폼 기술
** 단백제 분해제의 핵심기술인 신규 E3 ligase 바인더 플랫폼을 가지고 있는 곳은 세계적으로 미국 아나비스社, 미국 C4테라퓨틱스社, 미국 키메라테라퓨틱스社 등 소수에 불과함

○ 시장선도형 작물보호제 개발 관련, 신물질 비선택성 제초제 '테라도'를 국내·외에 사업화하였고 '테라도 플러스'는 국내 매출액 50억 달성이라는 경제적 효과를 창출함

- 국내 제초제 농약의 95%를 수입에 의존하는 상황에 국내기술로 제초제를 개발하여 농업 산업의 어려움 극복에 기여한 측면에서 큰 의미가 있음

【출처】 계획서 pp.87~107, 실적보고서 pp.81~88, 증빙자료 pp.109~114, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 전임상 및 임상 과제는 CRO*, CMO**와 더불어 기술이전 기업의 역량이 고려되어야 하고

환자 모집 등 수많은 난제가 복합적으로 존재하므로 기간 내 목표 달성은 매우 도전적임

* CRO(Contract Research Organization) : 임상시험과 관련하여 의뢰자의 임무나 역할의 일부 또는 전부를 대행하기 위해 의뢰자로부터 계약에 의해 위임 받은 개인이나 기관

** CMO(Contract Manufacturing Organizations) : 제조업체의 의뢰를 받아 제품을 생산해 주는 위탁생산 전문 공장

- 특히 궤양성대장염 치료제 후보 물질은 경구 흡수가 거의 되지 않지만 장에서 치료 효과를 나타내는 물질로 일반적인 경구용 약물과는 다른 특성을 가짐
- 이러한 물질에 대한 개발 시도는 위험성이 큰 모험이라고 할 수 있으므로 목표의 도전성·혁신성이 모두 인정됨

○ PROTAC 과제는 타겟 단백질에 붙는 물질과 E3 리가아제에 붙는 물질을 동시에 확보하고 발굴된 두 물질을 묶었을 때 효능이 나타나야 하므로 난이도가 높은 과제로 판단됨

【출처】 계획서 pp.87~107, 실적보고서 pp.81~88, 증빙자료 pp.109~114, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 인축 및 환경독성에 대한 평가나 대사체 연구 규모를 줄여서 기간 안에 테스트를 완료할 수 있도록 권고함

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 3-1-2 '혁신표적단백질 분해제 원천 핵심 기술개발(Degraducer) 및 치료제 개발'의 실적 증빙이 당초 실적 보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

▌성과목표 3-2 ▌의료혁신을 위한 신약·진단 인프라 구축(배점 : 6점)

※ 매우 도전적인 성과목표

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
인공지능 기반 신약 솔루션 개발 (%신약 활성도, %독성·약물성 예측 정확도) (최종형)	2	'18	70 / 40	• Benevolent사, Numerate사, Atomwise사, Numedii사, Recursion사, Twosar사, Insilico Medicine사 경우 자연어처리, 인지추론, 머신러닝등 3가지 핵심기능을 바탕으로 단백질, 화합물에 대한 3차원 구조학습을 통해 drug target interaction 혹은 drug repositioning을 실시하고 있으며 세계최고 수준의 국외선진기관과의 비교를 통해 성과지표를 선정 • 2018년의 신약활성도, 독성약물 예측 정확도 경우, 현재 분자모델링기반의 예측 정확도를 근거로 산출하였으며, 추후 2028년까지 자연어처리, 인지추론, 머신러닝 등 3가지 핵심기능을 바탕으로 인공지능 기반 단백질, 화합물에 대한 3차원 구조학습을 통한 예측평가시스템의 완성도를 2028년까지 세계최고수준으로 향상시키는 것으로 설정	• 예측데이터에 대한 실험적 검증을 위한 test set, validation set 활용 예측정확도 측정 • 약물표적의 발현율 및 질환과의 연계성을 biomarker기반 검증 • 예측모델의 정확도를 산출하기 위해 TP (True positive), FP (False positive), TN (True negative), FN (False negative)로 구성된 Test set을 준비하고 이를 기반으로 accuracy (%) = (TP+TN)/(TP+FP+FN+TN), sensitivity (%) = TP/(TP+FN), specificity (%) = TN /(FP+TN)로 산출
		'19.8	77 / 53		
		'19.12	80 / 60		
		'20	95 / 80		
글로벌 수준의 약물성 평가 시스템 및 실험동물 대체 핵심 인프라 기술개발 (신약 후보물질 효능평가시스템 완성도(%달성도)) (최종형)	2	'18	60	• 지표약물을 이용한 평가의 정확도 (%), 평가시간의 신속도 (throughput rate) 및 실험동물 대체 생체모사 시스템과 질환동물과의 약효 평가 결과의 비교 (일치율%)를 통하여 효능평가시스템의 완성도를 측정하였으며, 글로벌 경쟁력을 확보하기 위하여 global top과의 지속적인 비교 실시	• 글로벌 수준의 신약개발 약물성 평가 지원 서비스 - global top과의 비교를 통한 효능평가시스템 완성도 측정 • 실험동물 대체 생체모사 시스템과 질환동물과의 약효 비교 연구 • 생체모사 시스템 약물 효능평가를 위한 HTS 실험 프로토콜 1종 확립
		'19.8	67		
		'19.12	70		
		'20	80		
초고감도 나노분광 기반 차세대 진단·이미징 플랫폼 원천 기술 개발 (시제품 개발건수 및 나노라만 기반 진단 민감도 (ng/ml , fM)) (최종형)	2	'18	- / 50, 2	• 초고감도 나노분광 기반 차세대 진단 플랫폼 시제품 1건 이상 확보 • 초고감도 나노분광 기반 차세대 진단 플랫폼 상용화	• 초고감도 나노분광 기반 차세대 진단 플랫폼 시제품 1건 이상 개발 여부 • 초고감도 나노분광 기반 차세대 진단 플랫폼 상용화 여부
		'19.8	- / 30, 2		
		'19.12	- / 20, 3		
		'20	1 / 10, 4		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도		정성평가		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
6	-	-	B	4.80	4.80

※ '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		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
인공지능 기반 신약 솔루션 개발 (%신약 활성도, %독성·약물성 예측 정확도) (최종형)	2	'18	• 70 / 40	• 70 / 40			
		'19.8	• 77 / 53	• 80 / 70			

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
글로벌 수준의 약물성 평가 시스템 및 실험동물 대체 핵심 인프라 기술개발 (신약 후보물질 효능평가시스템 완성도(%달성도)) (최종형)	2	'18	• 60	• 60			
		'19.8	• 67	• 70			
초고감도 나노분광 기반 차세대 진단·이미징 플랫폼 원천 기술 개발 (시제품 개발건수 및 나노라만 기반 진단 민감도 (ng/ml , fM)) (최종형)	2	'18	• - / 50, 2	• - / 50, 2			
		'19.8	• - / 30, 2	• - / 30, 2			

전문가 정성평가

성과의 질적 우수성	목표 달성 과정의 적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	B	**유지** / 강등	B

성과의 질적 우수성 …

○ 인공지능/빅데이터 기반 신약솔루션 개발 관련, 막대한 투자 대비 낮은 신약개발의 효율성을 증대시킬 수 있는 핵심적 기술인 인공지능/빅데이터 기반 신약 솔루션을 개발함

- 인공지능 기반 심장독성 예측기술 개발*로 국내 신약개발 기술의 전환점을 마련함

  * BMC bioinformatics, 2019, IF=2.511

- 빅데이터 기반 대장암 치료에 효과적인 YAP-TEAD 약물표적을 발굴하고 산업계로 기술이전('19.6월 선급 3억 원, 총 26억 원)하는 성과를 창출함

- 약물표적 발굴 및 선도물질* 개발결과를 바탕으로 혁신신약파이프라인사업('19년, 연 3억, 총 14.3억)을 수주함

  * 선도물질(Lead compound) : 후보물질의 전 단계로 약리작용이 우수하고 부작용이 적다고 판단될 경우 후보물질로 등록됨

- 인공지능을 이용한 예측기술 개발은 국내 실정이 열악한 수준이나, 그럼에도 연구성과 창출을 위해 기술 개발을 시도한 점에서 노력이 인정됨

○ 글로벌 수준의 약물성 평가 시스템 및 실험동물 대체 핵심 인프라 기술개발 관련, 평가 시스템은 질환 종류와 평가 방법이 다양함에도 필요 분야와 방법을 적절히 선택하여 구축함

- 산업계 수요에 대응하여 동물실험을 최소화하는 국내 핵심 인프라를 구축하고 기술이전 성과(5건)를 창출함

○ 차세대 진단·이미지 플랫폼 원천 기술 개발 관련, 생체의 in-vivo* 림프절에 실시간 이미징 선행 연구를 최초로 수행함

* 생물체 내에서 이루어지는 반응으로 생체 외에서 재현시키는 반응과 구별하기 위한 용어

- 신호 대 잡음비(S/N ratio*)는 4배 더 높고, 빠른 속도의 생체 내 단일 나노입자 추적 multiplexing 라만 이미징 플랫폼을 개발함

  * S/N ratio(Signal-Noise ratio) : 신호 전압(또는 신호 전류, 신호 전력)과 잡음 전압(또는 잡음 전류, 잡음 전력)과의 비

- 금·은 나노복합체를 나노프로브*로 사용하여 병원균 존재여부와 identity를 유전체 genotyping 방식으로 검지할 수 있는 나노라만 신기술을 개발함

  * 나노프로브(Nano probe) : 세포와 결합하여 영상신호를 내는 나노크기의 물질로 생체 내 세포의 움직임을 관찰하기 위한 신호를 제공

- 이미징과 센싱이 동시 가능한 복합나노프로브 개발 관련, 기존 대비 33,000배 발광 효율이 증강된 업컨버팅 나노입자를 개발하였으며 이미징 관련 기술을 Nanoscale에 게재하는 성과를 거둠

【출처】 계획서 pp.89~107, 실적보고서 pp.89~97, 증빙자료 pp.115~127, 추가자료

목표 달성 과정의 적절성 …

○ 인공지능 기반 신약 솔루션 개발 관련, 빅데이터 기반의 예측시스템을 구축하고 실험적 검증을 통해 모델을 최적화함

○ 글로벌 수준의 생체모사모델 기반 약효 및 약물성 평가기술 확립하고, 이를 이용해 통합적 약물성 평가를 지원함

○ 한국연구재단과 산업자원부의 지원을 받아 초고감도 나노분광 기반 진단/이미징 플랫폼 기술 응용 대상 컨텐츠를 발굴하고 기술을 고도화함

○ 나노라만 기반 진단장비 시스템을 구축하여 패혈증 시장 선점하고자 노력한 점이 인정됨

【출처】 계획서 pp.89~107, 실적보고서 pp.89~97, 증빙자료 pp.115~127, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 제브라피쉬* 기반 산학연 신약 후보물질에 대한 약물 평가 지원을 3,000건 이상 수행할 경우, 연구 활동에 소요되는 시간이 부족할 것으로 판단되므로 부속 지원센터 등 외부 기관 활용을 권장함

* 제브라피쉬(Zebra Fish) : 잉어과에 속하는 열대어. 인간의 유전자 및 조직과 유사한 구조를 지니고 있어 신약이나 바이오제품의 안전성 평가에 물고기인 '제브라피쉬(Zebrafish)'를 활용함

대내외 지적사항 이행실적

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

▌성과목표 3-3 ▌감염병 사회문제 해결을 위한 핵심원천기술 개발(배점 : 5점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
신·변종 바이러스 예방 백신 개발 (백신 후보물질 발굴 및 효능평가시스템 구축 (개수 / %달성도)) (최종형)	2	'18	-/30	• 메르스, 지카 바이러스 중화항체 형성능이 우수한 백신 후보물질의 확보 개수 및 백신 효능평가시스템 구축을 위해 필요한 동물 모델 개발 완성도, 국가시험법 구축 정도를 통합한 달성도(%)를 설정하였으며, 세계최고 수준과의 지속적인 비교치를 설정 • 현재 고위험 신·변종 바이러스 예방백신 개발에 필요한 효능평가시스템 및 국가승인에 필요한 국가검정시험항목은 없는 상황임. 따라서, 직접 개발한 감염동물모델을 이용하여 식약처 백신 국가검정시험항목 (역가, 안정성, 독성, 면역후공격, 면역원성) 및 바이러스 특이적 효능평가 시험법을 연구중인 신종 바이러스별로 2018-2022년 중에 단계적으로 구축 완료하고자 함	• 백신면역원 투여 후 바이러스 접종시, 바이러스 감염에 의한 실험동물의 치사 방어 여부를 측정 • 효능평가시스템 개발의 완성도와 실제 적용 가능한 정도를 기반으로 하여 달성도(%)를 측정
		'19.8	1/50		
		'19.12	1/60		
		'20	1/80		
신변·종 바이러스 고감도 진단기술 개발 (신속진단 민감도 및 라만 기반 진단 민감도·다중검지 (ng/ml / fM, 바이러스 종)) (최종형)	1	'18	10/50, 2	• 세계 최고수준의 신속진단 민감도 및 나노라만 기반 진단 민감도 (1~10ng/ml, 1fM이하)와의 비교우위 혹은 경쟁력을 확보하기 위한 목표치 설정	• 신속진단 검출 민감도(ng/ml) 및 라만 기반 진단 민감도(fM), 동시 다중(바이러스 종) 진단 제시 논문
		'19.8	3.3/33.3, 2.6		
		'19.12	1/20, 3		
		'20	0.1/10, 4		
신·변종/만성 바이러스 치료제 후보물질 개발 (신속진단 민감도 및 라만 기반 진단 민감도·다중검지 (ng/ml / fM, 바이러스 종)) (최종형)	2	'18	1/2/0	• 광범위 코로나바이러스 치료제 2020년 후보물질 1종 도출시도 • 엔테로바이러스 치료제 (노바티스와 공동연구) 전임상 진입 시도 (2018 4분기) • 만성 B형 간염 바이러스 치료제 (AM science 공동연구) - 2018년 4분기 전임상 진입을 위한 기술이전 시도	• 치료제 선도물질, 후보물질 및 전임상 진입의 개수
		'19.8	1/2/0		
		'19.12	0/1/2		
		'20	0/1/2		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
5	100%	2.00	B	1.50	3.50

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
신·변종 바이러스 예방 백신 개발(백신 후보물질 발굴 및 효능평가시스템 구축 (개수 / %달성도)) (최종형)	2	'18	• -/30	• -/30	-	100%	100%
		'19.8	• 1/50	• 1/60	1/57		
신변·종 바이러스 고감도 진단기술 개발 (신속진단 민감도 및 라만 기반 진단 민감도·다중검지 (ng/ml / fM, 바이러스 종)) (최종형)	1	'18	• 10/50, 2	• 10/50, 2	-	100%	
		'19.8	• 3.3/33.3, 2.6	• 1/20, 3	좌동		

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
신·변종/만성 바이러스 치료제 후보물질 개발 (MERS-Coronavirus, Enterovirus,HBV) (최종형)	2	'18	• 1/2/0	• 1/1/0	-	100% *비임상 2건	
		'19.8	• 1/2/0	• 1/3/0	0/1/2		

① 지표별 달성도

□ 신·변종 바이러스 예방 백신 개발
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - 기관 제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인(b)
  - 형질전환마우스개발(동물모델개발) 및 국가검정 시험항목을 통합한 달성도 중 기관에서 제시한 60% 중 3%는 실적 미인정
    * 3%에 대한 차감사유는 하단 인정성과에 기술함
- ㅇ 인정 성과(d=c-b)
  - 추가자료로 제출한 융합연구단 단계평가 1단계 연구결과보고서(3-3-1(2))에 제시된 세부과제 목표 및 달성도에 제시된 '백신 국가검정 시험항목'의 달성도 평균 54%, 형질전환마우스개발(동물모델 개발) 60%를 통합하여 달성도 57%를 인정함
- ㅇ 달성도(e)(비율 : 후보물질 0.5, 구축달성도 0.5)
  - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100
    - · 후보물질개수 : (1/1)x100=100%
    - · 완성도 : (57/50)x100≥100%
    - · 총 달성도 : (100%x0.5)+(100%x0.5)=100%
    - ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함

□ 신변·종 바이러스 고감도 진단기술 개발
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - 기관 제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인(b)
  - 해당사항 없음
- ㅇ 달성도(e)
  - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100
    - · 신속진단 민감도 : 100%
    - · 라만기반 민감도·다중검지 : 100%
    - · 총 달성도 : (100x0.5)+(100x0.5)=100%
    - ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함

□ 신·변종/만성 바이러스 치료제 후보물질 개발
- ㅇ 목표치 관련 검토
  - 기관 제시 목표와 동일
- ㅇ 차감 요인(b)
  - 선도물질 1건으로 제출한 증빙자료는 특허 출원증으로 실적으로 미인정
  - 실적으로 제시한 후보물질 2건 중 증빙자료 에스티팜 공동연구계약서는 기술이전이 완료된 것으로 볼 수 없어 실적 2건 중 1건 미인정
- ㅇ 인정 성과(d=c-b)
  - 후보물질 1건인 'B형 간염 바이러스 치료제' ㈜에스엠사이언스 기술실기 계약서를 확인하여 실적으로 인정함
  - 비임상 2건은 추가자료를 통해 실적으로 인정
- ㅇ 달성도(e)
  - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100
    - · 비임상 개수 : 100%
    - · 총 달성도 : 100%
    - ※ 인정성과에 작성한 후보물질 발굴 1건, 비임상 개수 2건을 성과로 제시하여 이를 실적으로 인정함. 목표(선도물질 1건, 후보물질 2건) 대비 실적(후보물질 1건, 비임상 2건)의 난이도가 높은 점을 고려하여 달성도를 100%로 인정함

② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)

- ㅇ 최종 인정 목표달성도
  - (100%x2/5)+(100%x1/5)+(100%x2/5)=100%

출처

- ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.98-106
- ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.128-136
- ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 메르스 감염과 관련된 DPP4 수용체가 형질전환 된 개체(마우스)를 개발하였으며 백신 효능 평가에서 기존(재조합 메르스 항원)과 비교할 때 5배 이상 높은 중화항체를 가지고 있으므로 기존 기술에 비해 차별성 있는 성과로 판단됨

- 이와 동시에 개체(마우스)의 면역세포의 활성을 높일 수 있는 기능을 가짐
- 크리스퍼 유전자 가위*를 활용하여 바이러스 증식과 관련된 기주(host) 세포의 특이 유전자를 선별할 수 있는 기술을 개발하고 이를 어레이 형태의 스크리닝 시스템으로 구축함

* 크리스퍼 유전자 가위 : 유전자의 특정 부위를 절단해 유전체 교정을 가능하게 하는 리보핵산(RNA)기반 인공 제한효소

○ 신·변종 바이러스 고감도 진단기술 개발 관련, 기존 유전자 진단은 DNA를 PCR*로 증폭하는 방식인 반면 본 기술은 RNA** 자체를 센싱할 수 있는 리보조절인자를 진단에 적용한다는 점에서 우수함

* PCR(Polymerase Chain Reaction) : DNA의 원하는 부분을 복제·증폭시키는 분자생물학적인 기술

** RNA(Ribonucleic acid) : 핵산의 일종으로, 유전자 본체인 디옥시리보 핵산(DNA)이 가지고 있는 유전정보에 따라 필요한 단백질을 합성할 때 직접적으로 작용하는 고분자 화합물

- 기존 논문·특허에서 발표된 항 메르스 저분자 화합물을 직접 합성하여 양성 대조군으로 비교 실험한 결과, 세포수준에서 독성이 거의 없고 동물모델에서 상대적으로 높은 효능을 보이는 화합물 골격을 확보함
- 현재 메르스 신속진단키트(RDT kit)는 낙타용으로 개발되어 있으며, 인체용 신속진단키트는 객담 전처리, 낮은 민감도 등의 문제로 부재한 상태임
- 항원과 결합성이 높고 선택성이 좋은 항체를 개발하여 이를 인체용 메르스 신속진단 기술에 적용하였으며, 시장성이 낮음에도 불구하고 기술이전을 통해 상용화를 추진한 것은 사회 문제인 감염병 문제를 해결하고자하는 점에서 의미가 있음

○ 캡시드* 조립저해 만성 B형 바이러스 치료제는 B형 감염 완치를 기대할 수 있는 바이러스 치료제로 높은 수준의 활성을 보이며, 물성도 우수함

* 캡시드(Capsid) : 바이러스의 껍질(coat)을 구성하는 단백질을 총칭

- 인플루엔자 비강백신 어쥬번트* 후보물질 개발은 보통 백신 단독으로만 연구를 수행하나, 화학연은 어쥬번트 후보물질을 같이 사용함으로써 50%의 예방률을

동물모델에서 100%에 가깝게 향상한 성과를 거둠

* 항원에 대한 면역세포의 반응을 강화시키거나 면역반응을 특정방향으로 조절하는 기능을 가짐

- 또한 해당 기술의 원천특허를 확보하여 타 백신개발에도 접목이 가능할 것으로 판단됨
- 인플루엔자 바이러스 치료제는 타미플루 내성 바이러스를 치료할 수 있는 우수한 특성을 가져 개발 완료 시 범용적 치료제로서 환자에게 큰 혜택을 줄 수 있을 것으로 기대됨
- 엔테로바이러스*는 수족구 등의 질병을 유발하고 있으나 아직 치료제가 없어, 이에 대한 바이러스 치료 신약개발은 적절한 것으로 판단됨

* '장바이러스'라고도 불리며 장염을 일으키거나 수족구병과 헤르판지나(포진성 구협염)을 일으키는 원인

【출처】 계획서 pp.89~107, 실적보고서 pp.89~97, 증빙자료 pp.115~127, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 신·변종 바이러스 예방백신 개발 관련, 객담* 전처리, 낮은 민감도 문제를 개선하여 인체용 메르스 신속진단 기술을 개발한다는 목표는 도전적이라고 판단됨

* 기관지나 폐에서 유래되는 분비물

- 표적 항원-항체의 결합 여부를 확인할 수 있는 라만기반 신호검출 기술을 Immunoassay*에 적용하여 민감도를 개선하고자 하는 점에서 혁신성이 있음

* Immunoassay : 면역분석법 항원항체반응에 의한 화학물질(호르몬, 약물 등)의 정량적인 측정법

○ 인체용 메르스 코로나바이러스* 치료제는 아직 시판된 제품이 없어 메르스 코로나바이러스 치료제 후보물질 개발을 추진하는 것은 도전적인 연구라 할 수 있음

* 코로나바이러스(Corona Virus) : 포유류와 조류에서 코감기 등 호흡기 질환을 일으키는 RNA 바이러스

- 한국화합물은행*의 저분자 화합물 라이브러리로부터 고병원성인 메르스 코로나바이러스 in vitro** 억제가 가능한 화합물을 고속으로 탐색함

* 국내에서 합성되는 화합물(유기화합물 및 천연물) 및 관련정보를 범국가적 차원에서 총체적으로 관리하고 공동으로 약효시험에 활용함으로써 국내 신약개발연구를 지원하기 위해 설립된 기관

** 살아있는 생명체 내부가 아니라 시험관이나 페트리 디쉬와 같이 제어가 가능한 환경에서 수행되는 실험 과정

- 도출된 유효물질의 효능·독성을 개선하는 등 최적화 과정을 거쳐 동물 수준에서 효능평가를 했다는 점이 인정됨

【출처】 계획서 pp.89~107, 실적보고서 pp.89~97, 증빙자료 pp.115~127, 추가자료

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 3-3-1 '신·변종 바이러스 예방 백신 개발'의 실적 증빙이 당초 보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함
- 성과지표 3-3-2 '신변·종 바이러스 고감도 진단기술 개발'의 실적 증빙이 당초 보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함
- 성과지표 3-3-3 '신·변종/만성 바이러스 치료제 후보물질 개발'의 실적 증빙으로 제시한 자료는 출처가 불분명하여 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

전략목표 4 화학 신산업 창출과 고부가화(고도화)를 위한 미래융합기술 개발 (배점 : 15점)

성과목표 4-1 미래 자동차용 지속성장형 친환경 소재 기술 개발(배점 : 8점)

※ 매우 도전적인 목표

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
친환경 자동차용 엔지니어링 플라스틱 기술 개발 (최종형) 대표지표	4	'18	30(자가치유고분자 Toughness)	• 석유계 EP 엘라스토머 물성 (160 MJ/m^3) 대비 목표 (L社 TPEE 소재 물성) • 상온 자가치유 물성 (27 MJ/m^3) 대비 목표 (Adv. Mater. 2018, 30, 1705145) • 상업화 Bio EP의 인장강도 (64 MPa) 대비 목표 (Mitsubishi, Durabio-D5360R Grade)	• 표준시편의 인장시험에서 나타난 강도/신율 곡선의 적분값 • 표준인장강도 시험 ASTM-D638을 기준으로 한 시험
		'19.8	36.7(자가치유 고분자 Toughness)		
		'19.12	40(자가치유고분자 Toughness)		
		'20	50(자가치유고분자 Toughness)		
경화반응제어형 자동차 코팅 소재 기술 개발 (최종형)	2	'18	130℃ 이하(경화온도)	• 경화반응 제어를 통한 코팅 소재 경화온도 100℃ 이하 구현 • 현재 세계 최고 기술인 BAYER 경화온도 140℃ 보다 낮은 코팅 경화 온도 구현 • 해외선진기업인 Bayer AG 목표 경화온도 100℃ 보다 낮은 코팅 경화 온도 목표 (Car Body Painting 학회 발표자료, 제목 : "New Prospects for Curing Paint at Low Temperature", 발표자 : Dr. Lothar Kahl)	• 매트릭스 바인더 또는 반응성 모노머와의 가교화 시작 반응온도를 DSC로 측정 • 매트릭스 바인더 또는 반응성 모노머와의 가교화 전화율을 NMR 또는 FT-IR로 측정 • 클리어코트 필름 캐스팅 후 DMA 평가
		'19.8	123.3℃ 이하(경화온도)		
		'19.12	120℃ 이하(경화온도)		
		'20	110℃ 이하(경화온도)		
석유화학 부산물 기반 경량화 소재개발 (최종형)	2	'18	충격강도 50kJ/m^2	• RIMTEC의 Grade 중에서 최고 물성(충격강도,굴곡강도, 유리전이온도)이상으로 승용차량 외장재의 전 부품에 사용될 수 있을 정도 [http://www.rimtec.co.jp/en/catalog/thanks.html]	• Izod 충격강도 시험 (ASTM-D-256) • UTM 굴곡강도 (ASTM-D-790) • 동적 점탄성 (DMA)
		'19.8	충격강도 56.7kJ/m^2		
		'19.12	충격강도 60kJ/m^2		
		'20	충격강도 65kJ/m^2		

< 평가결과 >

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

※ '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		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
친환경 자동차용 엔지니어링 플라스틱 기술 개발 (최종형) 대표지표	4	'18	• 30(자가치유고분자 Toughness)	• 49.5MJ/m^3			
		'19.8	• 36.7(자가치유 고분자 Toughness)	• 52.8MJ/m^3			

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
경화반응제어형 자동차 코팅 소재 기술 개발 (최종형)	2	'18	• 130℃ 이하(경화온도)	• 120℃ (경화온도)			
		'19.8	• 123.3℃ 이하(경화온도)	• 113℃ (경화온도)			
석유화학 부산물 기반 경량화 소재개발 (최종형)	2	'18	• 충격강도 50kJ/m^2	• 충격강도 50.5kJ/m^2			
		'19.8	• 충격강도 56.7kJ/m^2	• 충격강도 60.7kJ/m^2			

전문가 정성평가

성과의 질적 우수성	목표 달성 과정의 적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적	최종등급
s a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	B	**유지** / 강등	B

성과의 질적 우수성 ···

○ 친환경 자동차용 엔지니어링 플라스틱 기술개발 관련, 상온에서의 자가 치유성 신소재를 개발하여 '19년 미국 스탠포드대의 29.3MJ/m^3*를 상회하는 수준의 인장인성**(52.8MJ/m^3)을 달성한 점이 인정됨

* Nature Communications.2019,10,1164

** 증빙자료의 시험성적서의 MPa는 인장강도 단위이며, 인성(Toughness, MJ/m^3)는 인장강도vs파단까지의 신율(변형) 곡선의 면적을 적분하여 계산된 값의 평균값

- 절단 후 높은 기계적 강도(88%)를 유지하는 치유력이 우수한 신소재이며 특허등록(15건), 논문(15편), 기술이전(1건) 실적 등을 고려할 때 질적 우수성이 인정됨
- 신소재를 이용한 스크래치 포함 외부자극 감지 및 자동 복구 센서 시제품 개발' 관련 감지 및 센싱 메커니즘과 시제품에 대한 구체적인 성과가 인정됨
- 상온에서의 자가치유 회복율을 기술하였으나 자가치유 효율을 보다 효과적으로 확인하기 위해 구체적인 치유 온도와 시간에 대한 회복율을 제시하였음

○ 경화*반응 제어형 자동차 코팅소재 기술개발 관련, 기존 경화온도(150℃)와 비교하여 30℃ 낮은 조건(120℃)에서 동등한 코팅 물성 값을 유지하는 우수한 신소재를 개발함

* 액체가 수화·산화·중합 등의 화학 변화 또는 건조 등의 물리 변화에 의해서 유동성을 잃어 강성이나 강도가 증가해 가는 과정

- 기존 상용화된 코팅 소재와의 비교·분석·평가뿐 아니라 소재 시제품 개발을 통하여 기술적 구현 가능성을 확인함
- 다만 '산학연 협력 연구' 관련 추가자료로 제출한 이메일을 통해 한국화학연구원, KCC, 현대자동차 간 역할과 책임을 확인할 수 있었으나 연구의 지속성과 책임관계를 명확하게 할 수 있는 기관 간 공식적 협약 체결 등을 권고함

○ 석유화학 부산물 기반 경량화 소재 개발 관련, 석유화학 C5 부산물에서 고순도 DCPD*를 분리/정제하여 이액형** 용액을 제조하였으며 성형공정 개선을 통해 Izod 충격강도*** 60.7kJ/m^2을 갖는 우수한 PolyDCPD 소재를 개발함

* DCPD(Dicyclopentadiene) : 디싸이크로펜타디엔. 석유화학 부산물로 주로 자동차 경량화 수지로 사용

** 두개의 액으로 이루어진 중합원료로 분리되어 있으면 반응이 일어나지 않으나, 서로 만나 완전히 혼합되어야 원하는 물질이 생성되는 형태

*** Izod Impact Strength : 충격강도를 알고 싶은 재료에 충격을 가해 파괴하고, 그로인한 흡수에너지를 측정하는 충격 강도

【출처】 실적보고서 pp.107~112, 증빙자료 pp.139~151, 추가자료

목표 달성 과정의 적절성 …

○ 친환경 자동차용 엔지니어링 플라스틱 기술개발 관련, 기계적 강도 증가를 위해 독자적인 고분자 세그먼트 설계를 실시함

- 상업화를 고려하여 산-연 연계를 통한 스케일-업과 적용 평가를 진행한 것은 적절한 것으로 판단됨
- TPU* 기반의 고분자에서 방향족 이황화물이 포함되어 있어 황변 현상이 발생될 가능성이 있으나 첨가제 처방을 통해 투명 TPU 소재 제조가 가능하고 장기-기능 안전성을 확보함

  * TPU(Thermoplastic Polyurethane) : 열가소성 폴리우레탄(고무의 탄성을 가진 플라스틱)
- 다만, TPU 기반의 고분자에 방향족* 이황화물**이 포함되어 있기 때문에 황변 현상에 대한 관찰이 필요함

  * 방향족(Aromatic) : 벤젠핵을 가진 탄소고리화합물 / ** 일반적으로 음성 성분으로서 S_2를 함유하는 것

○ 이중경화형 반응을 통해 저온경화형 소재개발은 우수한 기술로 판단되며 상업화 관점에서 대표적 국내 코팅 제조사인 ㈜KCC와 물성연구를 진행한 것은 적절함

- 다만 경화반응 제어형 자동차 코팅소재는 제품 자체가 가지는 기계적·화학적 물성의 우수성 확보와 함께 생산 공정에 대한 정량적인 효과 또한 고려되어야 함

○ 석유화학 부산물 기반 경량화 소재 개발 관련, 기존 촉매를 이용한 차량 외장형 적용 사업화와 신규 촉매 개발을 위한 복합재 개발의 2Track 전략으로 과제를 추진함

- 중소기업과의 협력 사업으로 PolyDCPD 중합 및 복합재 가공 성형 연구를 진행 중인 것은 적절한 것으로 판단됨
- 또한 사업화 단계인 기존 촉매에 대한 정량적인 기대 효과, 개발 중인 신규 촉매의 장점에 대한 구체적인 기술이 필요함
- 신규 촉매의 경우 지속적으로 기대 효과 검증을 포함한 기술개발 과정 추진이 필요함

- Izod 충격강도가 증가한 것은 DCPD 분리정제로 인한 고순도화와 함께 여러 상호작용에 의한 것으로 판단되며 Izod 충격강도 향상에 대한 메카니즘 규명이 필요함

【출처】 실적보고서 pp.109~113, 증빙자료 pp.139~151, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 친환경 자동차용 엔지니어링 플라스틱 기술개발 관련, 중소기업에 이전한 기술에 대해 제품 적용 및 생산 등의 후속 진행 과정을 지속적으로 모니터링할 필요가 있음

- 적용 제품 범위 확대를 위해 외부 환경(온도, 습도, 시간 등)에 대한 자가치유 회복율 결과를 구체적으로 기업에 제시할 필요가 있음
- 비록 무황변 TPU 제품 개발은 본 과제의 목표와 상이하나, 투명 TPU 제조에 대한 연구는 무황변 TPU 제품 개발이 급선무로 판단되므로 차년도에는 무황변에 대한 목표설정이 필요함

○ 경화반응 제어형 자동차 코팅소재 기술개발은 낮은 경화온도에 따른 에너지절감 및 이산화탄소 절감효과가 있을 것으로 판단되므로 관련 기업의 적극적인 저온경화형 코팅소재 적용을 유도할 필요가 있음

○ 석유화학 부산물 기반 경량화 소재 개발의 최종 목표인 '결합이 적고 공정이 개선되는 수소차량용 고압수소용기의 제조'에 대해 촉매 가격, 공정에너지 개선과 관련된 구체적인 정량 목표 설정이 필요함

- 기존 ABS* 범퍼 대비 화학연에서 개발한 PolyDCPD 적용 시 경량화 정도를 정량적으로 제시할 필요가 있음

* ABS(Anti-lock braking system) : 잠김방지제동장치로 자동차를 제동 하는 역할을 수행하는 장치

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 4-1-3 '석유화학 부산물 기반 경량화 소재개발'의 실적증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가 자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

성과목표 4-2 신기능 고부가 정밀화학 소재기술 개발

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
외부자극 응답 카멜레온 소재 기술개발 (최종형)	3	'18	반사도 〉40%	• 다른 장치 없이 입김으로 손쉽게 색변화를 관찰함으로서 위·변조 방지 라벨로 응용(1단계 보안요소) • 습도 감응 후 반사파장의 이동도(△λmax)100nm) • 3개월 동안 상온·상압에서 보관 후 동일습도에서의 반사파장 편차(장기안정성(±10nm (1년)) • 반사도 60%이상(RCS Adv, 2017, 7, 17889 "sub-micron silk fibroin film with high humidity sensitive through color changing")	• 반사도 및 반사파장 측정 : UV-Vis spectrometer(USB 4000)장비를 이용하여 고분자 박막의 반사도 및 반사파장 측정 • 열충격 시험기 장비로 측정 : 필름을 코팅한 후 -20도에서 80도에 400시간 노출 후 필름 박막의 안정성 평가
		'19.8	반사도)47%		
		'19.12	반사도 〉50%		
		'20	반사도 〉60%		
케모포비아 대응 고기능 바이오소재 기술개발 (최종형)	2	'18	Enantiomeric excess (e.e). 70%	• 상용화된 다단계 화학공정의 키랄소재 반응전환율(60%) 대비 목표 • 생물전환기술의 상용화를 위한 기술이전이 가능한 최소 반응전환율()75%)	• 최종 목적산물, 중간산물, 반응기질의 농도를 HPLC, GC 등으로 측정
		'19.8	Enantiomeric excess(e.e). 77%		
		'19.12	Enantiomeric excess (e.e). 80%		
		'20	Enantiomeric excess (e.e). 90%		
고성능 접착소재 기술개발 (최종형)	2	'18	전단강도 20MPa	• 전단강도는 헌츠만사의 상온경화 이종소재 접착제인 아랄다이트 2015 카탈로그 참조 • T-박리강도는 접착제의 강인성 성능과 관련된 지표로 강인성 확보를 위해, 자체 기준으로 설정 • 인장강도는 접착강도 발현을 위해 필요한 고분자의 자체 물성으로, Ashland Pliogrip 5760B의 카탈로그를 참조하여 설정	• 전단강도는 두 개의 시험편에 일정량의 접착 조성물을 도포 후 경화 시킨 후 만능재료 시험기를 사용하여 성능 측정(ASTM D1002) • 인장강도는 접착제 조성물을 경화시킨 후 ASTM D638 규격으로 측정 • T-peel strength는 ASTM D1876 규격으로 측정
		'19.8	전단강도 20.7MPa		
		'19.12	전단강도 21MPa		
		'20	전단강도 22MPa		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
7	100%	2.80	A	3.15	5.95

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)		
외부자극 응답 카멜레온 소재 기술개발 (최종형)	3	'18	• 반사도 〉40%	• 반사도)43%	-	100%	100%
		'19.8	• 반사도)47%	• 반사도)58%	좌동		
케모포비아 대응 고기능 바이오소재 기술개발 (최종형)	2	'18	• Enantiomeric excess (e.e). 70%	• Enantiomeric excess(e.e). 90%	-	100%	
		'19.8	• Enantiomeric excess(e.e). 77%	• Enantiomeric excess(e.e). 99%	좌동		
고성능 접착소재 기술개발 (최종형)	2	'18	• 전단강도 20MPa	• 전단강도 20.1MPa	-	100%	
		'19.8	• 전단강도 20.7MPa	• 전단강도 21.6MPa	좌동		

① 지표별 달성도	□ 외부자극 응답 카멜레온 소재 기술개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적/'19.8월 목표 × 100 · 반사도 : (58/47)×100%≥100% · 총 달성도 : 100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함
	□ 케모포비아 대응 고기능 바이오소재 기술개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적/'19.8월 목표 × 100 · Enantiomeric excess : (99/77)x100≥100% · 총 달성도 : 100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함
	□ 고성능 접착소재 기술개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적/'19.8월 목표×100 · 전단강도 : 21.6/20.7×100%≥100% · 총 달성도 : 100% ※ 국가공인기관인 KTR 시험인증서를 통해 진단접착강도 21.6Mpa를 확인하였으며 달성도를 100% 인정
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×3/7)+(100%×2/7)+(100%×2/7)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.107~125 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.152~164 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 외부자극응답 카멜레온 소재 기술 개발 관련, 고분자 박막의 반사도 58%는 세계 최고 수준인 중국 쑤저우 대학의 발표논문에 제시된 60%와 비교할 때 동등한 수준임

- R&D의 궁극적 단계인 상업화를 목표로 기업체와 공동연구를 진행하고, 국내 필름제조기업인 ㈜대현에스터社에 기술이전한 것은 의미 있는 성과로 판단됨

- 다만 외부 습도변화에 대한 민감도를 나타낼 수 있는 감응속도와 200-L pilot scale 합성공정의 최적화 및 대면적 필름 제작 등에 대한 추가적인 설명이 부족함

○ 케모포비아* 대응 고기능 바이오소재 기술 개발 관련, 생활밀착형 기능성 정밀화학소재 개발을 위해 C5 플랫폼 케미칼인 카다베린**에 있어 일정 수준 이상의 연구성과를 거둠

* 케모포비아(Chemophobia) : 화학물질(Chemical)과 포비아(Phobia)의 합성어로, 화학물질에 대한 사회적 공포나 불안 현상

* 카다베린(Cadaverine) : 동물 조직의 부패에 의해 생성되는 악취가 나는 디아민 화합물입

- 전환율과 생산량은 상업화에 있어서 생산비용을 결정하는 가장 중요한 요소이며 전환율 90%는 세계 최고 수준인 85%에 비등한 수치임
- 특히, 생산량 125g/L는 상용 에탄올 생산 공정(약 110 g/L)보다 높은 우수한 결과임
- 한국형 키랄소재(UDCA*)를 발굴하고, 기존 생물전환공정 전환율 한계 (20%)를 극복하기 위해 고효율 공융용매**시스템을 개발(전환율 90%)하여 바이오소재 맞춤형 새로운 생물전환기술을 확보하고자 함

* UDCA(Ursodeoxycholic acid) : 우르소데옥시콜산. 간 기능 개선 원료의약품으로 천연물 소스를 이용해 화학합성공정을 통해 생산함

** 공융용매(Deep Eutectic Solvent, DES) : 두 종류의 성분이 혼합되어 각 성분보다 더 낮은 녹는점을 갖는 공융 혼합물

- 다만 현재까지 다양한 바이오소재와 관련한 국책과제가 기획되어 왔으나 실질적인 성과가 미흡함

○ 고성능 접착 소재 기술 개발 관련, 자동차 시장의 변화에 대응하기 위해 충격저항·굴곡·전단 강도가 향상된 접착 소재를 개발한 것으로 판단됨

- 기존 제품의 경우 에폭시* 고분자와 반응하지 않는 강인화제**를 사용하는 반면, 화학연은 에폭시 3차원 그물망 구조에 직접 반응할 수 있는 에폭시기***를 포함한 폴리우레탄을 합성하여 접착소재에 적용함

* 에폭시(Epoxy) : 열경화성 플라스틱의 하나로 물과 날씨 변화에 잘 견디고, 빨리 굳으며, 접착력이 강함

** 강인화제 : 에폭시 폴리머의 취성(깨지기 쉬운 성질)을 개선하기 위한 충격 보강소재

*** 에폭시기(Epoxy group) : 탄소사슬 중의 두 탄소 원자, 혹은 탄소 고리 중의 두 탄소원자에 직접 결합하여 다리 형태로 되어 있는 1개 산소원자를 이가의 치환기로서 접두어로 명명할 때의 명칭

【출처】 실적보고서 pp.117~123, 증빙자료 pp.151~163, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 습도 변화에 따른 색상 변화를 시각적으로 쉽게 감지하는 위변조 방지 카멜레온 필름기술 개발은 혁신적인 목표로 인정됨

- 해당 기술은 80% 이상의 고습도(입김)에 감응하여 위변조 방지 보안솔루션·홀로그램 대체 정품인증 라벨 적용(담배, 화장품, 고가 소비재 등)에 이용 가능한 혁신적인 기술로 국내 최대 필름제조기업 ㈜대현에스티社로 이전함

○ 고효율 생물촉매를 개발하여 케모포비아에 대응하는 세계 최고 수준의 생물학적 전환기술 확보는 충분히 도전적인 목표로 판단됨

- 생물학적 미활용자원(천연물 기반, 폐플라스틱 기반)의 업사이클링 기술은 저부가 전환(고형연료 및 에너지 등)이 중심인 기존 화학적 재활용 기술의 한계를 극복한 도전적 목표임

○ 고성능 접착 소재 기술 개발은 강인화제를 에폭시 3차원 그물망 구조에 반응할 수 있는 에폭시기를 포함하는 폴리우레탄을 합성하는 기술은도전적이며, 향후 지속적으로 산업계와의 협력을 통한 소재기술 동향 파악하고 이를 연구에 반영할 필요성이 있음

【출처】 실적보고서 pp.117~125, 증빙자료 pp.152~164, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 외부자극응답 카멜레온 소재 기술 개발 관련, 성과활용에 대한 로드맵 작성이 필요함

○ 케모포비아 대응 고기능 바이오소재 기술 개발을 위해 타겟 소재 및 미활용 자원(폐바이오매스, 폐플라스틱 등) 선정에 대한 명확한 기준 마련이 선행되어야 함

- 기준 마련 시 타겟 소재 발굴, 원료물질 선정, 생물전환기술 개발, 분리정제기술 개발 등에 대한 종합적인 검토가 필요하며 해당 기술적 타당성은 논문 및 특허 등으로 확보함
- 특히 타겟 소재에 대한 시급성·필요성·시장성에 대한 면밀한 검토를 우선적으로 할 필요하며 향후 수요기업 등과의 긴밀한 협의가 필요함

○ 고성능 접착 소재 기술 개발 관련, 우레탄 소재를 에폭시 경화 조성물에 혼합 시 경화시간 및 점도를 추가적으로 설명하는 것이 필요함

- ㈜성우하이텍이 기존 제품의 성능평가에 참여하였으나, 완성차 벤더의 직접적인 R&D 참여가 과제의 성공을 위해 반드시 필요함

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 4-2-1 '외부자극 응답 카멜레온 소재 기술개발'의 실적 증빙으로 제시한 자료의 출처가 불분명하여 추가자료를 통해 객관성 및 신뢰성을 확인함
- 성과지표 4-2-2 '케모포비아 대응 고기능 바이오소재 기술개발'의 실적 증빙으로 제시한 자료는 출처가 불분명하여 추가자료를 통해 출처의 객관성 및 달성여부를 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

- 다만, 케모포비아 대응 고기능 바이오소재기술 개발 관련 연구성과계획 점검단 의견에서 목표 설정 시 '기술이전 건수'를 포함할 것을 제안하였으나 중장기 2023~2028년 목표로 1건 이상을 제시함
- 화학연이 제시한 기술수준(UDCA TRL 2-3, 카다베린 TRL 5-6, 글루타릭산 TRL 4-5, PET 고부가화 생물전환기술 TRL 2-3)에 근거하여 전체적이고 구체적인 R&D 전략과 기술이전 등이 제시될 필요성이 있음

전략목표 5 사회·산업 요구 대응을 위한 화학 플랫폼 기술 개발 (배점 : 15점)

성과목표 5-1 건강한 삶을 위한 신물질 파이프라인 확보(배점 : 6점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
의약정보 빅데이터 플랫폼 개발 (독립형) 대표지표	4	'18	실험데이터 표준화 및 시각화 시스템 구축 (1건)	• 2~3차년도에는 데이터의 양과 질이 확보된 과제에 우선적 활용 • 메타데이터 플랫폼 구축 이후에는 활용도의 급속 증가가 예측됨 • 현재 최고 수준의 검색 속도를 목표로 설정 • 인공지능 신약개발에 활용된 프로젝트가 사업화로 성공하기에는 장기간의 시간이 필요하므로 활용기관의 매출액 또는 순익에 기여하는 지표 설정은 어려움 • 화합물은행을 활용한 프로젝트 수는 평균 연 60건으로 그 중 20%를 인공지능 활용으로 적용하여 중장기(2023-2028) 목표 70건 설정	• 구축된 플랫폼을 이용하여 기계학습/인공지능 기법을 통한 신약후보물질 발굴에 활용 및 검증된 프로젝트 건수 • 대량 데이터 및 동시접속 검색 속도
		'19.8	웹기반 데이터 플랫폼 구축 (67%)		
		'19.12	플랫폼 파일럿 공개 및 웹서비스 활용(3건)		
		'20	플랫폼 국내 공개 및 웹서비스 활용 (8건; 2,000만건 화합물/초단위 검색; 동시접속 500만건/ms)		
소재물성 예측 플랫폼 개발 (최종형)	1	'18	공개 소재물성 데이터베이스를 활용한 머신러닝 적용 기술 개발 (예측 정확성 : 목적속성 평균 대비 70%)	• 소재의 조성, 구조만으로 소재의 물성(예시 : 밴드갭, 결합에너지 등)을 예측할 수 있는 소재물성 예측 플랫폼을 구축하고, 예측의 정확성은 목적속성 평균 대비 85% 이상으로 확보 • 웹기반 소재 물성 예측 플랫폼 서비스 공개	• 소재 물성 예측의 정확성 검증 (목적속성 평균 대비 85% 이상의 정확성)
		'19.8	무기 소재물성 예측 기술 개발 (예측 정확성 : 밴드갭 평균 76.67%)		
		'19.12	무기 소재물성 예측 플랫폼 개발 (예측 물성 : 밴드갭, 결합 에너지 등, 예측 정확성 : 목적속성 평균 대비 80%)		
		'20	웹기반 무기 소재물성 예측 플랫폼 공개 (예측 정확성 : 목적속성 평균 대비 85% 이상)		
연구데이터 수집/관리 플랫폼 구축 (독립형)	1	'18	유기태양전지, 의약 연구 데이터 자동 수집 시스템 구축	• 연구데이터를 과제 및 장비 중심으로 자동 수집하여 중앙에서 관리하는 시스템을 구축하며 연구데이터 구축시스템에서 대외서비스가 가능한 플랫폼으로 확장 구축 • 수집대상 분야 및 자동 수집을 위한 연계 장비를 점차 확대함으로써 소재연구본부의 유기태양전지 연구데이터와 신약 개발 연구 데이터로부터 소재연구본부 전체 분야로 범위를 확대하고 자동수집 대상 장비를 추가 • '18년은 의약연구데이터 2천 건, 유기태양전지 연구데이터 2천 건, 장비 3개에서 각 2천 건씩 1만 건 구축 • '19년은 소재연구본부 4개 분야에서 각 3천 건, 연구장비 6종에서 각 3천 건 데이터 수집 • '20년은 소재연구본부 6개 분야에서 각 3천 건, 연구장비 8종에서 각 4천 건 데이터 수집 • 의약 연구데이터 중장기 국가 repository 구축에 화합물의 합성 반응 및 구조, 순도 분석; 물리화학적 성질, 약효, 약물성 및 독성 데이터, 단백질 결합구조, 유전체와 질병과 연계 데이터, 임상 연계 데이터	• 수집된 연구데이터 구축 건수 • 연구 데이터 수집 및 활용 플랫폼 구축 여부 • 연구데이터 제출 연구자의 활용 만족도 조사 • Raw data archive(NMR, LC/MS, 약효 및 독성 이미징 데이터 등) 구축 여부
		'19.8	소재연구본부 활용장비 기반 원내 연구 데이터 자동 수집 시스템 구축 및 운영 데이터 수집 6,700건		
		'19.12	소재연구본부 활용장비 기반 원내 연구 데이터 자동 수집 시스템구축 (데이터 3만건/년 수집, 2020년 누적목표 대비 50%)		
		'20	연구 데이터(소재, 의약) 대외 서비스 플랫폼 구축 (데이터 5만건/년 수집, 2020년 누적목표 대비 100%. 의약 raw data archive 구축 및 연계)		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
6	92.59%	2.22	B	1.80	4.02

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
의약정보 빅데이터 플랫폼 개발 (독립형) 대표지표	4	'18	• 실험데이터 표준화 및 시각화 시스템 구축 (1건)	• 보유데이터 분석 및 약효시험 분류 표준화/온톨로지 국제표준화 : 화합물구조 규격화, 생물학적 용어 사전 구축 및 매핑 • 화합물 구조정보 시각화 및 차트 그래프 구현 시스템 구축	좌동	100%	88.89%	92.59%
		'19.8	• 웹기반 데이터 플랫폼 구축	• 웹기반 데이터 플랫폼 구축 80% 완료 (ERD 설계 및 웹인터페이스 개발 기획 완료)	72.22%	72.22%		
소재물성 예측 플랫폼 개발 (최종형)	1	'18	• 공개 소재물성 데이터 베이스를 활용한 머신러닝 적용 기술 개발(예측 정확성 : 목적속성 평균 대비 70%)	• Materials Project 공개 물성 DB를 활용한 Ternary 무기소재의 밴드갭 예측 기술 개발 • 밴드갭 예측의 정확성 : 목적속성 평균 대비 76% 달성	-	100%		
		'19.8	• 무기 소재물성 예측 기술 개발(예측 정확성 : 밴드갭 평균 76.67%)	• 화학연이 직접 계산한 double perovskite 태양전지 소재 데이터를 활용한 머신러닝 적용 밴드갭 예측 논문 발표 • 무기소재 밴드갭 실험 데이터를 활용하여 밴드갭 예측의 정확성 79% 달성	예측 정확도 78.59%			
연구데이터 수집/관리 플랫폼 구축 (독립형)	1	'18	• 유기태양전지, 의약 연구 데이터 자동 수집 시스템 구축	• 연구데이터 수집 : 23,957건 (의약연구데이터 12,000건, 유기태양전지 연구데이터 11,957건) • 유기태양전지(OPV) 연구데이터 입력·검색 시스템 구축 • 분석·평가장비의 실험데이터 자동 수집 시스템 구축 (장비 6대 : UV-VIS, CV, IPCE, Long term stability, Simulator A,B)	자동 시스템 구축 인정	100%	100%	
		'19.8	• 소재연구본부 활용장비 기반 원내 연구 데이터 자동 수집 시스템 구축 및 운영 데이터 수집 20,000건	• 소재연구본부 활용장비 기반 원내 연구 데이터 자동수집 시스템 구축 완료('19.6.) 및 교육진행 ('19.8.) • 데이터 수집(10,722건) : 의약 연구데이터 수집 (9,000건), 자동수집 데이터 (1,722건)	30,591건 인정 (추가자료)	100%		

① 지표별 달성도

□ 의약정보 빅데이터 플랫폼 개발

ㅇ 목표치 관련 검토
- '18년도 목표치와 '19.8월 목표치의 특성을 고려하여 독립형 지표로 달성도를 평가함

ㅇ 차감 요인(b)
- '19.8월 목표 '웹 기반 데이터 플랫폼 구축'은 인정성과 72.22%를 제외한 27.78%를 차감함

ㅇ 인정 성과(d=c-b)
- '18년 : 실험데이터 표준화 및 시각화 시스템 구축 100% 인정
- '19.8월 목표 '웹 기반 데이터 플랫폼 구축' 관련, ①ERD 설계 및 웹 인터페이스 개발기획은 기획단계로 완료 100% 인정, ② KCB 데이터, 연구데이터, 공공데이터 통한 DB구축 착수는 현재 진행형으로 월할하여 (100% x 20개월/36개월)=55.56% 인정, ③검색시스템 고도화도 2020년에 100% 완료 목표로 보고 현재는 월할하여 (100% x 20개월/36개월)=55.56% 인정, ④UPLC-MS 데이터 자동수집시스템 구축 및 활용 관련 구축은 확인되나 현재 활용결과가 없어 50% 인정, ⑤데이터 활용지원 16개 과제는 과제내역이 성과지표 5-1-1의 항목에 대한 증빙이 5-1-3에 잘못 표시되었다는 연구원 측 해명을 받아들여 100% 인정

ㅇ 달성도(e)
- ('18년 달성도 x 12/20)+('19.8월 달성도 x 8/20)
  · '18년 : 100%
  · '19.8월 : (100%x1/5)+(55.56%x1/5)+(55.56%x1/5)+(50%x1/5)+(100%x1/5)= 72.22%
  ※ '19.8월 성과는 ①~⑤ 5개 항목을 동일 가중치로 평가하여, 72.22%를 인정함
  · 총 달성도 : (100%x12/20)+(72.22%x8/20)=88.89%

	□ 소재물성 예측 플랫폼 개발 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관이 제시한 목표 76.67% 소수점 두 자리로 변경하여 검토함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · (78.59%/76.67%)x100≥100% · 총 달성도 : 100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함
	□ 연구데이터 수집/관리 플랫폼 구축 ㅇ 목표치 관련 검토 - '18년도 목표치와 '19.8월 목표치의 특성을 고려하여 독립형 지표로 달성도를 평가하며, '18년 목표는 자동시스템 구축 '19.8월 목표는 '19.12월 목표치인 30,000건을 월할하여 20,000건으로 설정함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도 x 12/20)+('19.8월 달성도 x 8/20) · '18년 : 100% · '19.8월 : (30,591/20,000x8/20)≥100% · 총 달성도 : (100%x12/20)+(100%x8/20)=100% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (88.89%x4/6)+(100%x1/6)+(100%x1/6)= 92.59%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.127~135 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.167~181 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 의약정보 빅데이터 플랫폼 개발 관련, 해외기관들이 보유하지 않은 고유 화합물 데이터베이스를 구축함

- 의약정보 데이터는 공공기관(미국 NCBI, 유럽 EBI) 이외에는 대부분 대형 제약회사가 보유하고 있음
- 보유하고 있는 독창적 화합물의 사용, 관리 공유시스템의 원활한 작동 여부를 기준으로 판단할 때, PubChem*에는 없는 독창적 고품질 화합물을 다량 보유하고 있으며, 화합물의 사용과 품질관리, 약효데이터에 대한 공공기관 공유시스템은 화학연이 가지고 있는 강점임

* 미국 국립생물공학정보센터(NCBI)가 관리하는 화학 분자 및 생물학 논문에 대한 활동의 데이터베이스

- 사용자 맞춤형 웹 인터페이스 개발은 완전히 구현되지는 않았으나, 기존 기관(미국 NCBI, 유럽 EPI)에서 구현된 PubChem, ChEMBL*, DrugBank**, PDB*** 등을 통합하여 나타내는 성과만으로도 현 단계에서는 의미가 있음

  * 약물과 유사한 특성을 가진 생물 활성 분자의 수동 경화 화학 데이터베이스

  ** 약과 약의 표적에 관한 정보를 포함하는, 종합적이고 자유롭게 접근이 가능한 온라인 데이터베이스

  *** PDB(Protein Data Bank) : 단백질 정보 은행

- 다만, 웹 인터페이스에 있어 사용자의 편리성을 고려한 세밀한 디자인 설계가 미흡함

○ 소재물성 예측 플랫폼 개발 관련, 페로브스카이트의 밴드갭* 예측에 있어 예측도 78.5%를 지닌 모델을 개발함

* 밴드갭(Band gap) : 반도체, 절연체의 띠구조에서 전자에 점유된 가장 높은 에너지띠의 맨위부터 가장 낮은 공간띠의 바닥까지 사이의 에너지 준위나 그 에너지 차이

- 정량적인 목표는 달성하였으나, 무기소재 3,895건에 대한 수집 기준이 모호하고 RMSE* 계산 결과도 적용 모델에 따라 달라질 수 있어 우수한 성과로 보기 어려움

  * RMSE(Root Mean Square Error) : 머신러닝 모델을 활용할 때 추정 값 또는 예측 값과 실제 환경에서 관찰되는 값의 차이를 나타내는 측도

○ 연구 과정에서 산재된 데이터를 수집·관리하는 시스템 구축은 빅데이터·머신러닝 모델 개발 등에 활용되어 다양한 예측결과를 제공할 수 있음

- 기존 사례는 실험실별 합성데이터를 수동으로 수집하는 예측모델이었으나, 데이터 수집·관리를 자동화한 점에서 연구의 의의가 있음
- 다만, 플랫폼 개발은 시스템을 직접 활용한 사례나 사용자 의견 반영이 중요하나 아직 파일럿 단계에 머물러 미흡한 것으로 판단됨

【출처】 계획서 pp.127~131, 실적보고서 pp.128~135, 증빙자료 pp.167~181, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 한국화합물은행(KCB)이 보유한 독자적인 연구데이터를 공공데이터와 통합하여 제공하는 것은 타 선진국에 비해 도전적임

- 의약데이터 뿐 아니라 보유 의약물질도 기업에 제공하여 신약 개발, 가상탐색 연구를 지원(16건)한 것은 외국의 데이터 제공기관과 차별화되는 우수한 점임

【출처】 계획서 pp.127~131, 실적보고서 pp.128~135, 증빙자료 pp.167~181, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 소재물성 예측 플랫폼 개발 관련, 실제 예측모델을 제시하고 사용자가 검증하는 과정에서

신뢰성·정확성을 제고할 수 있는 소프트웨어를 개발하는 것이 필요함

- 소재 물성은 검증데이터에 따라 결과가 달라질 수 있으므로 직접적인 모델 비교 보다 모델의 신뢰범위를 미리 설정하여 최적화 알고리즘을 개발할 필요가 있음
- 유럽 NOMAD*社의 'Materials Big-Data Analytics' 오픈 플랫폼을 롤모델로 하나, 개발 속도 상향을 위해 우선적으로 오픈소스 공개를 통해 기술 확산과 관심도를 높여야 함

* NOMAD : The Novel Materials Discovery

○ 연구데이터 수집/관리 플랫폼 구축에 있어 출연(연)과 기업체 등 수요기관과 실제적 협업관계를 위해 연구 단계에서부터 국가연구비 공동 수주(수요기관 참여 의무화) 및 연구결과의 평가 및 검증 시스템 구축이 필요함

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 5-1-2 '소재물성 예측 플랫폼 개발'의 증빙으로 제시한 자료의 출처가 불분명하고, 객관적이고 명확한 달성도 검토가 불가능하여 추가자료를 통해 출처 및 실적의 객관성을 확인함
- 성과지표 5-1-3 '연구데이터 수집/관리 플랫폼 구축'의 증빙으로 제시한 자료는 '의약연구데이터' 관련 실적에 대한 객관적인 목표달성 여부를 판단할 수 없어 추가자료를 통해 실적을 확인함

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적이 오기재됨

- 성과지표 5-1-3 '연구데이터 수집/관리 플랫폼 구축'의 의약데이터 활용 지원 16과제는 성과지표 5-1-1의 '19.8월에 해당되는 성과임을 현장평가에서 확인하였으며, 증빙자료 p.178(인공지능 5과제, 가상탐색 11과제)와 p.181(인공지능 6과제, 가상탐색 11과제)로 내용이 상이하여 추가자료를 통해 정확한 실적을 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

▌성과목표 5-2 ▌화학 안전 공공기술 플랫폼 개발(배점 : 3점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
미세먼지 복합성분 모니터링 기반 통합위해성평가 기술 (독립형)	1	'18	4복합 대기 오염물질 모니터링 데이터 기반 미세먼지 위해성 평가 및 우선순위 물질도출 (1건)	• 미세먼지 모니터링 기술은 주로 입자사이즈와 원소성분에 초점을 맞춰서 개발되고 있으나 미세먼지 위해성과 관련성이 높은 유기물에 대한 정보는 제한적으로 얻을 수 있어 분광학적 분석 기법 및 통계분석기술을 활용하여 복합성분 정보를 얻고자 함 • 위해성평가 기술은 현재 단일물질 중심으로 평가되고 있으며, 복합물질 성분에 대한 위해성평가를 국내 다른 기관에서는 미흡한 실정이므로, 타 전문기관과의 협동연구를 통해 미세먼지 위해성평가 수준을 다양한 미세먼지 구성물질들의 복합노출을 고려한 위해성평가기술로 선진화 하고자 함 • 위해성평가 및 모니터링기술 (요소기술)별 진보성이 인정되는 항목을 목표치 도출 근거로 산출하여 달성 목표는 연간 1건으로 산정(단, 2018년도는 착수년도로서 전체적으로 1건을 목표치로 도출) • 미세먼지 및 주요 대기오염물질(오존, 아황산가스 등)의 국내 노출 모니터링/독성 데이터를 기반으로 복합위해성평가를 수행하여 수용성 유기물 등에 대한 모델링으로 확장 적용	• 상위 20% SCI 논문 게재 내용 및 특허 등록 내용 등의 근거자료를 통하여 핵심요소기술 진보성 평가
		'19.8	미세먼지 복합성분 모니터링 기반 위해성평가 기술 개발 (2건)		
		'19.12	미세먼지 복합성분 모니터링 기반 위해성평가 기술 개발(3건)		
		'20	미세먼지 복합성분 모니터링 기반 통합 위해성평가 시스템 개발(5건)		
REACH 대응 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용 (독립형)	2	'18	10건 (물리·화학적 특성 분석 기반 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)	• 화학물질 유형별 분석 플랫폼 개발은 초기단계로 지속적인 화학물질 등록을 위한 화학물질 유형별 종합분석 가이드라인 및 플랫폼이 필요함 - 2016년 유·무기 물질확인/동질성분석 보고서 2건(2016년), 5건(2017년) 작성 기준 평균 보고서 작성 소요시간 1달을 고려하여 2018년 목표 설정 • 국내외 기업의 생산·수출·수입하는 화학물질의 등록에 대한 지속적인 수요 증가 및 화학물질 분석 플랫폼 성숙도 반영 - 화학물질 종합분석 플랫폼 구축을 위한 지속적인 추가 인력 투입 및 플랫폼 성숙도를 바탕으로 5건/년 보고서 추가 작성, 보고서 30건(2023년) 작성을 목표함	• 국가별 화학물질등록을 위한 분석 보고서 활용 업체 수(건)
		'19.8	10건 (유·무기 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)		
		'19.12	15건 (유·무기 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)		
		'20	20건 (고분자 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(40%)		정성평가(60%)		소계
	인정 목표달성도	달성도 점수	정성평가	정성평가 점수	
3	88.00%	1.06	B	0.90	1.96

목표달성도 평가

성과지표	배점 (a)	연도	목표	실적		① 지표별 인정 달성도 (e)		② 인정 목표달성도
				기관제시 (c)	인정 (d)			
미세먼지 복합성분 모니터링 기반 통합위해성평가 기술 (독립형)	1	'18	• 복합 대기 오염물질 모니터링 데이터 기반 미세먼지 위해성 평가 및 우선순위 물질도출 (1건)	• 복합 대기 오염물질 모니터링 데이터 기반 미세먼지 위해성 평가 및 우선순위 물질도출 (1건)	좌동	100%	80.00%	88.00%
		'19.8	• 미세먼지 복합성분 모니터링 기반 위해성평가 기술 개발 (2건)	• 1건 (특허등록 1건) 미세먼지 복합성분 모니터링 기반 위해성평가 기술 개발	좌동	50%		
REACH 대응 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용 (독립형)	2	'18	• 10건(물리·화학적 특성 분석 기반 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)	• 10건(물리·화학적 특성 분석 기반 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)	좌동	100%	92.00%	
		'19.8	• 10건(유·무기 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)	• 15건(8건 완료, 7건 진행) (유·무기 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)	8건	80%		

① 지표별 달성도	□ 미세먼지 복합성분 모니터링 기반 통합위해성평가 기술 o 목표치 관련 검토 - '18년도 목표치와 '19.8월 목표치의 특성을 고려하여 독립형 지표로 달성도를 평가함 - 미세먼지 복합성분 모니터링 기반 위해성 평가기술 관련 '19.12월 목표인 3건을 월할하여 '19.8월 목표를 2건으로 수정하여 검토함 o 차감 요인(b) - 미세먼지 복합성분 모니터링 기반 위해성 평가기술개발 목표 2건 대비 실적 1건 미인정 o 인정 성과(d=c-b) - '18년 복합대기오염물질 모니터링 데이터기반 미세먼지 위해성 평가 및 우선순위 물질 도출 1건 목표 대비 실적 1건 인정 - '19.8월 미세먼지 복합성분 모니터링 기반 위해성 평가기술개발 목표 2건 대비 실적 1건 인정 o 달성도(e) - ('18년 달성도x12/20)+('19.8월 달성도x8/20) - '18년 : (1/1x100)=100% - '19.8월 : (1/2x100)=50% · 총 달성도 : (100%x12/20)+(50%x8/20)=80% ※ 추가자료를 통해 해당실적을 확인함
	□ REACH 대응 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용 o 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 o 차감 요인(b) - '19.8월 까지 등록지원 실적으로 제시한 15건 중 진행 중인 7건에 대해서는 불인정 o 인정 성과(d=c-b) - '18년 : 화학물질의 물리화학적 특성분석 기반구축 및 산업체 REACH 등록지원 10건 인정 - '19.8월 : 유무기 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록지원 8건 인정 o 달성도(e) - ('18년 달성도x12/20)+('19.8월 달성도x8/20) · '18년 : 10/10x100%=100% · '19.8월 : 8/10x100%=80% · 총 달성도 : (100%x12/20)+(80%x8/20)=92.00%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	o 최종 인정 목표달성도 - (80%x1/3)+(92.00%x2/3)=88.00%
출처	o 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.182~187 o 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.138~143 o 한국화학연구원 종합평가 추가자료

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 제품 중심의 복합 구성 물질 중 대표 물질을 선정하는 위해성 평가를 국제적으로 제도화함

- 복합 위해성 평가 방법론으로 대두되는 미국 EPA*의 누적위해성 산정기법은 합산에 의한 보수적 방법이고 유럽 ECHA**는 대표물질 기반 유해성 평가로 충분한 혼합독성을 표시하지 못하는 문제가 있으나, 이를 혼용한 방법을 도입하여 각 방법의 단점을 보완함

* EPA(Environmental Protection Agency) : 미국 환경보호청
* ECHA(European Chemicals Agency) : 유럽 화학물질청

○ 화학물질 등록·평가·허가에 관한 법률(REACH*)에 대응하는 화학물질 등록을 지원하여 분석·시험 인프라 및 분석 프로토콜을 구축함

* REACH(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of CHemicals) : 화학물질의 등록, 평가, 허가, 제한에 관한 제도

- 이러한 성과는 산업계의 REACH 대응을 원활하게 지원하는 촉매제가 될 수 있어 시의적절한 사업으로 판단됨
- 다만, 성과의 질적 우수성을 정량적인 화학물질 등록 지원 건수만으로 평가하는 것은 적절하지 않음

【출처】 실적보고서 pp.138~143, 증빙자료 pp.182~187, 추가자료

목표의 도전성·혁신성 …

○ 복합위해성 예측 평가 기술은 실제 환경에 가까운 예측시스템으로 개발 필요성이 높으나 혼합 독성을 판단하는데 어려움이 있어 도전성이 높은 과제로 판단됨

【출처】 실적보고서 pp.138~143, 증빙자료 pp.182~187, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용 관련, 규제 화학물질의 수가 많고 지속적으로 증가하는 추세이므로 국내외 연구소 및 수요기업과 연계하여 공동 대처하는 것이 효과적임

- 지식 관리 및 지식 서비스 관련 연구 시 출연(연)과 기업체 등 수요기관과 실제적 협업관계를 위해 연구 단계에서부터 국가연구비 공동 수주(수요기관 참여 의무화) 및 연구결과의 평가 및 검증 시스템 구축이 필요함

○ 미세먼지 복합성분 모니터링 기반 통합위해성평가 기술은 타 부서로 이관되고 새로운 위해성 평가과제가 '19년부터 시작되므로 향후 연구사업계획 수립 시 목표를 재검토할 필요가 있음

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 5-2-1 '미세먼지 복합성분 모니터링 기반 통합위해성 평가 기술' 관련 '18년 성과인 우선순위 물질 도출의 증빙자료 출처를 확인하기 어렵고, 객관적 평가가 어려우며 '19년 기술개발 성과의 증빙으로 제시한 특허등록증 캡쳐로는 객관적 판단이 어려워 추가자료를 통해 실적을 확인함
- 성과지표 5-2-2 'REACH 대응 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용'의 실적증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

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

▮ 성과목표 5-3 ▮ 화학소재산업 기술 솔루션 플랫폼 개발(배점 : 6점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
대면적 롤투롤 코팅공정 플랫폼 기반 실증화 기술 (독립형)	3	'18	150/광전변환 코팅필름 효율향상용 반사 방지 코팅 기술	• 2017년 산업 지원 실적 및 가동율 고려 (현재, 주요장비인 습식코팅의 경우, 외부지원 및 유지보수만 가동율 86% 수준으로 산업 지원 건수를 지속적으로 높이는데 한계가 있음) • 롤투롤 대면적 코팅공정 플랫폼을 활용하여 화학(연) 화학소재연구본부에서 개발중인 세계 최고 수준의 페로브스카이트 R&D 성과물의 실증화를 위한 플랫폼 기술을 개발하는 것을 성과지표에 넣었음 • 롤투롤 기반의 세계 최고 수준의 페로브스카이트 기반 광전변환코팅필름 (길이 10m) 효율(Cell 기준)은 13%이고 현재 기관 수준은 3%(세계 최고 대비 20%)이므로 2023년까지 13%, 2028년까지 세계 최고 수준(폭 300mm, 길이 100m, 효율 15%)의 실증화 기술 확보를 목표로 설정함	• 대면적 롤투롤 코팅공정 플랫폼 활용 산업 지원 건수 (연구원 정보시스템 MIS 등록 지원건수 기준) • 실증화 기술 개발 여부 (SCI 논문 게재 또는 외부인증)
		'19.8	103/광전변환 코팅필름 내구성 향상용 배리어 기술		
		'19.12	155/ 광전변환코팅필름 내구성 향상용 배리어 기술		
		'20	155/ 롤투롤 기반 차세대 광전변환코팅필름 실증화 기술 (폭 : 300mm, 길이 : 50m)		
현실모사 데이터 기반 내후성 시험 기술 (독립형/최종형)	3	'18	200 (현실모사 검증용 내후성표준시험편개발, 2019년 : 보급개시, 2023년 : 누적100개 기업보급)	• 내후성 시험 장비는 국내 1,000 대 정도가 보급되어 있으나, 제조사 및 모델, 시험 규격이 상이하여 관리 상태 및 시험 결과의 정확도에 대한 우려가 높은 상황임 • 내후성 장비 및 운영 조건의 적합성을 평가하기 위한 표준시료는 현재 유일하게 미국 제품이 공급되고 있으나 높은 가격과 관련 기술제공의 미비로 국내 활용이 미진함 • 화학연에서 개발하려는 내후성 표준시료는 세계 최초로 내후성 시험의 3요소인 자외선, 온도, 수분의 영향을 종합적으로 평가할 수 있는 특징을 갖고 있으며, 국내 내후성 장비의 활용도를 획기적으로 개선하는 계기를 제공할 것임 • 현재의 내후성 시험법은 기후모사에 대한 시험원리가 개발되어 있지 못한 관계로 내후성 시험이 기후에 의한 화학소재의 경시변화를 평가하는 기술임에도 현실기후의 데이터를 활용하는 시뮬레이션 기술이 전 세계적으로 전무함 • 현실기후 데이터를 기반으로 필드 열화를 모사하는 데이터기반의 내후성시험법은 세계 최초로 개발되는 것이며, 이를 시스템 소프트웨어로 탑재한 내후성 시험기는 세계 최초의 지능제어형 내후성 시험기가 될 것임 • 데이터기반의 현실모사 내후성 시험기술은 전 세계적으로 전무한 시험기술이기 때문에 오히려 국내 및 해외 산업계 확산에 시간이 걸릴 것으로 예상되며, 이의 촉진을 위해 내후성 표준시료를 선행 개발하고 이를 국내외 확산을 위한 검증수단으로 활용하려함 • 발광플라즈마 내광성 및 내후성 시험장비 및 시험기술은 화학연이 세계 최초의 원천기술을 보유하고 있는 새로운 시험기술로 현재 산업화 개발이 진행 중임 • 2023년 장비의 실질 산업화를 목표로 2020년에 시험기술의 표준화(RS시험 표준) 및 2021년 대기업 사내규격화를 통한 산업계 기술확산 일정이 목표임	• `기술 성과의 질적 우수성(국내 또는 세계 최초 기술 여부) • 특허, 저작권, 산업표준(RS), 산업 보급 및 교육 실적 지표 • 관련 시험 장비 및 소프트웨어 플랫폼의 공동 활용 건수 (연구원 정보시스템 MIS 등록 지원건수 기준)
		'19.8	[장비활용] 168건 [기술개발] 내후성 표준 시험편 개발 - 2019년 8월 : 3개 기업 보급		
		'19.12	250 (현실모사 데이터기반 내후성시험 기술개발, 2020년 : 특허출원, 2021년 특허 및 소프트웨어 저작권등록) ※ 신기술		
		'20	300 (발광플라즈마 초가속 내후성시험 기술개발, 2020년 : RS표준제정 2021년 : 기술확산 개시 ※ 신기술		

< 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

<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="2">대면적 롤투롤
코팅공정
플랫폼 기반
실증화 기술
(독립형)</td><td rowspan="2">3</td><td>'18</td><td>• 150/광전변환
• 코팅필름 효율향상용
반사 방지 코팅 기술</td><td>• 157/광전변환
• 코팅필름 효율향상용 반사 방지 코팅 기술관련 논문 게재</td><td>좌동</td><td>100
%</td><td rowspan="2">100
%</td><td rowspan="3">100%</td></tr>
<tr><td>'19.8</td><td>• 103/광전변환
• 코팅필름 내구성 향상용
배리어 기술</td><td>• 112 (2019년 7월 실적)/배리어 코팅 기술관련 논문 게재</td><td>좌동</td><td>100
%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현실모사
데이터 기반
내후성
시험 기술
(독립형/최종형)</td><td rowspan="2">3</td><td>'18</td><td>• 200(현실모사 검증용 내후성표준시험편개발, 2019년 : 보급개시, 2023년 : 누적100개 기업보급)</td><td>• [장비활용] 274건
– 내후성 시험 플랫폼 공동 활용 건수
• [기술개발] 내후성 표준 시험편 개발
– 현실모사 검증용 시험편 세트 개발
– 현실모사 기후모사 시험 설계 SW 기술이전</td><td>좌동</td><td colspan="2" rowspan="2">100%</td></tr>
<tr><td>'19.8</td><td>• [장비활용] 168건
• [기술개발] 내후성 표준 시험편 개발
– 2019년 8월 : 3개 기업 보급</td><td>• [장비활용] 311건
– 내후성 시험 플랫폼 공동 활용 건수
• [기술개발] 내후성 시험기술 개발
– 표준시험편 3개 기업 보급
– LTE 중계기의 미국 기후 사내규격화
– 실내광 시험용 발광플라즈마 특허 등록</td><td>좌동</td></tr>
<tr><td>① 지표별 달성도</td><td colspan="9">□ 대면적 롤투롤 코팅공정 플랫폼 기반 실증화 기술
ㅇ 목표치 관련 검토
– 기관 제시 목표와 동일
ㅇ 차감 요인(b)
– 해당사항 없음
ㅇ 달성도(e) (※ 비율 : 기술개발 0.5, 산업지원 건수 0.5)
– ('18년도 달성도x12/20) + ('19.8월 달성도x8/20)
· '18년 : {(157/150)x100x0.5}+{(1/1)x100x0.5}≥100%
· '19년 : {(112/103)x100x0.5}+{(1/1)x100x0.5}≥100%
· 총 달성도 : (100%x12/20)+(100%x8/20)=100%

□ 현실모사 데이터 기반 내후성 시험 기술
ㅇ 목표치 관련 검토
– 기관 제시 목표와 동일
ㅇ 차감 요인(b)
– 해당사항 없음
ㅇ 달성도(e) (※ 비율 : 산업지원 건수 0.5, 기술개발 및 기업보급 0.5)
① 산업지원 건수(독립형)
– ('18년 달성도x12/20) + ('19.8월 달성도x8/20)
· '18년 : (274/200)x100%≥100%
· '19.8월 : (311/168)x100≥100%
· (100%x12/20)+(100%x8/20)=100%
② 기술개발(최종형)
– '19.8월 실적/'19.8월 목표 x 100
· 100%
· 총 달성도 : (100%x0.5)+(100%x0.5)=100%
※ 추가자료를 통해 해당 실적을 확인함</td></tr>
<tr><td>② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)</td><td colspan="9">ㅇ 최종 인정 목표달성도
– (100%x3/6)+(100%x3/6)=100%</td></tr>
<tr><td>출처</td><td colspan="9">ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 pp.146~153
ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.188~197
ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료</td></tr>
</table>

전문가 정성평가

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

성과의 질적 우수성 …

○ 대면적 롤투롤 코팅공정* 플랫폼 기반 실증화 관련, 정량 목표를 달성하고 중소·중견기업 기술지원(269건), 기술이전 및 셀프클리닝 멀티코팅 관련 논문을 게재하는 성과를 창출함

* 롤투롤 공정(Roll-to-roll processing) : 여러 개의 휘어질 수 있는 플라스틱이나 금속박에서 전자기기를 만드는 것

- 실증화 기술을 기업에 이전하여 기업의 매출성과로 이어지고 있어 향후 중소·중견기업과의 협력연구를 통한 실용화 성과가 기대됨
- 광전코팅 기술 실증화와 관련하여 프라운호퍼 등 실증연구시설 및 생산공정과 비교할 때 기술확보를 위한 중소·중견기업과 협력 강화가 필요함

○ 내후성 시험조건 및 설계기술 개발 관련, 내후성 가속 시험을 위한 제논-아크 내후성 시험기* 개발은 화학연이 지속적으로 수행한 분야로 가속시험을 통해 산업계 내후성 시험 지원을 확대하고 있는 점이 인정됨

* 제논-아크 내후성 시험기(Xenon-arc weathering tester) : 태양 자외선에 의한 화학소재의 경시 열화를 시험하는 제논 가스 방전 램프 방식의 내후성 시험장치

【출처】 실적보고서 pp.147~149, 증빙자료 pp.188~193, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 중소·중견기업과의 협력을 통한 광전변환 코팅필름의 대면적화, 양산화는 선진국과 비슷한 조건에서 경쟁하고 있어 센터 내 기술개발을 통해 우위를 확보하기 위한 노력이 보이며 향후에도 지속적인 노력이 필요함

- 페로브스카이트 관련, 화학연은 세계적 수준의 기관이므로 경쟁 연구소인 프라운호퍼와 비교하여 상용화 성과 창출 여부가 향후 질적 우수성 평가기준이 될 것으로 판단됨

추가 고려항목

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 5-3-1 '대면적 롤투롤 코팅공정 플랫폼 기반 실증화 기술'의 실적증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함
- 성과지표 5-3-2 '현실모사 데이터 기반 내후성 시험 기술' 관련 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 충분히 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

대내외 지적사항 이행실적

○ 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 (25점)						
1-1. 우수인력 양성 전략	13	79.23%	6.18			
1-2. 연구몰입 환경 조성	12	100%	7.20			
영역 2. 효율적 기관운영 (20점)						
2-1. 기관 운영의 투명성·효율성	7	100%	4.20			
2-2. 연구윤리 및 청렴성	8	100%	4.80	B	14.00	53.98
2-3. 연구 보안(별도 평가**)	5	(4.41)				
영역 3. 성과관리 활용·확산 (30점)						
3-1. 성과관리·활용·확산 체계	10	100%	6.00			
3-2. 창업·중소벤처 지원 체계	10	93.33%	5.60			
3-3. 대외협력 및 소통 체계	10	100%	6.00			
영역 4. 현안대응 및 경영 자율 (25점)	25	-***		A	18.75	18.75
합 계	100	-	39.98	-	32.75	77.14

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

** '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 : 25점)

성과목표 1-1 우수인력 양성 전략 (배점 : 13점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
우수연구인력 확보·양성 (독립형)	5	'18	우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 계획 수립	• 정년퇴직자 및 신입직원 증가 등에 따른 인력구조 변화에 대응한 프로그램 필요	• 우수연구인력 확보·양성 계획 수립 및 시행 여부 • 정규직 전환인력에 대한 역량 강화 프로그램 시행 여부
		'19.8	우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 시행 및 개선점 도출		
		'19.12	우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 시행 및 개선점 도출		
		'20	우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 보완·시행		
연구지원인력 전문성 강화 (독립형)	4	'18	지원인력 역량 강화계획 수립	• 전체 연구지원인력의 10% 수준 목표 설정 후 확대 추진	• 전문성 강화를 위한 교육 프로그램 시행 및 교육 참여 실적
		'19.8	직무 전문성 강화를 위한 교육 참여 5.33건		
		'19.12	직무 전문성 강화를 위한 교육 참여 8건		
		'20	직무 전문성 강화를 위한 교육 참여 10건		
여성과학기술인 육성·지원 (독립형)	4	'18	리더급 여성과기인 보직자 비율 15%	• 최근 3년 평균 10% 대비 50% 향상된 목표치 설정	• 여성과학기술인 보직자 비율
		'19.8	리더급 여성과기인 보직자 비율 15%		
		'19.12	리더급 여성과기인 보직자 비율 15%		
		'20	리더급 여성과기인 보직자 비율 15%		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
13	79.23%	6.18	-*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개발 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)			
우수연구인력 확보·양성 (독립형)	5	'18	• 우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 계획 수립	• 직무적합형 우수인재 확보 계획 수립 및 채용, KIRD 연계 전문원 역량강화 계획 수립 및 교육 시행	KIRD 연계 전문원 역량강화 계획 수립 및 교육 시행	50%	70%	79.23%
		'19.8	• 우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 시행 및 개선점 도출	• 직무적합형 우수인재 확보 계획 수립 및 채용, KIRD 연계 전문원 역량강화 계획 수립 및 교육 시행, 전문원 역량강화 TFT 운영 및 전문기관 컨설팅	좌동	100%		
연구지원인력 전문성 강화 (독립형)	4	'18	• 지원인력 역량 강화계획 수립	• 지원인력 역량강화 계획 수립 및 교육 참여(10건)	좌동 (단, 계획 수립을 위한 컨설팅은 '19.8 완료)	50%	70%	
		'19.8	• 직무 전문성 강화를 위한 교육 참여 5.33건	• 직무 전문성 강화를 위한 교육 참여(8건)	좌동	100%		
여성과학기술인 육성·지원 (독립형)	4	'18	• 리더급 여성과기인 보직자 비율 15%	• 리더급 여성과기인 보직자 비율 19%	19.23%	100%	100%	
		'19.8	• 리더급 여성과기인 보직자 비율 15%	• 리더급 여성과기인 보직자 비율 17%	16.98%	100%		

① 지표별 달성도	□ 우수연구인력 확보·양성 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - '18년의 경우 당초 연구성과계획서에 제시한 '중점연구분야별 인력 수요 파악 및 확보 계획 수립', '연구분야별 인력운영형황 및 역량진단 계획'에 대해 객관적 증빙자료를 확인할 수 없으므로 실적 불인정(확보 25%, 육성 25% 차감) ㅇ 인정 성과(d=c-b) - '18년 : 50%(KIRD 연계 전문원 역량강화 계획 수립) - '19.8월 : 100%(소명 시 추가자료를 통해 '①우수연구인력 확보 시행(채용), ②우수연구인력 육성 개선점 도출, ③전문원 교육시행, ④전문원 역량강화 프로그램에 대한 개선점 도출' 4가지 항목 확인) ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 0.5/1×100=50% (※ 비율 : 우수연구인력 확보 0.25, 우수연구인력 육성 0.25, 전문원 역량강화 0.5) · '19.8월 : 1/1×100=100% (※ 비율 : 우수연구인력 확보 시행 0.25, 우수연구인력 육성 개선점 도출 0.25, 전문원 교육 시행 0.25, 전문원 개선점 도출 0.25) · 총 달성도 : (50%×12/20)+(100%×8/20)=70% ※ 해당 실적에 대한 증빙은 추가자료를 통해 확인함 □ 연구지원인력 전문성 강화 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '직무 전문성 강화를 위한 교육 참여 8건'의 '19.8월 월할목표를 소수 둘째자리까지 반올림하여 '5.33건'으로 수정함 ㅇ 차감 요인(b) - '18년 실적으로 제시한 '지원인력 역량강화 계획 수립'에 대해 소명 시 추가자료를 통해 '2018년 KRICT 교육훈련계획'을 제시하였으나, 컨설팅* 결과를 미반영하였으며 컨설팅 실시 완료 시점도 '19.8월로 확인되어 50%를 차감함 * 화학연 전문원 역량강화 컨설팅 결과보고('19.8., 실적보고서 증빙자료 p.26) ㅇ 인정 성과(d=c-b) - '18년 : 50%, '19.8월 : 100% ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 50% · '19.8월 : 100% · 총 달성도 : (50%×12/20)+(100%×8/20)=70% ※ 해당 실적에 대한 증빙은 추가자료를 통해 확인함 □ 여성과학기술인 육성·지원 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 19.23/15×100≥100% · '19.8월 : 16.98/15×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100% ※ '18년 실적은 추가자료를 통해 확인함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (70%×5/13)+(70%×4/13)+(100%×4/13)=79.23%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 p.163 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.5~41 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

▌성과목표 1-2 ▌연구몰입 환경 조성 (배점 : 12점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
평가제도 질적 개선 (최종형)	4	'18	연구성과계획에 따른 평가요소 개선	• 연구성과계획서 및 연구회 평가제도 개선 용역 결과에 따른 평가제도 개선 요구 반영	• 연구성과계획 및 운영방향에 따른 규정(평가편람 등) 개정 여부
		'19.8	개선된 평가제도 실행		
		'19.12	개선된 평가제도 실행		
		'20	평가제도 점검/개선 모니터링		
융합연구 활성화를 위한 개방형 인력교류 (누적형)	4	'18	융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류 140명	• 최근 3년간 실적을 감안하여 연도별 증가된 목표 설정	• 산학연 융합연구 활성화 등을 위해 겸임/파견제도 등을 활용한 인력교류 실적
		'19.8	융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류 145명		
		'19.12	융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류 145명		
		'20	융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류 150명		
안전관리 우수연구실 인증 획득 (독립형)	4	'18	신규 2개소	• 최근 3년간 안전관리 우수 연구실 인증제 참여기관의 평균 인증획득 건수는 약 0.74개소로, 이보다 2배 이상 높은 도전적 목표 설정	• 안전관리 우수연구실 인증 획득 건수
		'19.8	신규 1.33개소		
		'19.12	신규 2개소		
		'20	신규 2개소		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
12	100%	7.20	-*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개발 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)			
평가제도 질적 개선 (최종형)	4	'18	• 연구성과계획에 따른 평가요소 개선	• 평가제도 TFT 운영을 통한 평가항목 일부 개선	-	100%		100%
		'19.8	• 개선된 평가제도 실행	• 개정 평가편람에 따른 '18년 평가실행, 평가제도 TFT를 통한 '19년 평가제도 개선	좌동			
융합연구 활성화를 위한 개방형 인력교류 (누적형)	4	'18	• 융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류 140명	• 융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류(168명)	좌동	100%		
		'19.8	• 융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류 145명	• 융합연구 및 중소기업 등 산학연 인력교류(171명)	좌동			
안전관리 우수연구실 인증 획득 (독립형)	4	'18	• 신규 2개소	• 신규 2개소	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 신규 1.33개소	• 신규 2개소	-	-		
① 지표별 달성도	□ 평가제도 질적 개선 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '19.8월 실적 / '19.8월 목표 × 100 · 총 달성도 : 100% ※ 해당 실적에 대한 증빙은 추가자료를 통해 확인함							

	□ 융합연구 활성화를 위한 개방형 인력교류 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18~'19.8월 누적 실적) / ('18~'19.8월 누적 목표) × 100 · 총 달성도 : (171-134)/(145-134)×100≥100% ※ 해당 실적은 추가자료를 통해 확인함
	□ 안전관리 우수연구실 인증 획득 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '안전관리 우수연구실 인증 획득(신규 2개소)'는 '19.8월 시점에 실적을 확인할 수 없는 점이 인정되어, '18년도 실적만으로 달성도를 산출함 ㅇ 차감 요인(b) - '해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '18년 달성도×12/12 · 총 달성도 : (2/2x100)x12/12=100% ※ 해당 실적에 대한 증빙은 추가자료를 통해 확인함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×4/12)+(100%×4/12)+(100%×4/12)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 p.164 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.42~69 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

영역 2 효율적 기관운영 (배점 : 20점)

▌성과목표 2-1 ▌기관 운영의 투명성·효율성 (배점 : 7점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
연구비 관리체계 평가 (독립형)	2	'18	우수등급 획득	• 연구비 관리체계의 적절성, 연구비 집행의 투명성 등 43개 평가지표로 우수등급 (90점 이상) 획득을 위해서는 연구관리조직/인력구성, 연구관리시스템 구축 등 전주기적 사업관리 고도화 필요	• 연구비 관리체계 평가결과 • 우수등급 유지를 위한 활동 여부(자체평가 등)
		'19.8	우수등급 유지		
		'19.12	우수등급 유지		
		'20	최우수등급 획득		
고객만족도 제고 (독립형)	2	'18	양호	• 최근 3년간 평균 점수(87.3점, '17년 결과 미통보) 및 추이 감안 시 양호 등급 내에서 점진적 향상 필요 * '16년 미래부 소관 36개 기관(평균86.5점) 중 우수 기관은 4개에 불과	• 「공공기관 운영에 관한 법률」 제13조에 따라 실시하는 고객만족도 조사 종합결과
		'19.8	양호		
		'19.12	양호		
		'20	우수		
ISO9001 인증 (독립형)	3	'18	인증 전환	• 3년 주기로 인증 획득→사후 점검→갱신의 절차로 운영 - 최근 기준 변경으로 인증 전환 필요 - 사후 점검이나 갱신/전환 시 기준에 미달할 경우 인증 상실	• ISO9001 인증 유지 및 갱신 /전환 여부
		'19.8	인증 갱신		
		'19.12	인증 갱신		
		'20	인증 유지(사후 점검)		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
7	100%	4.20	-*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개발 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)	2	'18	• 우수등급 획득	• 최우수등급 획득	좌동	100%	100%	100%
		'19.8	• 우수등급 유지	• 최우수등급 유지	좌동	100%		
고객만족도 제고 (독립형)	2	'18	• 양호	• 양호	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 양호	-	-	-		
ISO9001 인증 (독립형)	3	'18	• 인증 전환	• 인증 전환 완료	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 인증 갱신	• 인증 갱신 (추진예정)	-	-		
① 지표별 달성도	□ 연구비 관리체계 평가 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : (5-1)/(5-2)×100≥100%							

	· '19.8월 : (5-1)/(5-2)×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100%
	□ 고객만족도 제고 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '고객만족도 제고(양호)'는 '19.8월 시점에 실적을 확인할 수 없는 점이 인정되어, '18년도 실적을 기준으로 달성도를 산출함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '18년 달성도×12/12 · '18년 : (4-2)/(4-2)×100=100% · 총 달성도 : 100%×12/12=100%
	□ ISO9001 인증 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 'ISO9001 갱신'은 '19.8월 시점에 실적을 확인할 수 없는 점이 인정되어, '18년도 실적을 기준으로 달성도를 산출함(인증 갱신기간은 인증기간 만료 1개월 이전에 개시하며, 현 인증 만료기한은 '19.10.26.까지임) ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '18년 달성도×12/12 · '18년 : 1/1×100=100% · 총 달성도 : 100%×12/12=100%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×2/7)+(100%×2/7)+(100%×3/7)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 p.165 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.73~93 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

▌성과목표 2-2 ▌연구윤리 및 청렴성 (배점 : 8점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
투명하고 공정한 청렴문화 정착 [독립형]	3	'18	윤리·청렴 경영추진계획 수립	• 최근 3개년 종합청렴도 평가 결과(평균 4등급)를 반영 하여 목표 설정 - 3년 내에 종합 청렴도를 2등급 이상 향상시키는 도전적인 최종 목표 설정	• 종합청렴도 평가 결과 • 윤리·청렴경영 추진계획 수립 여부
		'19.8	종합 청렴도 평가 4등급		
		'19.12			
		'20	종합 청렴도 평가 3등급		
감사사례 전파 [독립형]	2	'18	80건	• 최근 3개년 평균 대비 약 10% 상향된 목표 설정 - 국민 권익위 부패방지시책 평가 지표임	• 감사사례 전파 건수
		'19.8	56.67건		
		'19.12	85건		
		'20	90건		
연구윤리 교육이수율 [독립형]	3	'18	정직원 100%	• 직원들의 입퇴사, 출장/휴가, 교육시기/횟수 등을 고려할 때 이수율 100%는 도전적인 목표임	• 연구윤리교육 이수율
		'19.8	전직원 66.67%		
		'19.12	전직원 100%		
		'20	전직원 100%		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
8	100%	4.80	-*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개발 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)			
투명하고 공정한 청렴문화 정착 [독립형]	3	'18	• 윤리·청렴 경영추진계획 수립	• 윤리·청렴 경영 추진 계획 수립 완료 및 종합 청렴도 평가 3등급 달성	좌동	100%	100%	100%
		'19.8	• 종합 청렴도 평가 4등급	-	-	-		
감사사례 전파 [독립형]	2	'18	• 80건	• 89건	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 56.67건	• 57건	좌동	100%		
연구윤리 교육이수율 [독립형]	3	'18	• 정직원 100%	• 정직원 100%	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 전직원 66.67%	• 전직원 73.8%	좌동	100%		
① 지표별 달성도	□ 투명하고 공정한 청렴문화 정착 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '종합 청렴도 평가 4등급'은 '19.8월 시점에 실적을 확인할 수 없는 점이 인정되어, '18년도 실적을 기준으로 달성도를 산출함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '18년 달성도×12/12 · '18년 : 1/1×100=100% · 총 달성도 : 100%×12/12=100%							

	□ 감사사례 전파 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '감사사례 전파 56건'의 '19.8월 월할목표를 소수 둘째자리까지 반올림하여 '56.67건'으로 수정함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 89/80×100≥100% · '19.8월 : 57/56.67×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100% ※ '18년, '19.8월 실적은 추가자료를 통해 확인함
	□ 연구윤리 교육이수율 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '연구윤리 교육이수율 100%'의 '19.8월 월할목표를 소수 둘째자리까지 반올림하여 '66.67%'으로 수정함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 100/100×100=100% · '19.8월 : 73.8/66.67×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100% ※ '19.8월 실적(시청각교육에 대한 내용)은 추가자료를 통해 확인함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×3/8)+(100%×2/8)+(100%×3/8)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 p.165 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.93~118 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

영역 3 성과관리·활용·확산 (배점 : 30점)

▌성과목표 3-1 ▌성과관리·활용·확산 체계 (배점 : 10점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
원천기술 확보형 특허관리체계 구축 (독립형)	4	'18	특허전략 컨설팅 수행 2건	• 최근 3년간 평균 1건에 불과 했던 실적에 비해 100% 이상 향상된 목표치 설정 - 간헐적으로 외부 사업을 활용 하여 일부 연구실에 한해 특허 전략 수립 지원	• 특허전략 컨설팅 수행 건수
		'19.8	특허전략 컨설팅 수행 2.67건		
		'19.12	특허전략 컨설팅 수행 4건		
		'20	특허전략 컨설팅 수행 6건		
기술이전 사후관리 강화 (독립형)	3	'18	경상 및 실적기술료 징수 25건	• 기술의 상용화 진행에 따른 실적기술료 및 경상기술료 징수 건수로서 최근 3년 평균에 비해 매년 10% 상향 하여 설정	• 경상 및 실적기술료 징수 건수
		'19.8	경상 및 실적기술료 징수 18건		
		'19.12	경상 및 실적기술료 징수 27건		
		'20	경상 및 실적기술료 징수 30건		
동반 성장형 기술이전 확대 (독립형)	3	'18	지분투자형, 실적기술료 방식 기술이전계약 6건	• 최근 3년 평균 5건 내외의 지분투자형/실적기술료 방식 기술이전계약 체결 - 매년 10% 이상 상향하여 목표 설정	• 지분투자형/실적기술료 방식 기술이전계약 건수
		'19.8	지분투자형, 실적기술료 방식 기술이전계약 4.67건		
		'19.12	지분투자형, 실적기술료 방식 기술이전계약 7건		
		'20	지분투자형, 실적기술료 방식 기술이전계약 8건		

< 평가결과 >

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

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개발 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)			
원천기술 확보형 특허관리체계 구축 (독립형)	4	'18	• 특허전략 컨설팅 수행 2건	• 2건	좌동	100%	100%	100%
		'19.8	• 특허전략 컨설팅 수행 2.67건	• 3건	좌동	100%		
기술이전 사후관리 강화 (독립형)	3	'18	• 경상 및 실적기술료 징수 25건	• 25건	25건	100%	100%	
		'19.8	• 경상 및 실적기술료 징수 18건	• 24건	25건	100%		
동반 성장형 기술이전 확대 (독립형)	3	'18	• 지분투자형, 실적기술료 방식 기술이전계약 6건	• 8건	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 지분투자형, 실적기술료 방식 기술이전계약 4.67건	• 13건	좌동	100%		

① 지표별 달성도	□ 원천기술 확보형 특허관리체계 구축 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 2/2×100=100% · '19.8월 : 3/2.67×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100%
	□ 기술이전 사후관리 강화 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 25/25×100=100% · '19.8월 : 25/18×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100% ※ 해당 실적은 추가자료를 통해 확인함 ※ '18년 실적 중 ㈜에이엠사이언스 1건이 징수일 '19.1.18.로 확인되므로 '18년에서 차감하여 '19년 실적으로 산입하고, 소명 시 제출한 추가 실적 1건(팜한농)은 '18년 실적으로 인정하여 총 25건 인정
	□ 동반 성장형 기술이전 확대 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 8/6×100≥100% · '19.8월 : 13/4.67×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100% ※ 해당 성과지표의 '18~'19.8월의 실적은 추가자료를 통해 확인함
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×4/10)+(100%×3/10)+(100%×3/10)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 p.166 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.121~140 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

▌성과목표 3-2 ▌창업·중소벤처 지원 체계 (배점 : 10점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
연구소기업/창업/출자 회사 지원 고도화 (누적형)	4	'18	외부기관 투자유치 지원 1건	• 최근 3년간 외부 투자유치를 기관 차원에서 지원한 사례는 없음 - 새로운 체계 정립과 투자 유치 지원을 동시에 수행해야 하는 도전적 목표임	• 외부기관 투자유치 지원 건수
		'19.8	외부기관 투자유치 지원 1.67건		
		'19.12	외부기관 투자유치 지원 2건		
		'20	외부기관 투자유치 지원 3건		
KRICT 멤버십기업 운영 (누적형)	4	'18	KRICT 멤버십기업 120개	• 화학(연)과 예산 및 인력 규모가 유사한(±10%범위 내) 출연(연)*의 패밀리기업 수 평균 89개 대비 135% (120개)에 해당하는 도전적 목표를 제시 * '17년 기준 4개 기관 : 건설(연), 지자(연), 기계(연), 전기(연)	• KRICT 멤버십기업 협약 체결 건수
		'19.8	KRICT 멤버십기업 123.33개		
		'19.12	KRICT 멤버십기업 125개		
		'20	KRICT 멤버십기업 130개		
중소기업 기술지원 만족도 (독립형)	2	'18	중소기업지원 고객만족도 '우수' 등급	• 최근 3년간 화학(연) 고객 만족도 중 중소기업 기술지원 분야 평균 등급(양호) 기준 상향된 목표임	• 과기부 주관 화학(연) 고객 만족도 중 중소기업 기술지원 분야 조사 결과
		'19.8	중소기업지원 고객만족도 '우수' 등급		
		'19.12	중소기업지원 고객만족도 '우수' 등급		
		'20	중소기업지원 고객만족도 '우수' 등급		

< 평가결과 >

성과목표 배점	목표달성도(60%)		전문가 정성평가(40%)
	인정 목표달성도	달성도 점수	
10	93.33%	5.60	-*

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개발 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)			
연구소기업/창업/출자 회사 지원 고도화 (누적형)	4	'18	• 외부기관 투자유치 지원 1건	• 4건	-	100%		93.33%
		'19.8	• 외부기관 투자유치 지원 1.67건	• 2건(누적6건)	좌동			
KRICT 멤버십기업 운영 (누적형)	4	'18	• KRICT 멤버십기업 120개	• 120개	133개	100%		
		'19.8	• KRICT 멤버십기업 123.33개	• 110개	127개			
중소기업 기술지원 만족도 (독립형)	2	'18	• 중소기업지원 고객만족도 '우수' 등급	• 양호(88.8점)	좌동	66.67%	66.67%	
		'19.8	• 중소기업지원 고객만족도 '우수' 등급	-	-	-		
① 지표별 달성도	□ 연구소기업/창업/출자 회사 지원 고도화 ○ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '외부기관 투자유치 지원 2건'의 '19.8월 월할목표를 소수 둘째자리까지 반올림하여 '1.67개'로 수정함 ○ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ○ 달성도(e) - ('18~'19.8월 누적 실적)/('18~'19.8월 누적 목표) × 100 · 총 달성도 : 6/1.67×100≥100% ※ 해당 실적은 소명 시 추가자료를 통해 확인함							

	□ KRICT 멤버십기업 운영 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 'KRICT 멤버십기업 125개'의 '19.8월 월할목표를 소수 둘째자리까지 반올림하여 '123.33개'로 수정함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18~'19.8월 누적 실적)/('18~'19.8월 누적 목표) × 100 · 총 달성도 : (127-116)/(123.33-116)X100≥100% ※ 멤버십 기업 실적('18년 : 133개사, '19.8월 : 127개사)은 소명 시 추가자료를 통해 확인함
	□ 중소기업 기술지원 만족도 ㅇ 목표치 관련 검토 - '19년도 목표인 '중소기업지원 고객만족도'는 '19.8월 시점에 실적을 확인할 수 없는 점이 인정되어, '18년도 실적을 기준으로 달성도를 산출함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '18년 달성도×12/12 · '18년 : (4-2)/(4-1)×100=66.67% · 총 달성도 : 66.67%×12/12=66.67%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×4/10)+(100%×4/10)+(66.67%×2/10)=93.33%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 p.166 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.141~173 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

▮ 성과목표 3-3 ▮ 대외협력 및 소통체계 (배점 : 10점)

< 평가지표 및 목표치 >

성과지표	배점	연도	목표	목표 도출근거	측정방법
국제협력 내실화를 통한 글로벌 경쟁력 강화 (독립형)	4	'18	국제협력활동지수 17	• 최근 3년 평균 대비 30% 이상 상향하여 목표 설정 - 최근 3년간 평균 약 13건 수준임	• 글로벌파트너 교류협력사업 건수, 국제행사 개최 건수, 국제공동연구과제 기획 및 수행 건수의 합
		'19.8	국제협력활동지수 12.67		
		'19.12	국제협력활동지수 19		
		'20	국제협력활동지수 21		
화학 대중화 지수 (독립형)	4	'18	1,400	• 최근 3년 평균 대비 10% 이상 상향하여 목표 설정 - 최근 3년간 해당 지수 평균 약 1,200 내외임	• 화학 대중화 지수
		'19.8	1,000		
		'19.12	1,500		
		'20	1,600		
연구시설·장비 공동활용 실시율 (독립형)	2	'18	17%	• 최근 3년 평균 대비 약 35% 이상 상향하여 목표 설정 - 최근 3년 평균 약 12.6% 수준임	• 공동활용 실시율(%) - NTIS 등록 장비 기준 - 공동활용 운영수익 기준
		'19.8	19%		
		'19.12	19%		
		'20	21%		

< 평가결과 >

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

* 연구지원부문 공통분야(영역1~영역3)는 통합 정성평가 등급을 부여하며, 개발 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)			
국제협력 내실화를 통한 글로벌 경쟁력 강화 (독립형)	4	'18	• 국제협력활동지수 17	• 38	35	100%	100%	100%
		'19.8	• 국제협력활동지수 12.67	• 28	31	100%		
화학 대중화 지수 (독립형)	4	'18	• 1,400	• 1,968	좌동	100%	100%	
		'19.8	• 1,000	• 1,977	좌동	100%		
연구시설·장비 공동활용 실시율 (독립형)	2	'18	• 17%	• 19.5%	19.5	100%	100%	
		'19.8	• 19%	• 20.0%	-	-		
① 지표별 달성도	□ 국제협력 내실화를 통한 글로벌 경쟁력 강화 ○ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ○ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ○ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 35/17×100≥100% · '19.8월 : 31/12.67×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100% ※ 해당 성과지표의 실적은 추가자료를 통해 확인함							

	□ 화학 대중화 지수 ㅇ 목표치 관련 검토 - 기관 제시 목표와 동일 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - ('18년 달성도×12/20)+('19.8월 달성도×8/20) · '18년 : 1,968/1,400×100≥100% · '19년 : 1,977/1,000×100≥100% · 총 달성도 : (100%×12/20)+(100%×8/20)=100% ※ 해당 성과지표의 실적은 추가자료를 통해 확인함
	□ 연구시설·장비 공동활용 실시율 ㅇ 목표치 관련 검토 - 해당 성과지표는 '19년 전체실적을 기준으로 판단할 필요가 있는 지표로 '19.8월 목표치로 '19.12월 목표치를 월할하는 것은 타당하지 않은 점이 인정되어, '18년 실적을 반영하여 달성도를 산출함 ㅇ 차감 요인(b) - 해당사항 없음 ㅇ 달성도(e) - '18년 달성도×12/12 · '18년 : (19.5/17×100)x12/12≥100% · 총 달성도 : 100%
② 최종 인정 목표 달성도(Σe×a)	ㅇ 최종 인정 목표달성도 - (100%×4/10)+(100%×4/10)+(100%×2/10)=100%
출처	ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 p.167 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 실적보고서 증빙자료 pp.174~188 ㅇ 한국화학연구원 종합평가 추가자료

▢ 연구지원부문 통합 정성평가

< 평가결과 >

구분	성과의 질적 우수성	목표 달성 과정의 적절성	추가 고려항목	성과목표 등급	공통분야 정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적	공통분야 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 a ⓑ c d	승급 / **유지** / 강등	승급 / **유지** / 강등	b			

영역 1 임무중심형 연구환경 조성 (배점 : 25점)

성과의 질적 우수성 …

○ 융합연구 활성화를 위해 산학연 협력 구심체 역할을 수행하고 개방형 인력교류를 활성화함

- 디딤돌 사업*, 중소기업 전담인력의 기술지도, 기술혁신형 중소기업 인력지원사업 등을 통해 산업체의 R&D 혁신역량 강화를 위한 기업맞춤형 인력교류를 지원함

  * 22개의 중소기업 부설연구소 유치 및 R&D 전주기 지원

- UST, 성균관대 등과의 학연 협력 네트워크 확립을 통해 학연교수, 겸임연구원, 겸임교수 등의 활동을 지원함

- 주관기관 역할로 2개 융합연구단*을 유치하여 공동연구를 수행하는 등 출연(연) 간 융합연구 활성화를 위해 노력한 점이 인정됨

  * CEVI 융합연구단, CCP 융합연구단

○ 연구실 안전관리 인증체계를 강화하여 안전환경 시스템을 구축·운영한 점이 인정되며, 특히 '18년에는 2개 연구실이 안전관리 우수연구실로 인증 받음

- 체계적인 분야별 관리시스템*을 운영하였으며, 출연(연) 최초로 6년 연속 안전관리 우수연구실 인증을 획득함으로써 총 12개의 연구실이 인증을 받아 타 기관에 모범이 될 수 있는 사례로 판단됨

  * 안전관리 매뉴얼, 성과측정 모니터링, 연구실 안전 내부심사 기준 설정 등 연구실 특성에 맞는 안전관리체계를 수립·운영

○ 개인 평가제도의 경우, 관련 규정 개정이 완료되었고, 합리적인 평가절차 및 공정한 평가결과 도출을 위한 평가제도의 질적 개선을 추진 중임

○ 연구지원 인력의 전문성 강화를 위한 교육훈련 시스템 구축이 필요함

○ 평가대상기간('18~'19.8월) 동안 화재사고가 발생(2건, 폐기물 저장소('18.10.), 기숙사('19.5.) 화재)하였으나, 재발 방지 및 안전점검 강화를 위해 화재 발생지(폐기물 창고)에 CCTV 상시 모니터링 시스템과 감지기 등 화재경보 시설을 구축함

【출처】 실적보고서 pp.172~174, 증빙자료 pp.52~69

목표 달성 과정의 적절성 …

○ 안전수준 향상을 위해 연구 장비별 안전수칙을 게시하고, 연구종사자 관련 법규/규정, 사고대응 방법 등 교육체계를 마련하는 등 기관 차원에서 연구실 안전환경 조성을 위한 내재화 과정을 충실히 수행함

○ 우수연구인력 확보·육성계획, 지원인력 역량강화에 대한 새로운 계획 수립이 되지 않았으며, 과정 또한 미흡함

- 기 운영 중인 계획에 구성원 의견수렴만을 반영하여 수립한 것으로 판단됨

○ 연구지원 인력의 전문성 강화를 위한 KIRD 연계 프로그램 및 전문기관 위탁 교육 프로그램 시행 과정에 대한 내부 모니터링을 통해 교육 훈련을 지속적으로 관리·장려함

- 다만, 전문기관(KIRD 등)과의 연계 프로그램 계획 수립 및 시행 시 구체적이고 명확하게 제시할 필요가 있음

○ 연구지원 인력의 전문성 강화를 위한 KIRD 연계 프로그램 및 전문기관 위탁 교육 프로그램 시행 과정에 대해 지속적인 모니터링이 이루어지지 않음

【출처】 실적보고서 pp.169,173~174, 증빙자료 pp.22~34, 67~69

개선 및 발전 방향

○ 기관장 중도 사퇴에 따른 원장 대행 체제로 인해 의사결정의 어려움이 예상되는 바, R&R에 기반한 연구사업계획 및 새로운 경영진 선임에 따른 기관 발전 로드맵 수립에 대한 고민이 필요함

추가 고려항목

○ 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 1-1-1 '우수연구인력 확보·양성' 의 '18년도 목표인 '우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 계획 수립' 중 하나인 '육성프로그램 (KIRD 연계) 계획 수립' 실적 확인이 불가함(실적보고서 p.163, 증빙자료 pp.5~27)
- 성과지표 1-1-2 '연구지원인력 전문성 강화'는 '독립형' 유형으로 연도별 목표 달성 여부의 확인이 필요하나 '18년 목표인 '지원인력 역량 강화계획 수립' 실적에 대한 증빙자료로 '2019년 KRICT 교육훈련계획'을 제시하였고, '19년 실적인 '직무 전문성 강화를 위한 교육 참여(8건)' 도 증빙자료를 토대로 실적의 달성 연도를 명확히 확인하기 어려움(실적보고서 p.163, 증빙자료 pp.28~34)
- 성과지표 1-1-3 '여성과학기술인 육성·지원'의 '리더급 여성과기인 보직자 비율 15%'의 '18년 실적 객관적 수치를 증명·검증할 수 있는 자료가 실적보고서 및 증빙자료에 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함 (실적보고서 p.163, 증빙자료 pp.36~37)
- 성과지표 1-2-1 '평가 제도 질적 개선'의 '19년도 목표는 '18년 개선된 평가제도 실행을 의미하나, 당초 실적보고서 및 증빙자료에 제시한 내용으로 명확한 전후 관계 파악이 어려워 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.164, 증빙자료 pp.42~51)
- 성과지표 1-2-2 '융합 연구 활성화를 위한 개방형 인력교류'의 '19.8월 실적이 당초 제시한 실적보고서 및 증빙자료를 통해 모두 제시되지 않았으며(일부제시), 추가자료와 일치하지 않아 소명 시 정확한 실적을 확인함(실적보고서 p.164, 증빙자료 pp.52~66, 추가자료)

  * 겸임 교수 : 증빙자료(p.56) 21명, 추가자료 22명 / 융합연구단 파견 : 증빙자료(p.60) 44명, 추가자료(소명 전) 45명, 추가자료(소명 후) 44명

  ** 증빙자료(p.60)의 CCP 융합연구단 파견 기간이 실제로는 '19.1.~'19.8월까지이나, '19.1~'19.9월로 오기재됨
- 성과지표 1-2-3 '안전관리 우수연구실 인증 획득'의 '19.8월의 실적 2건에 대한 증빙이 당초 실적보고서 및 증빙자료에 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함 (실적보고서 p.164, 증빙자료 pp.67~69)

대내외 지적사항 이행실적

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

영역 2 효율적 기관운영 (배점 : 20점)

성과의 질적 우수성 …

○ 연구비 관리체계 평가에서 '18년 최우수등급(S등급)을 획득 하였으며, 국가연구개발 성과평가 유공 기관 표창을 수상*('18)함

* 연구비 관리체계 평가를 신청한 190개의 기관 중 총 4개 기관(출연(연) 2개, 대학 2개) 수상

○ '15년 이래 고객만족도 점수가 지속적으로 증가*한 점은 고객만족도 개선을 위한 기관 차원의 지속적인 노력의 결과로 평가함

* ('15년) 87.2점 → ('16년) 87.4점 → ('17년) 88.8점 → ('18년) 89.6점

- 취약분야였던 '공동/위탁연구', '코팅 테스트베드' 부문 등에서 각종 안내 강화, 소재/소자기업 지원 강화 등을 통해 고객만족도가 개선됨

○ '18년 기관 종합청렴도 평가에서 종합청렴도 3등급을 획득('17년 대비 2등급 상승)하여 '20년 목표치를 조기에 달성함

- 취약분야였던 예산 부당집행 및 부당 업무지시 경험 부분에서의 집중 개선이 청렴도 등급 향상에 기여함

* 예산 부당집행 경험 : ('17년) 2.12점 → ('18년) 6.70점 / 부당 업무지시 경험 : ('17년) 1.24점 → ('18년) 6.58점

○ 정부 시책과 연계한 자체감사 추진계획 수립 및 피드백 체계 구축·운영을 통해 국민권익위원회의 부패방지시책평가 3등급을 획득함

- 특히 청렴생태계 조성과 청렴개선 효과 측면에서 많은 개선이 이루진 점이 우수함

○ 법령 및 부처별 규정 개정사항의 신속한 안내* 및 관련 사항 교육을 추진하고 있으나, 변경사항이 단순 공시사항으로 제공되어 연구원의 내부규정과 연계하려는 노력이 미흡함

* 공동관리규정 등 연구비 관련 규정에 대해 개정일로부터 1개월 이내 안내

- 찾아가는 연구관리 설명회가 단순 연구동별 설명회 개최에 그쳐 설명회 개최를 통한 성과가 불분명함

【출처】 실적보고서 pp.175~180, 증빙자료 pp.73~118, 추가자료

목표 달성 과정의 적절성 …

○ 과제참여 현황(참여율 130% 초과·3책 5공 준수여부), 연구수당 현황(인건비 연동, 사업별 기준에 따른 지급액 산정) 등 관련 정보를 실시간 제공하는 등 전주기 연구관리체계 운영을 통해 효율적인 연구 지원이 이루어짐

○ 대외 서비스 제공 부서와 고객만족도 조사 총괄부서 간 협업체계 강화를 통해 개선 요소 발굴하여 고객만족도 개선 활동을 전개함

- 특히 내후성학교 운영, 연구장비 엔지니어 양성을 통해 국내 산업에 필요한 교육을 시행함으로써 고객 역량 향상에 기여하여 고객만족도를 개선한 점이 인정됨

○ 연구윤리 의식 제고를 위한 노력을 하고 있으나, 성과의 지속성이 미흡함

- 연구윤리 교육의 다양한 이수방안 마련을 통해 직원 참여율을 제고하는 것은 적절하나 이를 통한 직원의 인식 변화에 대한 모니터링 노력이 부족함
- 부실학회 선별 방법, 사례 안내 등의 부실학회 참석 방지교육 실시하고 있으나 교육 효과 측정을 위한 노력이 미흡함

【출처】 실적보고서 pp.175~180, 증빙자료 pp.73~118, 추가자료

개선 및 발전 방향

○ 상위법령, 규정 변경사항을 신속하게 내부 규정에 반영하여는 방안 마련이 필요하며, 찾아가는 연구관리 설명회가 연구실별 특성을 고려해 차별화하는 방안 검토가 필요함

○ 연구윤리 교육의 다양한 이수방안의 마련을 통해 참여율을 제고하는 방안은 적합하나, 교육을 통해 연구윤리에 대한 직원의 인식 변화를 지속적으로 모니터링하고 피드백 할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있음

- 부실학회 선별 방법, 사례 안내를 통한 부실학회 참석 방지교육 실시하고 있으나, 기관 내부의 연구관리시스템 개선을 통해 사전에 부실학회 참여를 방지할 수 있는 방안 마련이 필요함

○ 기관 행정 업무의 신임도를 제고할 수 있는 방안 마련을 통해 ISO9001 인증을 지속적으로 유지할 필요가 있음

추가 고려항목

○ 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 2-2-2 '감사사례 전파' 실적 증빙으로 ‘감사사례 전파 건수 전산 관리 현황’을 제시하였으나 증빙자료(별책)에는 '18년 89건, '19년 57건에 대한 정확한 시점을 제시하지 않아 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.165, 증빙자료 p.100)

- 성과지표 2-2-3 '연구윤리 교육이수율' '18년 실적에 대한 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.165)
- 성과지표 2-2-3 '연구윤리 교육이수율' '19년 실적에 대해 기관에서 제시한 5개 연구윤리 교육 프로그램 중 '시청각 교육(6/27)'에 대한 연구윤리 교육 여부를 판단하기 어려워 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.165, 증빙자료 pp.103~117)

대내외 지적사항 이행실적

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

영역 3 성과관리·활용·확산 (배점 : 30점)

성과의 질적 우수성 …

○ 중소기업의 기술 도입 부담 완화 등 동반성장 및 협력관계 유지를 위해 지분투자형, 실적기술료 방식의 기술 이전을 확대함

* '18년 총 106건의 계약 중 지분투자형 기술실시계약 2건, 실적기술료 방식 계약 6건 등 총 8건의 계약을 체결 ('17년 5건 대비 60% 증가)

- 또한 이전 기술에 대한 적극적인 사후관리를 통해 '18년 실적기술료 3.9억원(6건), 경상기술료 4.1억원(19건), '19.8월까지 실적기술료 4.9억원(3건), 경상기술료 3.6억원(22건)을 달성함

○ 한국과학기술지주 등 기술투자 전문 기관과의 협력을 통해 기술창업 기업(5개)에 대한 투자 유치(454억원) 실적을 창출함

- 한국과학기술지주의 매칭 투자(20억원)를 활용하여 '18년 328억 원, '19년 126억 원의 투자 유치를 지원함

○ 화학연의 국제공동연구 프로그램인 'GO! KRICT Project' 지속 추진을 통해 해외선진 기관과의 국제공동연구 참여, 우수 연구실적 창출 등의 성과를 거둠

- 프랑스 국립과학연구원(CNRS) 등 8개국 14개 기관이 참여한 컨소시엄 사업을 통해 EU Horizon 2020 대형과제 참여 기회를 확보함(48개월, 1천만유로 규모)
- MIT와의 공동연구를 통해 페로브스카이트 태양전지의 세계 최고효율 갱신(7번째) 성과를 거둠
- 또한 지속적인 국제공동연구 추진을 위해 글로벌 파트너 교류협력 사업을 통해 13건의 연구과제를 발굴·기획함

○ 화학대중화 관련 성과지표는 양적 투입실적을 중심으로 관리되고 있어, 홍보 활동의 질적 성과를 측정하기에 적합하지 않음

- 언론보도 횟수, 소셜미디어 이용자 수 등이 실적을 측정하는 산식에 포함되어 있음

【출처】 실적보고서 pp.167,182~184,187~188

목표 달성 과정의 적절성 …

○ 기관이 보유한 IP에 대한 체계적인 관리 및 사업화 추진을 통해 효과적인 기술사업화 성과를 확보하는 등 기술사업화 시스템 개선 노력이 우수함

- 중장기적인 IP 포트폴리오 관점에서 사업화 유망 분야를 도출하여 핵심원천 특허 확보 전략 수립을 추진한 점이 인정됨
- 미래시장 창출을 목표로 하는 IP 포트폴리오 구축을 위해 IP-R&D 컨설팅 활동을 강화하고 수요 중심의 단기·중장기 IP 출원 전략을 수립함
- 연구분야별 기술사업화 유망기술 도출, 맞춤형 IP 컨설팅 프로그램 강화 등 IP 비즈니스의 Value-up 고도화 전략을 추진함

○ KRICT 멤버십 기업에 대한 체계적인 지원을 통해 매출 향상 및 고용 증가 등의 재무적 성과 창출에 기여한 점이 인정됨

- 경험이 풍부한 고경력 연구자 12명으로 구성된 중소기업지원 전담인력을 활용해 기술지도 및 애로기술 해결 등을 추진하고, 적극적인 외부 사업 연계를 통해 R&D 재원 확보를 지원함
- 특히, 기업지원 개방형 혁신 네트워크인 '바이오헬스케어 i-CON' 설치 및 시범 운영을 통해 시장중심 R&D 과제 발굴을 위해 노력한 점이 인정됨

【출처】 실적보고서 p.181,185

개선 및 발전 방향

○ 기관 홍보 관련 지표를 설정하는 경우, 홍보 활동의 전략성, 기관 운영목표 달성에의 기여도, 효과성 등에 대한 판단을 할 수 있는 지표로 구성되어야 함

- 홍보 전략 수립 및 관련 활동의 활성화, 기관 운영목표 또는 전략 변화에 대한 반영 가능성 등이 향후 기관운영계획 수립 시 반영되어야 하는 홍보 분야 가치임

○ 향후 기관의 성과 관리와 대외 홍보 등을 강화하기 위해 핵심성과지표(KPI)에 대한 성과 관리가 보다 체계화되어야 함

- 차기 기관운영평가 과정에는 KPI별 주요 활동 실적과 함께 질적인 성과와 관련된 구체적인 내용에 대한 면밀한 평가가 이루어질 것이므로, 활동 실적 및 성과에 대한 상시적인 기록, 모니터링 및 피드백 프로세스가 체계적으로 운영될 필요가 있음
- 즉, 전 직원이 공유하고 참여할 수 있는 KPI 관리시스템을 구축하거나 현행 시스템을 개선하여 기관의 성과 관리를 입체화할 수 있는 방안 마련이 필요함

추가 고려항목

○ 실적보고서 및 증빙자료 검토 과정에서 기관의 실적, 성과 관리, 홍보 등에 있어 체계성, 치밀성, 전략성 등이 부족함

- 실적보고서에 기재된 내용으로는 실적의 우수성을 확인하기 어려운 부분이 많아 검토에 어려움이 있었음

○ 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적에 대한 객관적인 증빙이 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함

- 성과지표 3-1-2 '기술이전사후관리 강화'의 '19년 실적을 실적보고서 및 증빙자료에 제시하지 않아 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.166, 증빙자료 p.130~139)
- 성과지표 3-1-2 '기술이전 사후관리 강화' 관련 당초 제시한 실적보고서 및 증빙자료와 추가자료 간에 일치하지 않아 소명 시 정확한 실적*을 확인함(실적보고서 p.166, 증빙자료 pp.129~139, 추가자료)

  * 소명 시 추가자료로 제출한 '18년 : 25건, '19.8월 25건

- 성과지표 3-1-3 '동반 성장형 기술이전 확대'의 실적인 '지분투자형, 실적기술료 방식 기술이전계약 건수'에 대해 증빙자료로 제시한 내용은 실적과의 연관성을 판단하기 어려워 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.166, 증빙자료 p.140)
- 성과지표 3-2-1 '연구소기업/창업/출자회사 지원 고도화'의 실적인 '외부기관투자 유치지원 건수'에 대한 '19.8월 실적(란드바이오 사이언스)이 증빙자료에 제시되지 않아 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.166, 증빙자료 p.141~144)
- 성과지표 3-2-2 'KRICT 멤버십기업 운영' 관련 당초 제시한 실적보고서 및 증빙자료의 실적에 오류가 있어 소명 시 정확한 실적*을 확인함(실적보고서 p.166, 증빙자료 pp.145~169, 추가자료)

  * 소명 시 추가자료로 제출한 '18년 : 133개사, '19.8월 127개사

- 성과지표 3-3-1 '국제협력 내실화를 통한 글로벌 경쟁력 강화'의 '18년, '19년 실적에 대한 증빙자료 일부만 제시하였고, 제시한 증빙 및 추가자료는 시점 확인이 어려워 소명 시 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.167, 증빙자료 pp.174~180)
- 성과지표 3-3-2 '화학 대중화 지수'의 증빙자료는 '18년, '19년 실적에 대한 증빙자료 일부만 제시하는 등 연도별 화학대중화 지수 달성도를 명확히 확인하기 어려워 추가자료를 통해 확인함(실적보고서 p.167, 증빙자료 pp.181~186)
- 성과지표 3-3-3 '연구시설장비 공동활용 실시율' 확인을 위한 'c=기준년도 기관 연구시설장비 공동활용 운영수익'에 대한 제시가 없어 추가자료를 통해 확인함 (실적보고서 p.167, 증빙자료 pp.187~188)

○ 해당 성과목표 중 일부 성과의 경우 당초 실적보고서 및 증빙자료에 실적이 오기재됨

- 성과지표 3-1-2 '기술이전사후관리 강화'의 '18년 실적으로 제시한 실적기술료 중 1건((주)에이엠사이언스)은 '19년 1월 징수로 확인되어 '19년 실적으로 산입함 (실적보고서 p.166, 증빙자료 p.130)
- 성과지표 3-3-1 '국제협력 내실화를 통한 글로벌 경쟁력 강화' 관련 당초 제시한 실적보고서 및 증빙자료의 실적에 오류가 있어 소명 시 정확한 실적*을 확인함(실적보고서 p.167, 증빙자료 pp.174~180)

  * 소명 시 추가자료로 제출한 '18년 : 35건, '19.8월 31건

대내외 지적사항 이행실적

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

영역 4 현안대응 및 경영자율 (배점 : 20점)

전문가 정성평가

성과의 질적 우수성	목표 달성 과정의 적절성	추가 고려항목	정성평가 등급	대내외 지적사항 이행실적	최종등급
s ⓐ b c d	승급 / 유지 / 강등	승급 / 유지 / 강등	A	유지 / 강등	A

성과의 질적 우수성 …

○ 출연(연) 발전방안 이행에 있어 국민 삶의 질 향상과 미래 사회문제 해결을 위한 현안을 고려하여 기관 R&R을 정립함

- 대형성과 창출 및 목적 지향적 R&D 추진을 위해 기존 14개의 주요역할을 선택과 집중을 통해 10개로 개편하고 중과제·세부과제 개수를 축소함
- 정부의 PBS 개선 방향에 적극 대응하여 수입구조 포트폴리오 1차 대상기관으로 선정됨('19.6.)

○ 비정규직의 정규직 전환 시, 221개 대상 직무 중 상시 지속 업무 142개를 전환 대상 직무로 확정하고 4단계 전형을 거쳐 총 144명(중도퇴사 2명 포함)을 전환하는 등 전환율 100%를 달성함

- 고용안정과 동시에 정직원과 동일한 임금 인상률을 적용하는 등 처우 개선을 위한 적극적인 노력이 인정되며, 전환 제외자(탈락자 등) 보호를 위해 기존 계약기간을 보장함
- 전환 인력에 '전문원' 명칭을 적용하고, 역량 강화를 위한 자체 교육을 실시함

○ 화학 성분에 대한 불합리한 공포인 케모포비아(Chemophobia)에 대응하고 화학의 중요성에 대한 대국민 인식 제고를 위해 노력함

- 화학 대중화를 위한 인식개선 캠페인*, 콘텐츠 제작**, 행사 체험*** 등의 사업을 기획하고 추진함

* 화학대중화 캐치 프레이즈 공모, 5개 매체 대상 캠페인 진행 등
** 원소주기율표 영상, 과학 유튜버 협업 영상, 학생 대상 SNS 활동 등
*** 국민대상 화학 창의 공모전, 중고등학생 대상 나만의 주기율표 만들기 대회

○ 소모성 물품 조달위탁운영(MRO*) 제도를 도입하여 행정(구매) 절차를 간소화하고 투명성을 제고함

* MRO(Maintenance, Repair and Operation) : 소모성 물품 구매대행 서비스

- 제도 도입을 통해 구매 요구 절차 축소(2단계), 소요시간 감소, 경쟁 입찰 강화, 수의계약 축소, 구매원가 3~5% 절감 등의 효과를 거둠

○ 주요사업의 투명성 및 활용성 강화를 위해 정부 가이드라인을 준수하여 주요사업(과제) 정보 입력 및 대외 공개를 시행함

- 기존 중과제 수준의 입력 단위를 세부과제 수준으로 개선하고 주요사업비와 운영경비를 분리하여 입력함으로써 정보의 객관성을 높임
- 정보 등록 시기를 연초 1회에서 연중 상시 정보관리체계로 변경하여 정보의 정확성을 향상하고자 노력함

○ 기관 R&R 달성과 대내외 연구·경영환경 및 수요변화에 선제적으로 대응하기 위해 연구성과계획('18~'21년), R&R/수입구조 포트폴리오('19~'23년)와 연계한 중장기 발전계획 수립을 추진함

* 화학연 중장기 발전계획 수립 예정('19년 4분기)

- 또한 R&R 추진동력 확보를 위해 주요사업 개편 방안을 조기에 도출하여 '20년 예산에 반영함(중과제를 기존 16개에서 10개로 개편)

○ 신북방정책과 포용적 혁신성장 실현을 위해 유·무상 ODA 개도국 국립연구소 설립 사업을 추진함

- 한국-우즈베키스탄 간 과학기술협력 MOU*를 체결('19.4월)하고 수출입은행 EDCF 차관사업 타당성 조사 용역 사업을 추진함**('19.7월)

* 한-우즈벡 정상회담 시 우즈벡화학연구원 설립 등 포괄적 과학기술협력 체결

** 우즈벡 화학R&D센터 건립 타당성조사(F/S) 용역사업('19.7.~'20.1. 767백만 원)

○ 대일 전략물자 수출 규제 등 관련 정책 현안에 대한 신속한 대응을 위해 반도체·디스플레이 등의 핵심 소재와 관련된 정부 정책 수립을 지원함

- 3대 수출 규제 품목 및 White list 관련 수입 의존도가 높은 소재 기술을 분석함
- 전담 소재연구전략 TF 운영을 통해 무역 규제 대응을 위한 핵심 소재의 국산화 기술 개발 등 기관 차원의 중장기 전략 수립을 추진함
- 정부 정책에 맞춰 진행함과 동시에 필요할 경우 과감한 제안을 통해 실증·인증을 통한 단기적인 수출품목 대체와 장기적인 연구 분야에 대한 구분이 필요함

○ 국민생활 밀착형 R&D 수행 관련 연구과제 발굴 과정 및 실적이 제시되지 않아 성과에 대한 파악이 어려움

- 분원이 위치한 지역에서 R&D를 통한 지역 상생 방안 마련을 통해 사회적 가치 실현과 지역경제 활성화를 하기 위한 노력이 필요함

【출처】 실적보고서 pp.191~199

목표 달성 과정의 적절성 …

○ R&R 수립을 위한 5대 선정기준*을 마련하고 기관 정체성에 맞는 R&D 중심 역할 도출을 위한 전담팀을 구성·운영함

* ① 우수 연구역량 기반 대형 집단 연구, ② 지역산업 연계 연구, ③ 사회문제 해결형 공공성 연구, ④산·학 공백 연구, ⑤ 산·학·연 기술지원 수요 충족 연구

- 내·외부 의견 수렴을 위한 온라인 설문조사를 실시하고 외부 전문가위원회를 운영하는 등 R&R 수립을 위해 추진한 과정이 적절함
- 기관 R&R을 기반으로 주요사업을 조기 개편(중과제 16개 → 10개, 세부과제 44개 → 24개)하는 등 R&R 이행을 위한 기관의 노력이 인정됨

○ 비정규직의 정규직 전환을 위해 총 4단계의 전형과 기존 대상자 가점 부여, 이의신청 절차 운영 등 절차의 객관성을 확보함

- 또한 전환 심의위원회(6회), 워크숍, 전 직원 설명회 등 다양한 채널을 통해 충분한 의견 수렴을 위해 노력한 점이 인정됨

○ 소모성 물품 조달위탁운영(MRO) 제도 도입을 위한 품목 발굴 및 구매 프로세스 전산화 시스템 개발 시, 연구 인력이 포함된 TF 운영을 통해 사용자 수요를 반영하고 편의를 증대하기 위해 노력한 점이 인정됨

【출처】 실적보고서 pp.191~199

개선 및 발전 방향

○ 국가적 차원의 국민 삶의 질 향상 및 4차 산업혁명 대응을 위한 도전·혁신적 대형 연구를 수행하는 것은 타당하나, 추가적으로 다양한 소통을 통해 지역 주민이 포함된 국민들의 눈높이에 맞는 생활밀착형 사업도 발굴·추진하는 것을 권고함

○ 지역 분원 등을 중심으로 시민들이 겪는 애로사항에 대해 직접 수요를 받고 해결해주는 방식으로 정부가 장려하는 국민생활 밀착형 R&D를 강소형 테마로 추진하는 것을 권유함

○ 소재·부품 산업의 밸류 체인을 면밀히 고려하여 일본을 비롯해 특정 국가에 대한 높은 의존을 탈피하고 미래 선도형 사업을 주도하는 선도 연구기관으로의 역할을 기대함

○ 연구성과 결과물에 대한 사업화 추진 시, "이어 달리기 사업" 등의 프로그램을 활용하고 중소·중견기업과 협업하여 성과를 창출하는 체계 마련이 필요함

대내외 지적사항 이행실적

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

제 4 장

우수 및 미흡사례
- 2019년 3차 종합평가 대상기관 -

1. 우수사례

가. 한국과학기술연구원

□ 계산과학 기반의 나노소재 플랫폼 독재 개발 및 이차원 고분자 물질을 이용한 초박막, 초경량 다기능 소재 개발

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국과학기술연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>2-2. 데이터기반 신개념 나노소재</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>2-2-2. 데이터 기반 나노소재 설계 플랫폼
2-2-3. 고전도도 맥신 2D 나노 소재 개발</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 데이터기반 나노소재 설계 플랫폼
- 고효율 나노소재의 개발 가속화를 위해 데이터기반, 계산과학에 근거한 나노소재 설계 기술 필요
○ 고전도도 2D 나노전자소재
- 전기전도도가 요구되는 많은 전기/전자 산업에 필수적인 고전기전도성 2D 나노입자 제조 원천 기술 개발 필요</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><td rowspan="2">성과지표</td><td colspan="3">목표</td></tr>
<tr><td>2017</td><td>2018</td><td>2019</td></tr>
<tr><td>데이터기반 나노소재
설계플랫폼</td><td>병결계산과학을 통한 계산과학기술
고속화연구</td><td>새로운 계산과학 알고리즘 개발로
대형소재 계산기술 개발</td><td>계산과학기반
소재특성 DB 확보</td></tr>
<tr><td>고전도도
2D나노전자소재</td><td>2D나노전자소재
전기전도도 향상</td><td>고전도도 2D
나노전사조재 개발</td><td>2D 나노전자소재 및
복합체 개발</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ 데이터기반 나노소재 설계 플랫폼
- 자체 고속제일원리계산 및 발표 문헌에서 소재의 전자구조 및 열역학 물성 DB 구축 및 관련 플랫폼 개발
- 대규모 나노소재 DB를 활용하여 나노소재의 물성을 예측·설계할 수 있는 인공지능기술 개발
○ 고전도도 2D 나노전자소재
- 맥신(MXene) 나노 Top-down 방식의 제조법 확립
- Ti3AlC2 MAX 입자를 강산 에천트를 이용하여 Al금속을 제거하여 Ti_3C_2 MXene 2D 나노입자 제조</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 데이터기반 나노소재 설계 플랫폼
- 소재 계산과학기술의 고속화를 위한 신규 제일원리계산 기술 개발, 고속 제일원리계산 기반 대규모 나노소재 DB 확보, 인공지능과 대규모 나노소재 DB를 활용한 나노소재 설계기술의 개발
○ 고전도도 2D 나노전자소재
- 신규 맥신 나노소재 제조 및 맥신 결함 최소화 제조 공정 확립, 산업화를 위한 액신 유기 잉크제조 및 고분자 복합체 중간재 맥신 잉크 제조 기술의 확립, 전자파차폐 응용 및 고전도도 응용 기술 개발</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 데이터기반 나노소재 설계 플랫폼
- 고효율 제일원리계산 이용 23,800여종의 맥신계, 금속칼코제나이드, 금속산화물계 DB 구축
- 계산과학기반 소재 DB 활용 신규 나노촉매 개발 및 소재의 전자구조 예측 인공지능 모델 개발 등
○ 고전도도 2D 나노전자소재
- 고전기전도성 맥신 제조, 2D나노 소재의 단결정 합성기술을 최초 개발, 전자파 차폐 기술 개발 등</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 데이터기반 나노소재 설계 플랫폼
- 데이터기반 소재설계 개념의 신규 소재개발 방법론 개발 및 다양한 소재 개발에 활용 가능
- 세계최초 촉매물성 DB 구축을 통한 국제적 수월성 확보
○ 고전도도 2D 나노전자소재
- 새로운 2D나노 입자 제조 방법론 제시로 다양한 2D나노 입자 제조 초석 마련
- 전기전도성이 요구되는 전자파차폐에 응용가능하여 플렉시블 유연 나노히터, 전극패턴, 센서 등의 분야에 활용가능</td></tr>
</table>

참고 계산과학 기반의 나노소재 플랫폼 독자 개발

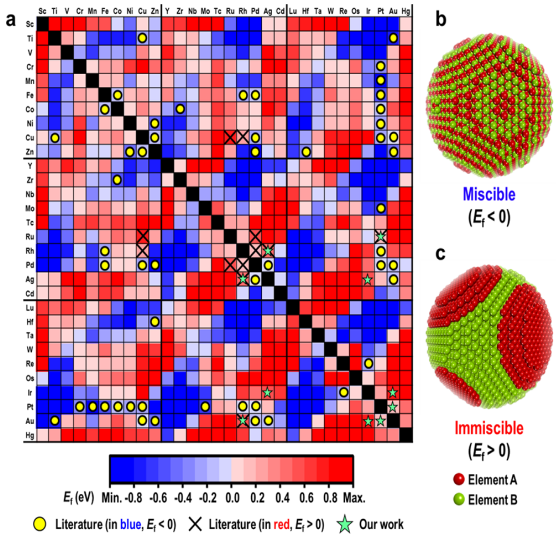
▢ 나노소재 DB 구축 및 소재 설계·예측 웹기반 플랫폼 개발

○ 고효율 제일원리 계산을 이용, 23,900여종의 맥신계, 금속 칼코제나이드 화합물, 금속 산화물 DB를 구축함(PNAS, 김동훈, 2018; ACS Nano, 김동훈, 2018; Chem.Mater. 이광렬, 2018)

○ 계산과학 및 소재 DB를 기반으로 한 나노소재 물성예측 및 설계용 시뮬레이션 플랫폼 개발 및 공개 (http://www.vfab.org)



[KIST 개발 나노소재 설계 시뮬레이션 플랫폼]



[촉매설계용 계산과학 소재 DB]

▢ 인공지능과 대규모 나노소재 DB를 활용한 나노소재 설계기술 개발

○ 나노소재 DB를 활용, 소재의 표면특성을 예측하는 신경망(SGCNN) 기반 인공지능 모델(소프트웨어등록 : C-2018-020920; 특허출원 : 한국, 10-2019-0136894)과 전자구조 예측 인공지능 모델을 개발함(소프트웨어등록 : C-2017-011650; 특허등록 : 한국, 10-1943518, 2019; 특허출원 : 미국, 15/892,774, 2018; Sci.Rep., 한상수, 2019)

○ 계산과학기반 소재 DB를 활용하여 신규 나노촉매를 개발함(특허등록 : 한국, 10-2002482, 2019; 미국, 10,265,682, 2019; 특허출원 : 한국, 10-2017-0004341, 2017; 유럽, 17195201.3, 2017; 미국, 15/913,209, 2018; PNAS, 한상수, 2017; Appl.Catal.,B, 조소혜/김승철, 2017; ACS Catalysis, 한상수, 2019)

○ 표면흡착에너지 계산 DB를 활용, 나노소재를 개발하고 기술이전함(㈜청수인더스트리, 문명운, 기본착수료 12억원 외, 2017; ㈜동진해상교역, 문명운, 착수기본료 1.5억원 외, 2018)

참고 **데이터기반 신개념 맥신 2D나노 소재 개발**

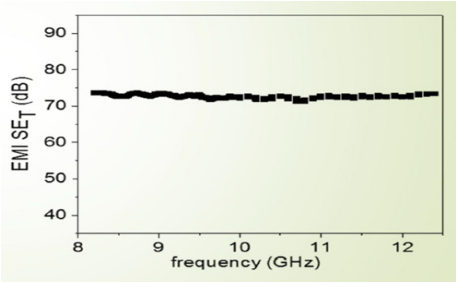
▢ 고전기전도도 맥신 2D 나노 소재 및 중간재 제조 원천 기술 확립

○ Top-down 방식에 의한 맥신 2D 나노소재의 제조 공정을 확립함

- 최적의 에칭 공정과 결함의 최소화로, 전기전도도를 기존 4,500 S/㎝에서 9,000 S/㎝이상으로 향상함(특허출원 : 한국, 10-2019-0054688, 2019)



[맥신 2D 나노소재의 전기전도도]



[전자파 차폐성능]

○ 상용화를 위한 맥신 나노입자의 비수계 유기 잉크 및 고분자 복합체의 중간재 제조 공정 기술을 개발함(특허출원 : 한국, 10-2018-0117801, 2018; 한국, 10-2019-0040846, 2019)

▢ 고맥신 2D 나노 소재 응용 기술 확립

○ 전자파 차폐 다공 갭 조절을 위한 고분자 템플릿 제조법을 확립하여, 다공성 나노입자 제조 과정을 규명하고 고분자 복합체 제조 원천기술을 개발함(Nat. Commun., 구종민, 2017)

- 다양한 전이금속을 포함하는 맥신 2D 나노소재를 이용한 전자파 차폐 특허를 출원(PCT, PCT/US2017/02880, 2017) 하고, aerogel 다공성 맥신 필름 기반의 차세대 전자파차폐 소재 응용기술을 개발함(Adv.Opt.Mater., 구종민, 2019)
- 2D나노 소재의 단결정 합성기술을 최초 개발함(Science, 김수민, 2018)

○ Ti_3C_2 맥신의 고전기전도도와 우수한 유연성을 갖는 wearable MXene heater를 개발함(특허출원 : 한국, 10-2019-0054688, 20019; ACS Nano, 구종민, 2019)

○ Ti_3C_2 2D 나노입자의 비선형 광학 특성을 이용한 광스위칭 소자 응용기술 개발로 대량 정보의 간섭없는 통신을 기대함(특허출원 : 한국, 10-2019-0045323, 2019)

○ 맥신 2D 나노소재를 이용한 열전소재 개발(특허출원:한국, 10-2017-0174387, 2017; 미국, 15/996706, 2018) 및 계면 자기조립기술을 이용한 맥신 나노필름 제조 특허를 출원함(한국, 10-2019-0044531, 2019)

□ 뇌회로 분석기술 개발 및 뇌기능 기전규명 관련 뇌신경망 DB 구축

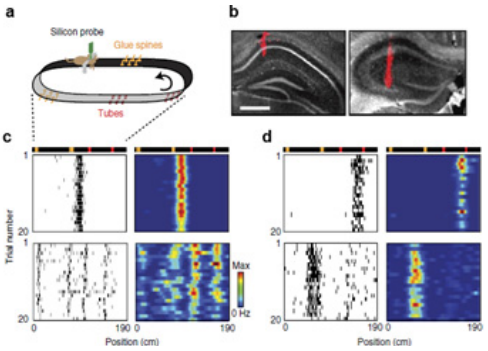
<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국과학기술연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>3-1. 뇌회로 분석기술 개발 및 뇌기능 기전 규명</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>3-1-1. 뇌회로 분석기술 개발 및 기전 규명
3-1-2. 뇌회로 DB 구축</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 뇌회로 정보는 시간과 공간(뇌영역별)에 따라 변화할 수 있기 때문에 뇌를 이해하기 위해서는 시공간에 따른 다양한 스케일의 정보 획득이 필요
○ 뇌영역별로 뇌회로 정보를 다양한 크기(마이크로~메조) 수준으로 획득하기 위해 기술 최적화와 비교 분석을 위한 표준화된 DB 구축이 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</th></tr>
<tr><td>뇌회로 분석기술 개발 및 기전규명
(NSC 및 자매지, JCR 3% 논문, 누적형)</td><td>논문 1건
(누적)</td><td>논문 2건
(누적)</td><td>논문 4건
(누적)</td></tr>
<tr><td>뇌회로 DB 구축(최종형)</td><td>세포타입3D</td><td>시냅스 DB</td><td>영역간 DB</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ 뇌회로 분석기술 개발 및 기전규명
- 보유한 원천기술인 mGRASP와 neuTube, 조직투명화 기술을 기저핵 영역에 최적화
- 신규 뇌회로의 기능연구를 위한 신경회로 조절기술 개발
○ 뇌회로 DB 구축
- 뇌회로 정보의 표준화 프로토콜 확립을 위한 관계형 DB 설계
- 사용자 친화적인 web 기반 브라우징 및 반응형 인터페이스 개발</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 뇌회로 분석기술 개발 및 기전규명
- 해마 및 기저핵 관련 회로 내의 다양한 세포타입별 특성 분석 및 시냅스 검침법 최적화
- 신경전달물질 수용체 분포 기반 3D 분석 및 특정 회로 메조 스케일 연결망 매핑
- 기저핵 내 신경회로 타입별 수용체의 분자수준 3D 매핑 및 마이크로 스케일 연결망 매핑
○ 뇌회로 DB 구축
- 멀티스케일 통합 신경회로 구축을 위한 표준화 프로토콜 확립
- 해마 및 기저핵 관련 회로 내의 세포 수준 특성 분석 및 소프트웨어 개발
- 기저핵 관련 마이크로 스케일 연결망 매핑 및 멀티스케일 정합 알고리즘 개발</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 해마영역에서 공간과 사건, 상황을 인지하는 2종의 장소세포 회로 규명(Nat. Commu. 2017)
- 장소세포가 공간적 정보와 비공간적 정보를 집적하는 2종류로 구분됨을 밝힘
○ 후각 둔감화 현상과 관련된 신규 후각 신경회로 규명(Nat. Commu. 2017)
- 후각의 입력신호가 농도 의존적이나, 출력신호가 농도와 무관함을 증명
○ 빛으로 세포내 물질 수송 시스템을 조절하는 특수 단백질 복합체 기술 개발(Nat. Commu. 2017)
- 세포 내 물질 수송이 소뇌 신경세포의 신호전달 효율유지에 중요함을 규명
○ 마이토콘드리아 이미징 기술을 이용하여 신경축삭에서의 역할 규명(Nat. Commu. 2018)
- 축삭에 존재하는 마이토콘드리아의 크기조절에 관여하는 단백질과 역할 규명
○ 이음센터를 통해 멀티스케일(마이크로(시냅스 수준), 메조(세포수준)) 뇌지도 DB 구축
- 영상데이터에 기반한 세포타입별 구조적 3D 재건축기술을 확립하고, DB를 구축함(164종)
- 기저핵 내 영역 간 회로망 56건, 대뇌피질과 연결망 회로망 158건을 구축함</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 뇌회로 분석기술을 활용하여 미지의 영역인 다양한 뇌 영역에서 기능연구를 수행할 수 있으며, 비교 연구를 통하여 질환 특이적 신경회로를 규명함으로써 질환의 원인을 규명하고 새로운 치료기술을 개발하는데 활용가능</td></tr>
</table>

참고 **뇌회로 분석 기술 개발 및 신규 뇌기능 규명 / 세계최초 시냅수 수준 뇌지도 데이터베이스 구축**

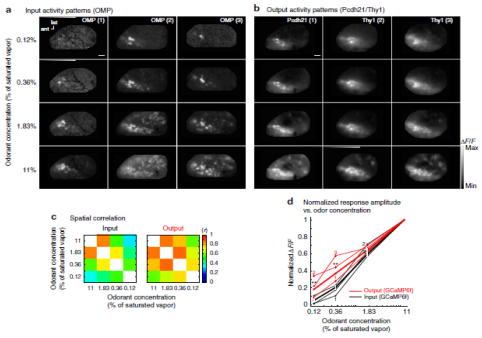
▢ 뇌회로 분석기술을 이용한 신규 장소세포회로와 후각신경회로 규명

○ 모든 장소세포가 같은 방식으로 공간정보를 기록·저장한다는 기존 학설에 반해, **장소세포는 공간적 정보와 비공간적(감각적) 정보를 집적하는 2종류로 분명히 구분됨을 최초로 발견**(Nature Communications, 세바스찬 로이어, 2017)

○ 다른 냄새 농도를 동일하게 인식하는 현상과 관련된 후각 신경회로를 새롭게 규명 (Nature Communications, 레리코헨, 2017)



[해마영역에서 2종의 장소세포 규명]

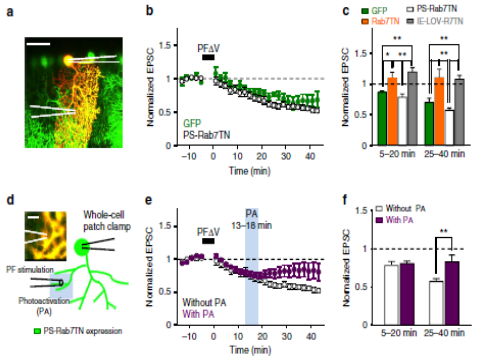


[후각 망울영역에서의 입출력 신호 비교]

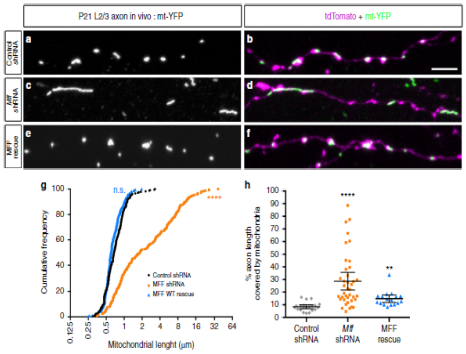
▢ 신경세포 조절기술 개발을 통한 신규 뇌기능 기전 규명

○ 빛으로 물질 수송시스템을 조절하는 특수 단백질 복합체 기술을 개발하여 **소뇌신경세포의 세포내 물질수송이 신호전달 유지에 매우 중요한 기전임을 새롭게 규명** (Nature Communications, 게이코 야마모토, 2017)

○ 마이토콘드리아 이미징 기술을 개발하여 신경세포의 축삭에서 MFF단백질이 마이토콘드리아 크기 결정에 중요한 역할을 수행하고 있음을 증명(Nature Communications, 권석규, 2018)



[특수복합체 기술을 이용한 소뇌 신경신호 비교]



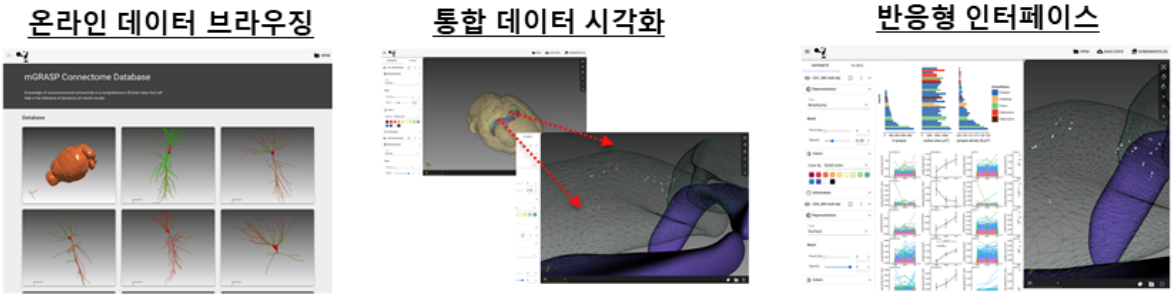
[마이토콘드리아 실시간 이미징 기술]

▢ 마이크로(시냅스 수준) & 메조(세포수준) 스케일의 뇌지도 DB 구축

○ 시냅스 수준의 맵핑 핵심기술을 이용하여 빠르고 정확하게 세포형태/시냅스 정보와 신경 fiber 매핑이 동시에 가능한 세계 최초의 뇌지도 DB 구축
- 해상도가 마이크로미터부터 나노미터에 이르는 가장 세밀한 뇌지도 정보 제공

○ 구조적 회로망 연결성 확인을 위한 다양한 세포타입 분석 기술 개발

○ 기능적 신경 회로망 확인을 위한 다양한 광유전학 유전자 및 전압센서 기술 개발
- 신경활성 조절기술의 개발로 회로망 정보의 구조/기능 연결성 검증



[시냅스 뇌지도 Web 기반 시각화 인터페이스]

□ 예산집행·관리 효율성·투명성 제고(상위세법 분석을 통한 예산절감)

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국과학기술연구원 / 연구지원부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>2-1. 기관 운영의 투명성·효율성</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>2-1-1. 예산집행·관리 효율성·투명성 제고</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 공공연구기관으로서 사회적 책무 완수를 위한 예산집행 윤리성 제고요구 지속
- 예산집행·관리 효율성·투명성 제고를 위해 상위법 연계시스템 구축으로 부적정 집행 최소화 및 업무효율성 제고</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>2016</th><th>2019</th></tr>
<tr><td>예산집행·관리 효율성·투명성 제고</td><td>상위법
연계시스템 구축</td><td>연구비 관리체계 평가
우수등급 획득</td><td>예산집행 모니터링 시스템
고도화</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ 상위법과 내부규정을 연동하는 상위법 연계체계 구축·운영(17년~)
- 스마트규정시스템 내 상위 법령·규정 변경사항 업데이트 및 연동 운영
※ 상위법 상충 규정·지침 실시간 점검(건) : (규정) '17년 26, '18년 22, '19년 15, (지침) '17년 4, '19년 6
- 규정·제도 개선 심의회 운영 상설화 및 매월 원규 상위법 점검의 날을 시행하여 상위법과 일치되도록 제도 운영</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td>○ 감사원 감사결과 과기출연(연) 기술료 수입에 대한 부가가치세 과세 판정에 따른 국세청 추징건에 대한 관련 법 분석
- 규정·제도 개선 심의회 관련 상위세법(부가가치세)과의 연계성 검토 및 조세관련 내용 등을 관계 부서와 협의
○ 상위세법 분석 및 논리적 세법 해석을 통해 면세사업중 기술료개발에 투입된 연구비의 기납부 부가가치세 환급 신청
- 성북세무서 경정청구 → 서울국세청 이의신청 → 조세심판원 심사 청구</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 조세심판원 심사청구 승소(18.2억원 환급)로 기관재정 확보에 기여
- 출연(연) 세무강화 추세에 사전 대비 : 타 출연(연)과 달리 면세사업자에서 일반과세자로 조기 전환
- 세법 분석 및 논리적 해석 적용 : 기술개발에 투입된 면세사업 연구비의 인정범위를 최대화하여 승소
- 전략적 세무대응 : 경정청구 샘플링 세무조사시 이의제기가 없도록 확실한 증거자료 준비 제시 및 세법 해석상 쟁점사항에만 전략적 집중으로 신청전액 환급</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 상위법과 KIST 규정간 연계체계 구축으로 안정적인 예산집행 및 기관운영체계 마련
○ 규정·제도에 대한 분석·검증체계 구축을 통해 기관운영의 투명성·효율성 강화</td></tr>
</table>

참고 예산집행·관리 효율성·투명성 제고

▢ 스마트 규정시스템 상위법 연계시스템 구축·운영(2017년)

○ 스마트규정시스템 내 상위 법령·규정 변경사항 업데이트 및 연동 운영
※ 상위법 상충 규정·지침 실시간 점검(건) : (규정) '17년 26, '18년 22, '19년 15, (지침) '17년 4, '19년 6

○ 시스템 주요 기능
- '상위법'에서 KIST 원규와 관련된 200개의 상위법 및 전문 확인
- 원규 및 지침별로 상위법 확인 단추 클릭시 연계된 상위법 확인
- 개별 원규 본문 열람시 링크를 클릭하면 해당 상위법 조항 확인

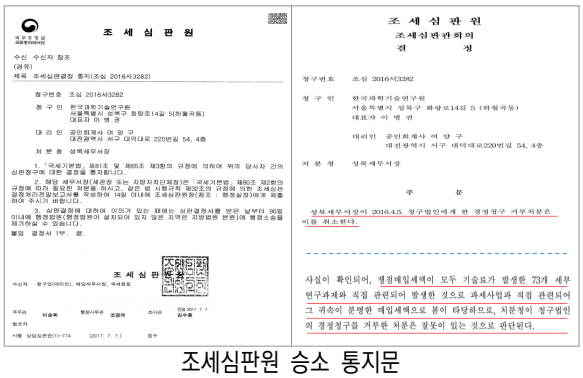
○ 기관운영과 관련된 상위법 및 규정/지침에 대한 검토체계 구축
- 규정·제도 개선 심의회 운영 상설화를 통해 규정 변경 및 적용의 적합성 점검
- 매월 1회 원규 상위법 점검의 날 시행



스마트규정시스템 상위법 연계시스템 구축('17년)

▢ 상위세법 분석 및 논리적 세법 해석을 통한 조세심판원 심사청구 승소

○ 감사원 감사결과 과기출연(연) 기술료 수입에 대한 부가가치세 과세 판정에 따라 국세청에서 추징
- 세법해석, 관련규정/지침 등 면밀한 검토 및 전략적 대응 추진
- 이를 통해 조세심판원 심사청구 승소 및 18.2억 원 환급


조세심판원 승소 통지문

※ 판결문 주요 내용 : 쟁점매입세액이 모두 기술료가 발생한 73개 세부 연구과제와 직접 관련되어 발생한 것으로 과세사업과 직접 관련되어 그 귀속이 분명한 매입세액으로 봄이 타당하므로, 처분청이 청구법인의 경정청구를 거부한 처분은 잘못이 있는 것으로 판단된다.

나. 한국기계연구원

□ 롤기반 직물형 나노·마이크로 구조체를 제조하여 유연하고 신축성 있는 이차전지 구현

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국기계연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>1-2. 유연 소자용 나노·마이크로 롤 기반 제조 기술</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>1-2-1. 직물형 구조체 신축률 및 이온전도도</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 유연성과 고성능을 동시에 달성하기 위한 마이크로·나노구조체의 롤 기반 제조 공정장비 원천기술 개발에 도전
○ 웨어러블 전자 제품 상용화의 최대 난제인 유연하고 신축성 있는 이차전지 구현 및 양산이 가능한 제조기술 개발</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>직물형 구조체 신축률 및 이온전도도 (S/cm)</td><td>10^{-6}
신축률 5%</td><td>10^{-5}
신축률 10%</td><td>10^{-5}
신축률 15%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ 시장수요 반영을 위하여 수요기업인 삼성디스플레이, LG디스플레이와 NDA를 체결하고 기술 사양 협의, 국제전시회(ID TechEx Show, '18.4., 베를린)에 웨어러블용 유연/신축 이차 전지 제품을 출품
○ 유연/신축 이차전지 설계 및 제조는 자체 개발, 섬유 기반 기판 제조 기술은 생기(연), 센서 기술은 KETI, 나노소재 제조는 KAIST, 소재 분석은 성균관대, 섬유 공정기술은 경북대, ALD 나노 코팅기술은 아이작리서치㈜와 협력</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 롤 기반 직물형 나노·마이크로 구조체를 제조하여 유연하고 신축성 있는 이차전지 구현
- 투명하고 유연한 나노 파이버 기판에 전기 변색 소자와 에너지 저장 소자를 동시에 구현하는 롤투롤용 습식 공정기술 개발
- Ori-kirigami 개념을 적용하여 세계 최초로 다축 방향 신축성을 갖는 텍스타일 기반 고신뢰성 에너지 저장 소자 설계 및 제조 공정기술 개발
- 미터 스케일의 대면적 제조가 가능한 습식공정 기술을 이용하여 파이버 기반 고신뢰성 에너지 저장 소자 및 제조기술 개발</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 세계 최초의 Fiber-to-Textile 상향식 제조 공정을 이용한 텍스타일 기능성 소자(옴니텍스)의 롤투롤 제조 기반기술 확보
- 높은 유연·신축성(30% 이상), 높은 에너지 밀도(5 mA/cm^2 이상), 폭넓은 사용환경(대기 환경)을 갖는 에너지 저장 소자 설계 및 제작
- 대면적이 가능한 유닛셀 단위의 소자 제작과 롤 기반 공정을 연계한 새로운 형태의 이차전지 제조 원천기술 확보
- 전통소재인 한지를 이용하여 강산과 강염기에서도 문제없이 작동하는 습식 기반 롤 공정 에너지 저장 소자 제조기술 개발
- Advanced Materials (IF 25.8), Advanced Energy Materials (IF 24.8) 등 논문 게재</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 신축형 웨어러블 기기의 조기 산업화 및 시장 확산 촉진
- 차세대 디스플레이, 태양전지, 조명, 헬스 케어 등과 같은 신개념 나노-마이크로 기반 광 부품, 전자 부품, 에너지/정보 저장 부품, 바이오 센서 분야 등
○ 직물형 소자 제작 공정 개발을 통해 스마트 섬유 산업 선도
- 디지털 고어텍스와 같은 차세대 기능성 의류(등산복, 내의류), 스포츠 용품, 트레이닝 용품, 극한 환경용(소방, 군, 우주 항공) 특수 소재 등</td></tr>
</table>

참고 **롤 기반 직물형 나노·마이크로 구조체 기반 유연/신축 이차전지 구현**

▢ 세계 최초의 Fiber-to-Textile 상향식 제조 공정을 이용한 텍스타일 기능성 소자(옴니텍스)의 롤투롤 제조 기반 기술 확보

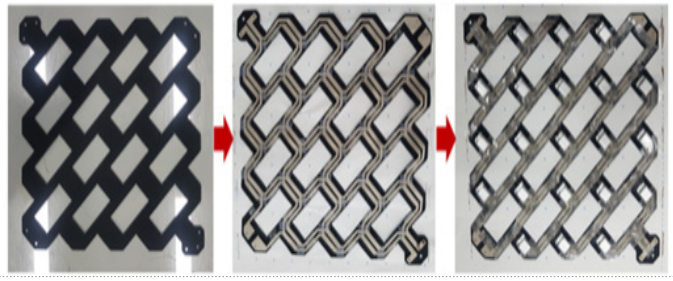
○ Ori-kirigami 개념을 적용하여 세계 최초로 다축 방향 신축성을 갖는 텍스타일 기반 고신뢰성 에너지 저장 소자 설계 및 제조 공정기술 개발

- 기존 제품에 비해 높은 유연·신축성(30% 이상), 높은 에너지 밀도(5 mA/cm^2 이상), 폭넓은 사용환경(대기 환경) 구현
- 대면적이 가능한 유닛셀 단위의 소자 제작과 롤 기반 공정을 연계한 새로운 형태의 이차전지 제조 원천기술 확보

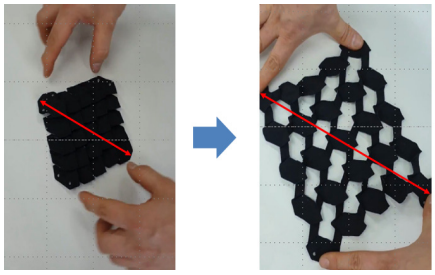
○ IF 20 이상 우수 저널 논문 게재

- Advanced Materials (IF 25.8), Advanced Energy Materials (IF 24.8) 등

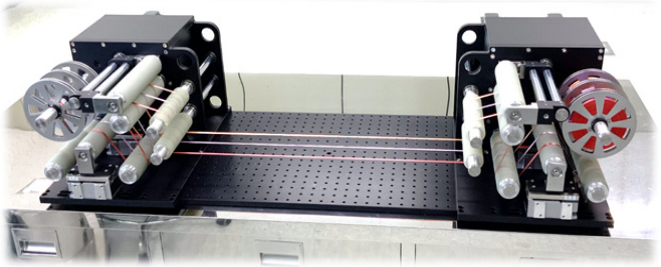
○ ID TechEx Show('18.4., 베를린)에 웨어러블용 유연/신축 이차전지 제품 출품



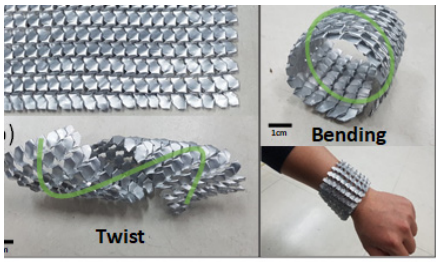
텍스타일 기반 이차전지 제조 공정 기술



유연·신축 에너지 저장 소자



파이버 연속제조 시스템용 와인딩 시스템



ID TechEx Show 출품

▢ 직물형 소자 제작 공정 개발로 웨어리블 기기, 스마트 섬유 시장 선도 가능

○ 차세대 디스플레이, 태양전지, 조명, 헬스 케어 등과 같은 신개념 나노-마이크로 기반 광 부품, 전자 부품, 에너지/정보 저장 부품, 바이오 센서 분야 등

○ 디지털 고어텍스와 같은 차세대 기능성 의류(등산복, 내의류), 스포츠 용품, 트레이닝 용품, 극한 환경용(소방, 군, 우주 항공) 특수 소재 등

□ 함정 전투손상 통제관리 S/W 개발

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국기계연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>4-1. 국민 및 산업안전 기계시스템 기술 개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>4-1-1. 전투손상통제관리 S/W 개발 진행률</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 전투손상통제관리 S/W는 전시 및 평시의 다양한 원인(위협무기 피격, 화재, 충돌, 좌초 등)에 의해 발생하는 함정 손상을 효과적으로 통제하는 SW로 함정 생존성 향상의 핵심 요소
○ 한국해군 함정에 탑재·운용 중이거나 예정인 외산 전투손상통제관리 S/W의 문제점을 해결하고, 기능이 획기적으로 개선된 대한민국 고유의 함정 전투손상통제관리 S/W 개발</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>전투손상통제관리 S/W 개발 진행률</td><td>20%</td><td>60%</td><td>85%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ 한국 해군의 '한국형 함정손상통제체계 구축' 종합추진계획의 핵심과제의 하나로 소요 제기에서부터 사업 진행 등 전체 단계에 걸쳐 한국 해군 참여와 협조
- 연구개발계획서 내용 외에 추가로 식별된 해군 요구사항 40건 S/W 개발 반영
○ 차기구축함(2021년 탐색개발 착수 예정)에 적용하기 위해 사용자뿐만 아니라 기술수요자와 기술협력을 위한 MOU 체결(해군전평단('18.7.), 현대중공업('19.4.), 대우조선해양('19. 하반기 예정)) 및 기술교류회 진행 중</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 한국 해군의 교리·교범에 부합하고 사용자 편의성이 높은 실전 및 훈련 지원 S/W 개발
- 초기화면 구성 및 전시내용을 단순화·한글화하고, 손상·사건관리·자산 기호의 직관성 강화, 터치스크린 지원 등 사용자 편의성 제고
- 손상통제카드, 재해 진압 절차에 한국 해군의 손상통제 교리·교범을 반영
- '계산시간 최소화', '사용자 입력자료 및 출력결과 단순화' 등을 구현하면서도 공학적으로 타당한 결과를 제공하여 신속한 의사결정 지원
- 손상범위예측별과를 반영한 가상손상 구현, 함정 손상통제 훈련 시나리오 작성 템플릿 제공, 손상분석보고서 작성 일부 자동화로 실전활용도 제고
- 손상통제관련 원격제어/센서데이터와 CCTV 데이터 등 외부체계 데이터와 연동</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 해군 평가 시, 캐나다 L3-MAPPS(세계 시장의 60% 이상 점유)의 전투손상통제 S/W 대비 우수성 인정
- 새로운 기능을 개발, 실전·훈련 간 S/W 활용도 획기적 제고
○ 국방 핵심 S/W 개발사업 진도평가('18.9.)에서 국방기술품질원으로부터 '정상추진' 및 '탁월'(평가점수 : 86점, 평가기준 : 85점 이상 탁월) 등급 획득
- 사용자 대상(해군 장교 및 부사관 54명 참여) 개발 S/W 베타 비전 사용체험에서 사용자 90% 이상 우수로 평가</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 현재 해외 기술에 전적으로 의존하고 있는 함정 회복성 향상 기술의 자립
- 함정 전투손상통제관리S/W의 국산화 및 기술지원 체계 구축
○ 국내 해군 전력 강화 및 전시·평시 재해 발생 시 함정 및 승조원의 피해 최소화</td></tr>
</table>

참고 외산 대비 기능·성능 면에서 우수한 함정 전투손상통제관리 S/W 개발

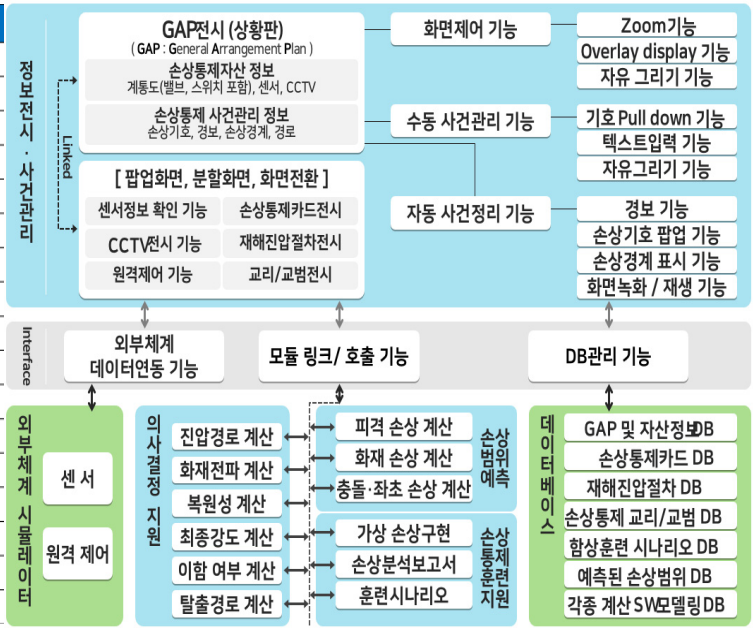
▢ 외산 S/W는 제공하지 않는 다양한 기능을 추가하고, 한국 해군의 교리·교범에 부합하는 전투손상통제관리 S/W 개발

○ 화재연기전파 경로 예측 등 손상범위 예측, 시나리오 생성 등 함상훈련 기능 등외산 S/W가 제공하지 않는 기능 등을 한국 해군 수요에 기반하여 개발

- 계산시간 최소화, 사용자 입력 자료 및 출력 결과 단순화 등으로 신속한 의사결정 지원
- 손상범위 예측결과를 반영한 가상 손상구현, 손상분석보고서 일부 자동 작성 등 구현

기능		외산 S/W	국내개발
사건관리	우리군 손상기호	△	○
	GAP 구성 및 한글화	△	○
정보전시	우리군 킬카드 반영	△	○
	우리군 재해 진압절차	X	○
	GAP 표시정보	△	○
	경보 및 이력관리	△	○
	화생방 기능	○	○
	교리, 교범전시	X	○
의사결정지원	복원성 예측기능	△	○
	최종강도 평가	X	○
	이함여부 판단지원	X	○
	재해진압/탈출 경로	△	○
손상범위 예측	화재연기전파	X	○
	간이취약성 해석	X	○
	충돌, 좌초	X	○
함상훈련	시나리오 생성	X	○
	훈련평가대조표	X	○

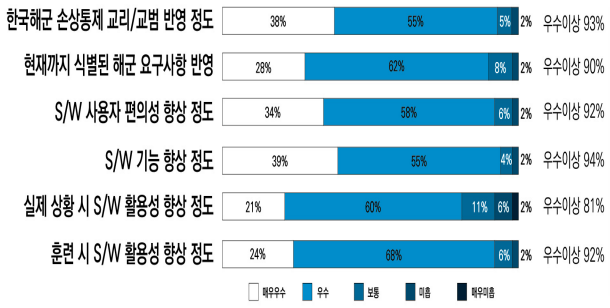
외산 S/W와 기능 비교



개발 S/W 구성 및 기능

○ 사용자(해군) 대상 개발 S/W 베타버전 시연 및 사용 체험('19.5.)을 통한 설문 조사에서 응답자의 90% 이상이 '우수'로 평가

-- 연구원에서 개발한 손상기호 도안을 해군 공식 손상기호 도안으로 채택



베타버전 체험 만족도



손상기호 도안 예제(해군 공식 도안 채택)

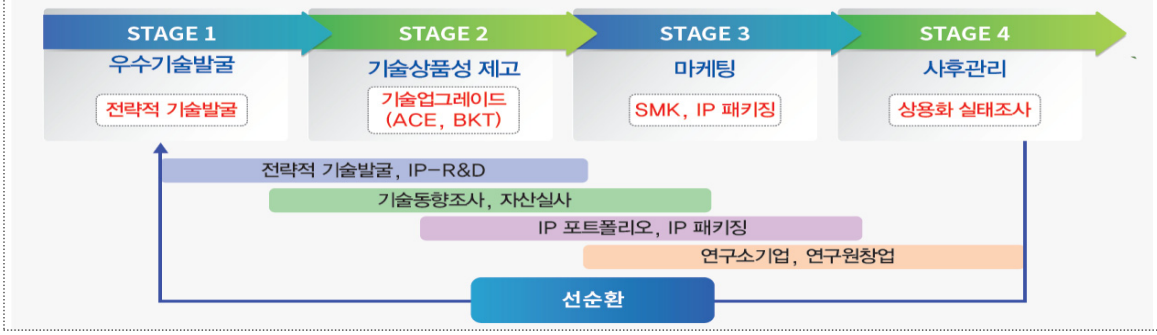
□ 기술사업화 체계 고도화(R&D-IP-BIZ)를 통한 기술사업화 실적 개선 및 미활용 특허 최소화

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국기계연구원 / 연구지원부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>3-1. 성과관리·활용·확산</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>3-1-1. 기술료 수입, 3-1-2. 특허 활용률, 3-1-3. 특허 생산성</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 수요기업의 니즈를 반영한 기술료 수입 다각화 및 안정적인 기술료 수입 확대를 위해 'R&D-IP-BIZ' 의 전략적 지원체계 고도화 필요
○ 특허 포트폴리오 구축 및 특허 패키징을 통한 IP 고도화로 특허 활용률 증대 필요</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목 표</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th></tr>
<tr><td>기술료 수입(독립형)</td><td>64억원</td><td>67억원</td><td>70억원</td></tr>
<tr><td>특허 활용률(누적형)</td><td>36.6%</td><td>37.8%</td><td>39.0%</td></tr>
<tr><td>특허 생산성(독립형)</td><td>162%</td><td>165%</td><td>168%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ Stage1~Stage4 단계에 이르는 'R&D-IP-Biz'의 전략적 지원체계 고도화로 기술사업화 강화
- (Stage1)보유특허 및 노하우를 분석하여 보유기술 정보 체계화를 통한 우수기술 발굴
- (Stage2)ACE사업, 실용화 기술개발 등을 통한 기술업그레이드 및 상품성 강화
- (Stage3)기술중개기관 및 외부 투자기관과 긴밀한 협력을 통한 기술 마케팅 강화
- (Stage4)사후관리 강화로 기업이 필요한 기술의 완성도 제고 및 상용화 지원
○ 고품질 IP 창출-활용을 통한 IP고도화(특허 포트폴리오 구축 및 특허 패키징)로 특허 활용률 연 1.2%p 이상 증대
- IP-R&D를 통한 고품질 IP 창출로 특허활용률 연1.2%p 이상 지속 증가
- 지식재산심의소위원회를 통한 해외출원, 유지관리 등 심의제도 운영으로 우수 IP 창출 강화 및 미활용 특허 감소 추진</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 최고 수준의 1인당 기술료 수입 및 연구생산성 달성
- '18년 연구직 1인당 기술료 수입 22백만원 달성으로 출연(연) 최상위 유지
* 출연(연) 평균 1인당 10백만원
- 공공연구소 평균 1.7% 대비 5배 이상인 9.7%의 연구생산성 달성
○ 우수기술 창출 고도화 및 전략적 확산을 통해 기술료 수입 70억원대 돌파
- '14~'16년 연평균 60.2억원의 기술료 수입 대비 '17, '18년 연평균 70억원 달성
○ 보유특허 침해조사 및 기술지원 강화를 통한 특허 수익 창출(연구원 최초 사례)
- '17년 폐윤활유 정화장치 관련 국내특허 3건에 대한 침해 발견, 특허 라이선스 협상 및 기술지원 강화로 기술료 수익 창출(정액 기술료 2.2억원, 경상기술료 매출액의 3%)
○ 특허 포트폴리오 구축 및 특허 기반 기술이전 증대로 미활용 특허 감소
- 미활용 특허 비율 '16년 12.4% → '17년 10.7% → '18년 10.4%</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 기업과의 소통 및 협력에 기반한 기술이전으로 기업성장 견인 및 고용창출
- '17~'18년 기술이전 기업대상 리서치 결과 28개 기업에서 매출 884억원 발생, 33개 기업이 233명의 일자리 창출
○ IP 경영 고도화를 통한 특허 생산성 증대 및 IP창출 선순화 체계 강화
- 우수특허 31건(기술가치평가 금액 2,236백만원) 출자를 통한 연구소기업 15개 설립
- 특허 3건 이상 패키징 형태의 기술이전 증가('17년 3.4% → '18년 12.7%)로 기술가치 제고 및 기술이전 기업 보호</td></tr>
</table>

참고 'R&D-IP-Biz'의 전략적 지원체계 고도화 및 미활용특허 감소를 위한 특허심의소위원회 운영 프로세스

▢ 'R&D-IP-Biz'의 전략적 지원체계 고도화를 통해 보유기술의 사업화 강화

○ 'R&D-IP-Biz'의 기술사업화 체계 고도화

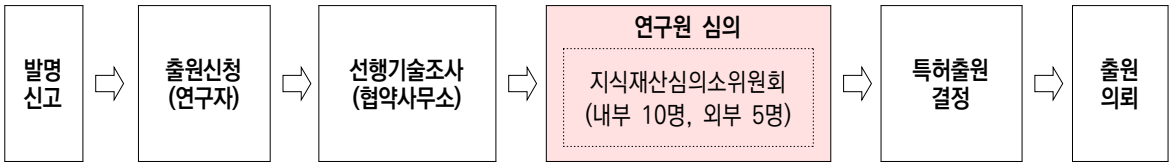


구분	기술사업화 실적 개선
Stage 1	○ 3,200여개 보유특허 분석을 통한 우수기술 발굴 ○ 보유기술자료집(164개 기술 구분) 발간 및 400여개 기업과 공유를 통한 정보화 체계 구축
Stage 2	○ 자체 R&BD 사업 수행을 통한 수요기업 맞춤형 기술상품성 제고 * ACE사업을 통한 기술료 증가 추이 : ('16.) 2.4억원→('17.) 11억원→('18.) 16.5억원
Stage 3	○ 기술마케팅 강화을 통한 기술사업화 확산 * 기술설명회 6회 실시('17.~'18., 연구개발특구, TIPA네트워킹 등), 연구소기업 KDB IR 개최 등 ○ 발명진흥회, 기술보증기금 등 외부 전문기관과의 협업체계 적극 활용 * 전문기관 협업 : '14~'16년 총 3.9억원(9건), '17~'19.8월 총 8억원(19건) 으로 105% 증가
Stage 4	○ 실태조사 및 상용화 지원 등을 통해 경상기술료 수입 '17년 5.6억원, '18년 5.2억원 확보 ○ 운영 중인 15개의 연구소기업 성장지원을 위한 R&BD 사업 연계·수행 및 투자유치

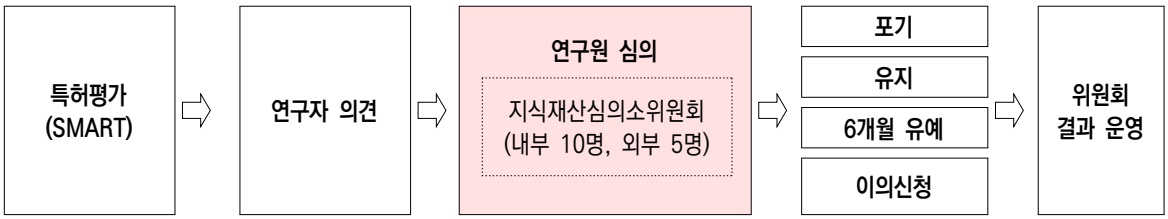
▢ 특허심의소위원회 운영을 통한 IP 경영 고도화

○ 미활용특허를 축소하기 위해 창출부터 유지까지 분기마다 심의제도 운영

- IP 창출 심의



- 연차유지 심의



다. 한국화학연구원

□ 화학원료 산업융합형 대단위 Package 공정 개발

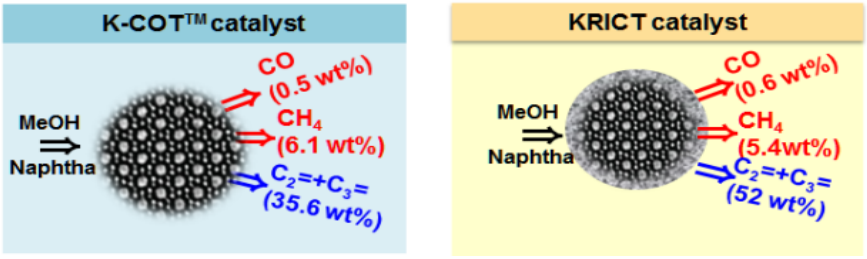
<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국화학연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>1-2. 화학원료 산업융합형 대단위 Package 공정 개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>1-2-1. 에너지 절감형 올레핀 생산 신기술</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 스팀납사분해기술(SNC)의 대체 공정으로 세계최초 상용화된 납사촉매분해기술(K-COT™) 보다 에너지 사용량을 20% 이상 절감 할 수 있는 신개념 납사/메탄올 하이브리드 촉매분해 기술</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2018</th><th>2019</th><th>2020</th></tr>
<tr><td>경질올레핀 생산 수율 (wt%)</td><td>45 wt%</td><td>49 wt%</td><td>51 wt%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 나프타/메탄올 하이브리드 접촉분해 반응은 신개념 촉매분해 공정으로 기존 납사 스팀분해 공정 대비 혁신적인 에너지 사용 절감과 고선택성 경질올레핀 제조 기술 확보
○ 실제 공정에서 사용되는 유동층 반응용 NMTO 반응촉매개발을 위해 고온에서 메탄올의 중간체인 DME의 열분해 반응에 의해 생성되는 CO, CH_4을 획기적으로 낮출 수 있도록 신 촉매 개발
○ NMTO용 개발촉매의 핵심소재인 분자체 연속합성기술 개발 가능성 확인
(세계 최초 벤치규모 분자체 연속 합성기술 확보)</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 납사분해공정 (650 °C, 흡열)과 메탄올 분해공정 (400 °C, 발열)의 두 원료를 같은 반응조건에서 동시에 경질올레핀을 생산할 수 있는 촉매개발을 위해 과량의 부산물을 생산하는 DME의 생성루트를 차단할 수 있는 핵심 분자체와 성형 바인더 기술을 개발함
○ 연속식분자체 합성기술 적용시 기존 회분식 분자체 생산량 대비 25 배 증가(세계최초기술)</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 원유고갈 및 기후변화에 대응하기 위해 기존의 에너지 다소비 공정인 나프타크래커 공정 (〉 800℃, 4,900 kcal/kg-ethylene)을 대체할 신규 올레핀 제조 공정 개발
○ 다양한 원료(메탄올+나프타, shale gas)를 사용한 하이브리드 촉매공정을 통해 고성능, 고선택적 신규 나프타크래커 플랜트 공정의 통합 패키지 공정 개발 및 라이센스 가능성 제고
○ 소재기술을 기반으로 연구단 내 공정팀과의 커뮤니케이션을 통해 독자적인 대단위 신 공정에 대한 라이센스 확보 가능</td></tr>
</table>

참고 세계 최고 수준의 에너지 절감형 올레핀 생산 신기술 확보

▢ 기존 스팀열분해공정기술 대비 에너지 사용량 30% 절감

○ 에너지 저감용 납사/메탄올 하이브리드 접촉분해촉매기술 개발

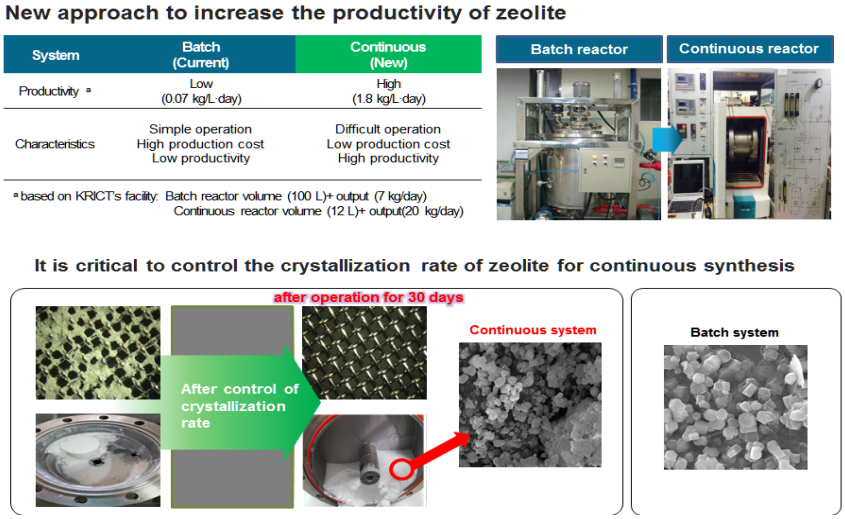
- 스팀납사분해기술(SNC)의 대체 공정으로 세계최초 상용화된 납사촉매분해기술(K-COT^{TM})보다 에너지 사용량을 20% 이상 절감 할 수 있는 신개념 납사/메탄올 하이브리드 촉매분해 기술(NMTO) (특허 등록 : 국외 3건, 국내 1건)
- 기존 FCC 촉매 시장의 약 15% 이상(전 세계 시장의 4,500억 원 규모) 차지하고 있는 FCC additive까지 적용범위를 확대할 수 있는 고강도·고선택성 촉매를 개발함



▢ 분자체의 회분식 수열합성 공정 대체 가능성 확인

○ 생산경제성 확보를 위한 분자체의 연속식 수열합성공정기술 개발

- 파우더 형태의 분자체가 금속 수열합성반응기에 붙어 자라는 현상을 억제하여 반응기내 막힘 현상을 제거함
- 연속 합성된 분자체가 상용촉매의 핵심소재로 사용되는 상용 분자체보다 우수한 촉매적 성능을 가짐(기존 상용분자체 대비 경질올레핀 생산수율 약 40% 증대)
- 세계 최초로 시도된 벤치규모의 연속합성 기술로 비교할 수 있는 경쟁기술은 전무함



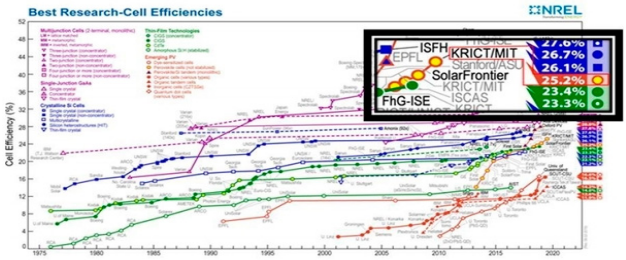
□ 고안정성 차세대 에너지 소재 개발(유기 태양전지 / 페로브스카이트 태양전지)

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국화학연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>2-2. 고안정성 차세대 에너지 소재 개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>2-2-1. 차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유
(배경)</td><td>○ 단위셀에서 효율만 개선하는 기존 연구 방향에서 전환하여, 상용화 가능성 제고와 기존 태양전지 난제를 해결하기 위해 차세대 태양전지 신소재·소자 개발과 고효율·고안전성 동시 확보를 목표로 설정함
- 세계최고 효율 달성과 상용화 연구 선도로 IoT용 전원소자, 독립형 발전용 등 4차산업혁명 연계한 태양전지 시장 경쟁력 강화 및 태양광 신산업 창출 견인</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">목표</th></tr>
<tr><th>2018</th><th>2019</th><th>2020</th></tr>
<tr><td>차세대 태양전지 안정성 향상을 위한 핵심 소재 개발
장기 신뢰성 광전변환 효율 (1,000 hr 이후, 단위셀)</td><td>OPV : 6.5%
Perovskite : 16%</td><td>OPV : 6.7%
Perovskite : 17%</td><td>OPV : 7%
Perovskite : 18%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>이행과정</td><td>○ 광활성 소재, 버퍼층 소재 및 표면 개질, 모듈 공정, 광/열화 원인 분석에 관한 수명 향상에 관한 전주기적인 연구를 통해 기존 기술들의 한계를 극복하고, 상용화를 위한 문제점들을 해결하고자 진행함
○ 고안정성-대면적 용액 공정 핵심 기술 및 모듈 제조 공정은 자체 기술력으로 확보하고 봉지막 기술은 국내·외 상용 기술 보유 기관 및 기업과의 협력 통해 개발</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 차세대 태양전지 장기안정성 기술 확보
- 페로브스카이트 태양전지의 열화 기구 규명 및 열화 인자 제어를 통한 장기안정성 확보(장기안정성 광전변환 효율(@ 1,000 hr 이후, 단위셀:20%)
- 유기태양전지 소재에 기능성기를 도입해 광활성 소재의 결정성 및 용해도 조절을 통해 소자의 상온 공정성 및 광안정성 확보 (장기안정성 광전변환 효율(@ 1,000 hr 이후, 단위셀:6.89%)
○ 대면적 차세대 태양전지 코팅 공정 기술 확보
- 페로브스카이트 태양전지 : 셀 -22.7%, 모듈 - 16% 이상
- 유기태양전지 : 셀 - 9.66%, 모듈 - 6.6.1%</td></tr>
<tr><td>우수성과</td><td>○ 페로브스카이트태양전지 세계 최고 공인인증효율 갱신 (25.2% NREL 차트 등재)
○ 열적 안정성을 개선한 신규 정공전달소재 개발을 통한 고효율, 고안정성 페로브스카이트 태양전지 제작 (Nature Energy, 2018, IF=54.00)
○ 페로브스카이트 계면 처리 소재 개발 및 적용을 통한 소자 효율 개선과 함께 안정성을 향상시킴 (Nature, 2019, IF=43.07)
○ 상온에서 효율 저하 없이 대면적 모듈 제작이 가능한 고안정성 신규 고분자 소재 개발, 비할로겐 용매 적용 상온 공정을 활용한 세계 최고 수준 효율 달성 (Adv. Energy Mater. 2019, IF=24.88)</td></tr>
<tr><td>파급효과</td><td>○ 태양전지-배터리, 태양전지-발열 필름 등 관련 기술 연계를 통한 상업화 방안 모색
○ 개발된 원천기술을 상용화 기술로 발전시키기 위해 TRL이 상향된 정부 사업의 추진
○ 수요기업과의 공동 연구로 사업화 모델 개발 및 기술 이전 촉진</td></tr>
</table>

참고 **차세대 태양전지 상용화를 위한 핵심 소재 개발 및 장기 안정성 확보**

▢ 세계최고의 고효율과 고안정성을 확보한 차세대 태양전지 핵심 소재 개발

○ 페로브스카이트 태양전지 세계 최고 공인인증효율 갱신 (25.2% NREL 차트 등재)

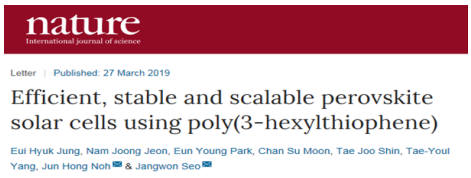


○ 신규 정공전달 소재 개발을 통한 **고효율, 고안정성 페로브스카이트 태양전지 제작**

- 정공전달소재로 널리 사용되는 Spiro-OMeTAD의 장점인 고효율을 살리고 단점인 낮은 안정성을 극복하기 위해 말단을 flourene기로 치환한 새로운 소재를 적용하여 22.6%의 고효율과 향상된 열안정성과 장기동작안정성을 확보함 (Nature Energy, 2018)

○ 계면 처리 소재 개발 및 적용을 통한 **소자 효율 개선과 안정성 향상**

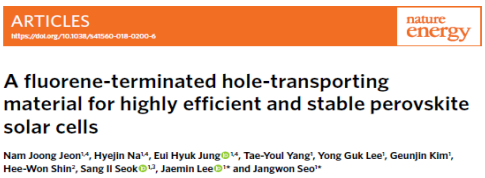
- 페로브스카이트 박막계면에 HTAB을 도포해 계면반응을 유도함으로써 P3HT의 나노피브릴 구조를 기반으로 전력변환효율 22.7%를 달성하고, 소자의 내습성 및 장기동작 안정성을 확보함 (Nature, 2019)


nature
International journal of science

Letter | Published: 27 March 2019

Efficient, stable and scalable perovskite solar cells using poly(3-hexylthiophene)

Eui Hyuk Jung, Nam Joong Jeon, Eun Young Park, Chan Su Moon, Tae Joo Shin, Tae-Youl Yang, Jun Hong Noh & Jangwon Seo


ARTICLES

nature energy

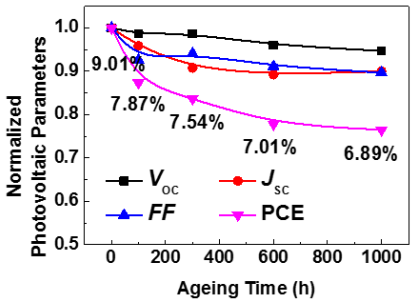
A fluorene-terminated hole-transporting material for highly efficient and stable perovskite solar cells

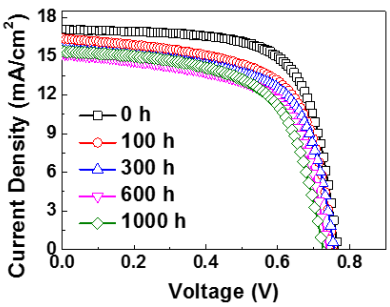
Nam Joong Jeon, Hyejin Na, Eui Hyuk Jung, Tae-Youl Yang, Yong Guk Lee, Geunjin Kim, Hee-Won Shin, Sang Il Seok, Jaemin Lee and Jangwon Seo

▢ 상온 공정 가능성 제고 및 장시간 구동 안전성 개선으로 상용화 연구 선도

○ 신규 기능성기를 도입하여 소자의 **상온 공정성 및 광안정성 확보** (Adv. Energy Mater.)

- 용해도 조절 기능기 도입해 결정성을 유지하고, 분자 간 상호작용을 줄여 상온 공정성 확보 및 개선된 용해로 인해 억셉터의 이동 및 응집을 저하시켜 장기안정성 개선





□ 기관 R&R 기반 주요사업 재검토 및 수입구조 포트폴리오 개편(안) 수립

기관명/부문	한국화학연구원 / 연구지원부문
영역명	4. 현안 대응 및 경영자율
성과명	기관 R&R 기반 주요사업 재검토 및 수입구조 포트폴리오 개편(안) 수립
목표설정 사유 (배경)	○ 기관 자율로 수립한 R&R 달성을 위해 주요사업을 전면 개편하고, 여기에 연구사업 운영계획을 반영하여 수입구조 포트폴리오를 수립·확정함으로써, PBS 부작용을 해소하고 근본적 개편방안을 마련하기 위함
목표설정 내용	○ R&R 및 인력계획, 정부 R&D 정책 및 투자방향 등을 토대로 ○ 역할과 책임(R&R) 기반 특성화된 재정정책(수입구조 포트폴리오) 마련
이행과정	○ 기관 R&R을 기반으로 특성화된 수입구조 포트폴리오('19~'23) 수립 추진 - 대형성과 창출과 목적지향적 R&D 추진을 위한 R&R 수립 및 이에 기반한 주요사업 개편 - R&R 주요역할별 기술개발 성격, 외부환경 및 원내 의견수렴 결과 등을 종합적으로 분석하여 바람직한 사업별 운영 계획 도출 ○ 대내외 전문가로 구성된 PBS개편 협의회 및 연구회 수입구조 포트폴리오 검토회의를 통해 R&R과의 정합성 확보 추진(총 7회) ○ 전담 TF 운영 및 다양한 채널을 통한 대내외 의견 수렴 실시 - (R&R) 내부 소통활동, R&R 전담팀 및 외부전문가위원회 운영 등(총 38회) - (수입구조 포트폴리오) 연구본부별 설명회, 온라인 설문조사, 내부협의체 TF/경영진 검토 등(총 16회)
주요 연구내용	○ R&R 주요역할 기반 주요사업 재검토 - 화학(연)의 임무와 기능을 "1) 미래 원천기술 개발, 2) 국가·사회문제 해결, 3) 산업 원천기술 확보"로 설정하고, 이를 바탕으로 선택과 집중에 따라 R&R 주요역할 집중·대형화(주요역할 14개 → 10개) - R&R 주요역할 기반 주요사업 중과제 재검토(중과제 16개 → 10개, 세부과제 44개 → 24개) - 주요사업 세부과제 전수조사를 통해 R&R 및 개편된 중과제 연구목적에 부합하지 않는 과제를 RGNA(Research Groups for New Approaches)로 분류 - RGNA의 연차별 구조조정/재투자 계획을 검토하여 구조조정 규모를 산출하고, "1) 강소형 연구, 2) 개편된 중과제, 3) 신규 묶음예산"에 재투자 ○ 수입구조 포트폴리오 수립 - R&R 집중 및 대형성과 창출을 위해 출연금 및 인건비 확대 제안 - R&R 달성 및 연구과제별 특성과 PBS 개선효과를 고려하여 정부수탁사업 중 출연금사업으로 이관 또는 정책지정 희망 사업 제안
우수성과	○ R&R-PBS 연계 우수기관으로 선정('19.5, 과기정통부) - 출연(연) R&R 성과 공유회를 통해 R&R 및 수입구조 포트폴리오 수립과정과 주요내용 공유 ○ PBS 근본개편 대응을 위한 수입구조 포트폴리오 1차 확정 대상기관 선정('19.6, 연구회 이사회)
파급효과	○ R&R에 기반하여 주요사업 구조를 개편하고 수입구조 포트폴리오를 수립함으로써 R&R 조기 실행 동력 확보 ○ 출연금 및 인건비 비중 확대를 통해 기관의 대형성과 창출 및 중장기 연구역량 집중 기반 마련

참고 1 R&R 요약

사명 선언문 (Mission Statement)

풍요롭고 **건강**하며 **안전**한 삶을 위하여,
화학 관련 원천기술을 개발하고
국가·사회문제 해결에 기여한다.

5대역할·추진과제 (R&R)

1 깨끗한 대기와 기후변화대응을 위한 친환경 화학기술 개발

- 저활용 화학자원 밸류업을 위한 친환경 공정기술 개발 — **신기후체제 대응 (국정과제 61)**
- 기후변화대응 에너지저감형 기초화학원료 신생산기술 개발 — **주력산업 경쟁력 제고 (국정과제 38)**

2 4차 산업혁명 선도를 위한 첨단 화학소재 개발

- IoT 디바이스용 화학소재 기술 개발 — **4차 산업혁명 기반 구축 (국정과제 33)**
- 독립형 에너지 변환·저장 융합소재 기술 개발 — **친환경 미래 에너지 발굴 (국정과제 37)**

3 건강한 삶과 의료혁신을 위한 신약바이오기술 개발

- 신약 파이프라인 확보 — **환자 중심 의료서비스 (국정과제 45)**
- 감염병 치료·제어 기술 개발 — **의료 공공성 확보 (국정과제 45)**

4 지역 혁신성장을 위한 융합신기술 개발

- 산업 선도형 정밀화학소재 기술 개발 — **주력산업 경쟁력 제고 (국정과제 38)**
- 폐기물저감 바이오 플라스틱 제조 기술 개발 — **미래형 신산업 발굴 (국정과제 34)**

5 사회와 산업의 요구에 대응하는 화학 플랫폼 기술 개발

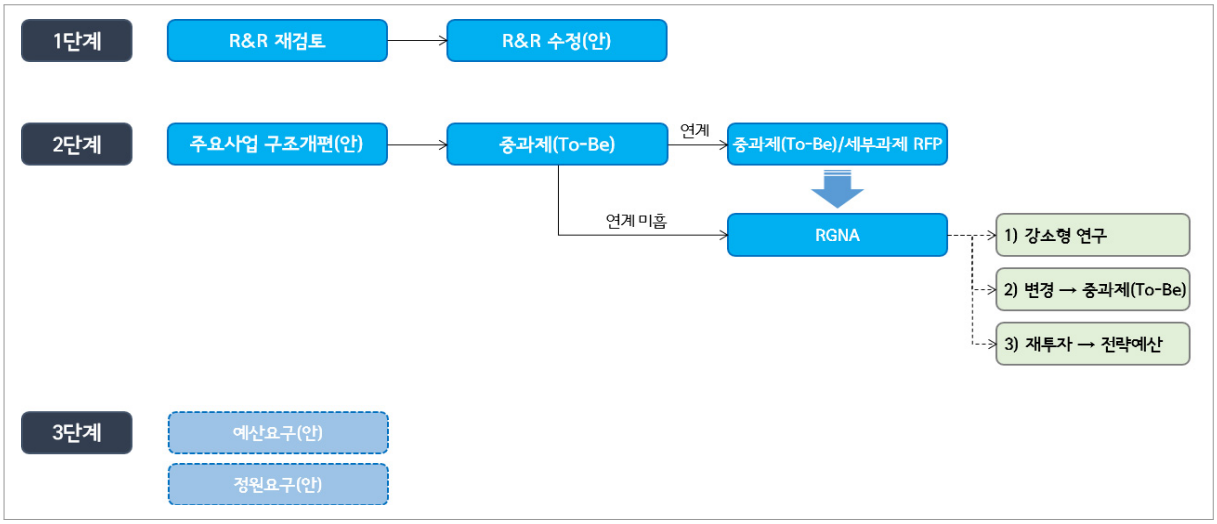
- 데이터 기반 화학연구 플랫폼 기술 개발 — **연구데이터 빅데이터화 (출연(연) 발전방안 2-2-5)**
- 공공인프라 기반 산업지원 플랫폼 기술 개발 — **주력산업 경쟁력 제고 (국정과제 38)**

추진 기반

임무중심형 연구환경 조성	효율적 기관 운영	정책·기획 기능 강화	성과 관리·활용·확산	산업수요 인재양성	국민소통/ 과학문화
○ 연구몰입 환경 조성 ○ 우수 인력 양성	○ 투명성·효율성 확보 ○ 연구윤리 및 청렴성 강화	○ 종합정책센터 역할 수행 ○ 미래선도형 연구 기획	○ 성과 관리·활용·확산 체계 고도화 ○ 창업·중소·벤처 지원 체계 강화	○ 현장중심형 인재양성 ○ 취업 연계 지원	○ 국민생활연계 대국민소통 강화 ○ 국가적 이슈대응 및 화학 대중화

참고 2 R&R 기반 수입구조 포트폴리오 요약

▢ 화학(연) 주요사업 구조 개편 추진체계



▢ 수입구조 포트폴리오 총괄표

(단위 : 백만 원, %, 명)

구분	총 예산	출연금		정부수탁				민간수탁 등		총 인력 (정규인력)
				정책지정		일반				
		규모	비중	규모	비중	규모	비중	규모	비중	
'17	162,995	72,324	44.4	1,323	0.8	71,493	43.9	17,855	10.9	662(436)
'19	159,710	78,599	49.2	1,972	1.2	60,626	38.0	18,513	11.6	655(572)
'21	169,191	88,304	52.2	1,972	1.2	60,480	35.7	18,436	10.9	705(595)
'23	180,018	104,023	57.8	4,220	2.3	53,095	29.5	18,680	10.4	715(605)

* (예산) '17년은 결산 기준, '19년은 사계 변경 기준, 그 외 연도는 예산 기준

** (인력) 총 인력수와 정규인력수 모두 기재(연구지원 인력 포함)

*** (총 예산) 시설비, 이월금, 기술료 수입 등 포함

▢ 수입구조 개선에 따른 인건비 비중 변화

(단위 : 백만원, %)

구분	인건비 총액	출연금 인건비		정부수탁 인건비		민간수탁 인건비	
		규모	비중	규모	비중	규모	비중
'17	40,126	24,150	60.2	13,237	33.0	2,739	6.8
'19	51,328	28,899	56.3	18,096	35.3	4,333	8.4
'21	54,485	36,561	67.0*	14,469	26.6	3,455	6.4
'23	58,495	42,682	73.0*	12,651	21.6	3,162	5.4

* 민간수탁 인건비 = 민간수탁 인건비 + 기술지원 인건비 + 연구개발준비금 등

** 중소기업 지원, 정책·연구기획 인력을 포함한 인건비 비중임(연구부서 기준 인건비 비중은 '21년 65%, '23년 71%임)

*** '18년 결산기준, R&R 정합성이 낮거나 2억 미만 소액 정부수탁 과제를 통해 확보한 인건비 규모는 약 5,601백만원으로 연구부서 인건비의 약 15%(전체기준 13%)에 달함. 따라서 '18년 기준 55%에 머무르고 있는 연구부서의 출연금 인건비 비중을 R&R 집중도 제고와 우수성과 창출을 위해 '23년까지 71%로 확대하고자 함

2. 미흡사례

가. 한국과학기술연구원

▢ 홍보전략과 기관의 발전전략 간 연계성 강화 필요

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국과학기술연구원 / 연구지원부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>3-4. 대외 소통 및 정보공개·공유기반 조성</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>3-4-1. 글로벌 홍보 체계 구축</td></tr>
<tr><td>목표개요</td><td>○ KIST 글로벌 위상 제고 및 글로벌 협력 강화를 위한 홍보체계 강화
○ 글로벌 거점, 국가적 주요 행사 등과 연계한 전략적 글로벌 홍보 추진</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유</td><td>○ 글로벌 인지도 향상 및 위상제고를 위한 해외 홍보활동 체계 구축
○ 홍보체계 개선 및 과학대중화로 과학기술에 대한 국민적 지지 및 이해도 제고</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><td rowspan="2">성과지표</td><td colspan="3">목표</td></tr>
<tr><td>2017</td><td>2018</td><td>2019.4</td></tr>
<tr><td>글로벌 홍보 체계 구축</td><td>글로벌 홍보주제
20개(누적)</td><td>글로벌 홍보주제
45개(누적)</td><td>글로벌 홍보주제
61.67개(누적)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>출연(연) 실적</td><td>○ 온·오프라인 홍보채널 다양화를 통한 글로벌 컨텐츠 내실화
○ 해외 언론과 적극적 연구성과 홍보 추진(주제별 71건)
- 해외 언론 네트워크 기반 취재, 평창동계올림픽 도핑검사 수행 관련 해외 보도 등
○ 대상 국가·사안별 맞춤형 홍보 전략 추진
- KIST 유럽 ‘화학물질 규제대응 인포데이’ 개최, VKIST(한-베트남 과학기술연구원) 착공식
- 연구성과 홍보 및 기술협력 촉진을 위한 글로벌 전시회 참가
<table>
<tr><td rowspan="2">성과지표</td><td colspan="3">실적</td></tr>
<tr><td>2017</td><td>2018</td><td>2019.4</td></tr>
<tr><td>글로벌 홍보 체계 구축</td><td>글로벌 홍보주제
22개(누적)</td><td>글로벌 홍보주제
45개(누적)</td><td>글로벌 홍보주제
71개(누적)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>○ 연구성과의 해외 홍보활동에 대한 다양한 효과 분석을 시행하였으나, 해외 홍보활동에 대한 성과를 종합적으로 평가하는 피드백 과정이 없으며 홍보전략과 기관 발전전략 간 연계성이 미흡함</td></tr>
<tr><td>권고사항</td><td>○ 홍보전략과 기관의 발전전략 간 연계성을 강화하여 홍보활동을 추진하는 것이 필요함
- 글로벌 선도기관으로서의 위상 확보에 필요한 수단으로 홍보 활동을 포지셔닝하고 기관 목표를 달성하는데 기여할 수 있는 홍보 전략 수립이 요구됨
- 기관의 글로벌화에 필요한 국외 우수 연구자 유치 등에 효과를 가질 수 있는 홍보 수단, 홍보 채널 선정 등의 전략적인 홍보 활동 전개가 필요함
- 글로벌 홍보가 가능한 기관 내 전문가를 활용하고, 필요 시 글로벌 에이전트 등을 적극적으로 활용할 필요가 있음</td></tr>
</table>

나. 한국기계연구원

▢ 브레이튼 극저온 냉각시스템을 이용한 성능시험 추진 노력 필요

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국기계연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>3-3. 친환경 에너지 변환 핵심기계 기술</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>3-3-2. 브레이튼 극저온 냉각시스템 냉동능력</td></tr>
<tr><td>목표개요</td><td>○ 신기후체제 대응 온실가스 저감 및 환경 규제 만족을 위한 에너지·환경 플랜트용 핵심기계 기술 개발</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유</td><td>○ 극저온 냉각시스템은 대용량, 고효율, 청정 에너지 사회 구현을 위한 공통 기반 기술
- 기존 대비 송전 용량 5배 이상, 송전 손실 1/10 수준의 초전도 케이블 실증을 개시한 한국전력은 '초전도 전력기술 상용화의 원년' 선포('16.3.), 2030년 22조 원(KETEP, 2011)으로 예상되는 세계 초전도 기기 시장 진입 추진
- 해상 배기가스 규제 지역의 지속적 확대 및 기준 강화에 따른 LNG 벙커링 시스템 보급 확대로 재액화를 위한 수~수십 kW 급 극저온 냉각시스템 수요 증가
○ 브레이튼 극저온 냉각시스템의 설계/제작/운전/제어 기술 확립을 위한 시스템 용량 선정
○ 초전도 전력기기 냉각/LNG 재액화용 브레이튼 극저온 냉각시스템(2kW, 일본 TNSC社)</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>2019.8.</th></tr>
<tr><td>브레이튼 극저온 냉각시스템 냉동능력(kW @ 77 K)</td><td>2
(스터링 냉각기)</td><td>2
(브레이튼 냉각시스템 설계)</td><td>시스템 제작</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>출연(연) 실적</td><td>○ 세계 최고 수준 선형압축기형 스터링 극저온 냉동기 개발
- 기존 크랭크-캠 구동 방식에 비해, 유지보수가 용이하고 소형화가 가능한 선형압축기 구동방식의 대용량 스터링 극저온 냉동기 개발 및 인증시험 완료
- 냉동능력 2.21kW@76.6K, 소비전력 23.87kW, %카르노 COP 27.0
○ 선진기업(일본 TNSC社) 대비 냉각용량 5%, 효율 37% 향상된 고효율 역브레이튼 극저온 냉각시스템 설계
- 핵심부품(압축기, 팽창기, 열교환기) 사양 최적화를 통한 시스템 효율 향상으로 동급 일본 상용품 대비 성능 개선
- 역브레이튼 극저온 냉각시스템용 네온 스크류 압축기 제작 및 성능 확인
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="3">실적</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th><th>2019.8.</th></tr>
<tr><td>브레이튼 극저온 냉각시스템 냉동능력(kW @ 77 K)</td><td>2.21
(스터링냉각기)</td><td>2.1
(브레이튼 냉각시스템 설계)</td><td>시스템 제작 완료
(일부 사항 미흡)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>○ 브레이튼 극저온 냉동기 시스템은 일본 TNSC社에서 2kW급* 및 10kW급** 극저온 냉각시스템을 상용화한 점을 고려할 때 세계 최고 수준이라고 보기 어려움
* NeoKelvin®-Turbo 2kW, TNSC News, (2017) / ** NeoKelvin®-Turbo 10kW, TNSC News, (2019)
○ '19.8월 현재 2kW급 브레이튼 극저온 냉동시스템 설계 완료 후 시스템 제작은 완료되었으나, 시스템을 이용한 성능시험이 추진되지 못함</td></tr>
<tr><td>권고사항</td><td>○ 기존 선형압축기형 스터링 극저온 압축기를 대체하는 브레이튼 극저온 냉동시스템 설계·제작·실험 과정에서 아직 시스템 구성 및 시스템 성능시험이 이루어지지 못한 점을 고려할 때 '19년 목표 달성을 위해 지속적인 노력이 필요함
○ 일본 TNSC社에서는 2kW급뿐만 아니라 10kW급 브레이튼 극저온 냉동기 시스템을 상용화한 상태이므로 향후 연구개발 목표로 10kW급 브레이튼 극저온 냉동기 시스템 개발도 포함할 필요가 있음</td></tr>
</table>

다. 한국화학연구원

▢ 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용 시 연구소 및 수요기업과의 공동 대처 필요

<table>
<tr><td>기관명/부문</td><td>한국화학연구원 / 연구부문</td></tr>
<tr><td>성과목표명</td><td>5-2. 화학 안전 공공기술 플랫폼 개발</td></tr>
<tr><td>성과지표명</td><td>5-2-2. REACH 대응 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용</td></tr>
<tr><td>목표개요</td><td>○ 화학 안전 현안을 해결하기 위한 공공기술 플랫폼 개발
- 화평법·REACH 대응 물질확인·동질성·물리화학적 특성 종합분석 플랫폼 개발·활용</td></tr>
<tr><td>목표설정 사유</td><td>○ 화학물질 유형별 종합 분석 인프라 및 관련 분석 기술 개발을 바탕으로 종합분석 플랫폼을 구축하여, 해외 선진 기관대비 수요기업의 화학물질 등록을 위한 시간적·금전적 비용 절감
○ 화학물질 유형별 분석 플랫폼 개발은 초기단계로 지속적인 화학물질 등록을 위한 화학물질 유형별 종합분석 가이드라인 및 플랫폼 필요
○ 국내외 기업의 생산·수출·수입하는 화학물질의 등록에 대한 지속적인 수요 증가 및 화학물질 분석 플랫폼 성숙도 반영</td></tr>
<tr><td>목표설정 내용</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="2">목표</th></tr>
<tr><th>2018</th><th>2019.8.</th></tr>
<tr><td>REACH 대응 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용</td><td>10건
(물리·화학적 특성 분석 기반 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)</td><td>10건
(유·무기 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>출연(연) 실적</td><td>○ 세계적인 화학물질·제품의 환경규제에 대응하기 위한 국내 기반 기술 및 특성화 시설 부재상황 해소
- REACH 대응을 위한 화학(연) 화학분석센터KIST-EU 환경안전성 사업단 MOU 체결('17) 이후 상호협력을 통하여 국내 산업계 수출 화학물질의 유럽환경물질관리청(ECHA) 등록 지원
- 과기정통부 '핵심연구지원시설 (Core Facility)' 사업을 통한 화학물질·제품 환경규제대응 종합분석플랫폼 구축
○ 세계적인 화학물질 등록·평가·허가에 관한 법률(REACH)에 대응하여 화학물질 유형별 분석/시험 인프라 및 분석 프로토콜 구축을 통한 산업계 화학물질등록 지원
<table>
<tr><th rowspan="2">성과지표</th><th colspan="2">실적</th></tr>
<tr><th>2017</th><th>2018</th></tr>
<tr><td>REACH 대응 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용</td><td>10건
(물리·화학적 특성 분석 기반 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)</td><td>8건
(유·무기 물질 종합분석 플랫폼 구축 및 산업체 REACH 등록 지원)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>○ REACH(화학물질 등록·평가·허가·제한에 관한 제도) 대응 화학물질 확인 및 동질성 분석보고서가 수출 제품에 중요한 이슈이나, REACH 등록 지원건수를 목표로 설정하여 실적을 제시한 것은 성과의 질적 우수성 평가 측면에서 적절하지 않음</td></tr>
<tr><td>권고사항</td><td>○ 화학물질 유형별 종합분석 플랫폼 개발·활용 관련, 규제 화학물질의 수가 많고 지속적으로 증가하는 추세이므로 국내외 연구소 및 수요기업과 연계하여 공동 대처하는 것이 효과적임</td></tr>
</table>

부 록

1. 평가단 구성·운영
2. 2019년도 2차 종합평가 지적사항 이행내역
3. 정책제언
4. 한국화학연구원 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
○ 밖에 평가의 공정성을 중대하게 해할 염려가 있는 전문가

○ 평가단 조직 구성

- 평가단장 하에 연구부문과 연구지원부문으로 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('19.7월)	⇨	평가위원 선정('19.8월)	⇨	평가단 구성('19.9월)
ㅇ 연구성과계획 점검위원 및 해당기관 사업기획·평가관련 전문가 ㅇ 유관기관 추천인사 등		ㅇ 후보자 전문성·공정성 등 검증 (산·학·연 안배)		ㅇ 평가위원 확정 및 위촉 ㅇ 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 84명, 유관기관 추천인사 49명 등 포함 총 189명

< (참고) 평가위원 유관기관 추천 현황 >

○ 유관기관 전문가 추천 절차

평가 대상기관 유관기관 조사 ('19.7월)	⇨	유관기관에 전문가 추천 요청 ('19.7.30.~8.5.)	⇨	추천 전문가 Pool 정리 ('19.8월)	⇨	위원 자격기준 확인 및 위촉 ('19.8월~9월)

○ (유관기관 조사) 평가 대상기관의 주요 연구분야 및 유관기관에 대해 출연(연) 협조를 받아 리스트 작성

○ (전문가 추천요청) 평가대상기관과의 유관기관(정부·공공기관·학회 등) 총 39개 기관*에 추천 요청('19.7.30.~8.5.)

* 정부(과기정통부, 산자부, 방위사업청 등), 유관기관(한국기계산업진흥회 등), 학회(대한기계학회, 한국생물공학회 등)

○ (추천결과) 총 11개의 유관기관에서 61명의 전문가 추천(위원 제척사유 해당 전문가 12명 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

한국기계연구원 기관평가단 후보(연구부문)

성 명	[redacted]	성별	男
생년월일	[redacted]	구분 (산학연 등)	산업계
현 직	[redacted]		
평가(점검) 가능분야	연 구	재료공학	
	연구지원	-	
학력사항	학 사	경북대 금속공학	
	석 사	한국과학기술원 재료공학	
	박 사	한국과학기술원 재료공학	
주요경력	평가자문	제2기 기획평가위원회 위원('16.9.1~'18.8.31)	
	기타경력	2011 산업기술로드맵 에너지분야(전력) 위원	
		-	
		-	
	수상내역	-	
평가경력	임무중심형 평가	계획서점검	기계연(14),기계연(17),재료연(18)
		중간컨설팅	기계연(15)
		종합평가	재료연(17), 기계연(16)
	기타		-

'19년 3차 종합평가 평가단 후보(연구지원부문)

성 명	[redacted]	성별	男
생년월일	[redacted]	구분 (산학연 등)	연구계
현 직	[redacted]		
평가(점검) 가능분야	연 구	-	
	연구지원	상법	
학력사항	학 사	중앙대 법학	
	석 사	중앙대 법학	
	박 사	중앙대 법학	
주요경력	평가자문	-	
		-	
	기타경력	법무법인 태평양 책임연구원 (2001.09 ~ 2011.04)	
		한국인사관리학회 산학협동부회장	
	수상내역	-	
평가경력	임무중심형 평가	계획서점검	기계연(17), 항우연·화학연·안전연(18)
		중간컨설팅	-
		종합평가	-
	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

    * 연구지원부문의 경우 '17~'18년 연구성과계획 작성 지침에 따라 성과목표별 필수반영사항을 고려하여 연구기관별 유사한 목표가 설정됨. 이러한 점을 고려하여 연구지원부문 평가위원의 경우, 타 기관에 대한 점검·평가 이력이 있는 위원도 '책임평가위원'으로 인정할 수 있다는 것을 '17.1월에 과기정통부와의 협의를 통해 확인함(단, 연구부문은 해당하지 않음)

□ 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, 기관 총평 작성, 평가결과(안) 종합 검토
  - · 간사위원 : 총평(전략목표별, 연구지원부문) 작성, 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여, 평가결과(안) 종합 검토
    ※ 간사위원은 연구부문 전략목표별 1명, 연구지원부문 1명으로 구성
  - · 평가위원 : 평가의견서 작성 및 평가점수(등급) 부여
    ※ 평가의 전문성 및 질 향상을 위해 평가지원단 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 : 2019.9.20.(금) 14:05~16:08 / (대전) 라온컨벤션
  - · 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 : 2019.9.25.(수)~10.1.(화) ※ 연구기관별 1일

대상기관	일시/장소
KIST	9.25.(수) 16:00~17:35 / (서울) 라마다앙코르
기계연	9.30.(월) 16:08~17:44 / (대전) 라마다호텔
화학연	10.1.(화) 19:05~20:25 / (대전) 라마다호텔

  · 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 : 2019.9.26.(목)~10.2.(수) ※ 연구기관별 1일

대상기관	부문	일시/장소
KIST	연구지원	9.26.(목) 14:15~15:32 / (서울) 라마다앙코르
	연구	9.26.(목) 16:30~17:42 / (서울) 라마다앙코르
기계연	연구지원	10.1.(화) 14:10~15:14 / (대전) 라마다호텔
	연구	10.1.(화) 16:25~17:40 / (대전) 라마다호텔
화학연	연구지원	10.2.(수) 13:30~14:15 / (대전) 라마다호텔
	연구	10.2.(수) 16:02~18:15 / (대전) 라마다호텔

  · 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

○ 평가결과 검토 및 평가의견과 등급 간 연계성 강화를 위한 평가단 최종검토회의 진행

- 출연(연) 소명 절차 이후 평가단 검토회의를 통해 평가결과에 대해 최종 점검·논의하고 우수·미흡 사례 선정 및 기관 발전방향에 대한 논의 진행

※ 최종검토회의는 평가단장, 간사위원(전략목표별 1명, 연구지원부문 1명)이 참석

· 일시/장소 : 2019.11.13.(수)~11.14.(목)

대상기관	일시/장소
KIST	11.14.(목) 10:00~11:05 / (서울) 외교센터
기계연	11.13.(수) 17:08~18:10 / (서울) 외교센터
화학연	11.13.(수) 16:05~17:05 / (서울) 외교센터

< (참고) 평가단 최종검토회의 진행 >


KIST 최종검토회의


기계연 최종검토회의

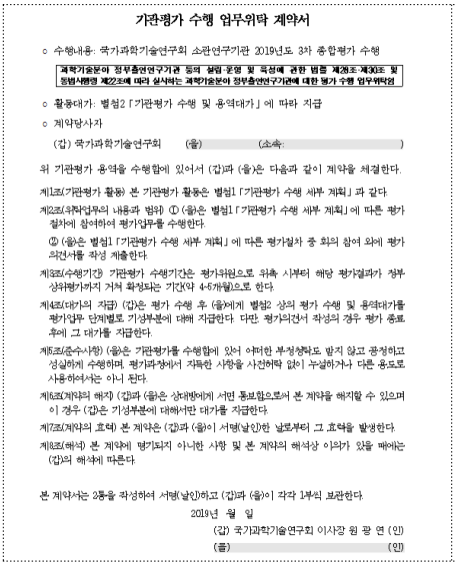

화학연 최종검토회의

○ 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 3차 종합평가 수행

과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률 제28조·제30조 및 동법시행령 제22조에 따라 설치하는 과학기술분야 정부출연연구기관에 대한 평가 수행 업무위탁임

○ 활용대가: 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 평가 절차에 참여하여 평가업무를 수행한다.

② (을)은 별첨1 「기관평가 수행 세부 계획」에 따른 평가절차 중 회의 참여 외에 평가 의견서를 작성 제출한다.

제3조(수행기간) 기관평가 수행기간은 평가위원으로 위촉 시부터 해당 평가결과가 정부 상위평가까지 거쳐 확정되는 기간(약 4-6개월)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 이해관계 부정청탁도 방지 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 월 일

(갑) 국가과학기술연구회 이사장 원 광 연 (인)

(을) (인)

○ 기관평가 활동내용(세부계획), 대가, 준수사항, 계약의 해지 등 상세 내용을 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 활동여건을 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(화학연)



연구현장 방문(기계연)

- (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(기계연)



연구지원부문 현장평가 인터뷰(KIST)

○ 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

(한국화학연구원 사례)

- 기관장 이임으로 인한 대행체제 운영

※ 신규 정책 적용, 주요사업 개편 및 중장기 계획 수립 등 외부 환경변화에 따른 중간 컨설팅 예정이었으나 기관장 이임으로 인해 기관평가 수감

- 주요사업 개편(중과제 체제 개편)으로 인해 구조조정 대상 연구과제는 중단되거나 신규 연구분야로 전환하는 과도기적 상황

※ 예) VDF 기반 불소계 고분자소재, 해수담수화용 분리막 → 불소계 압전 소재, 염분차 발전용분리막, 수전해용 이온교환막

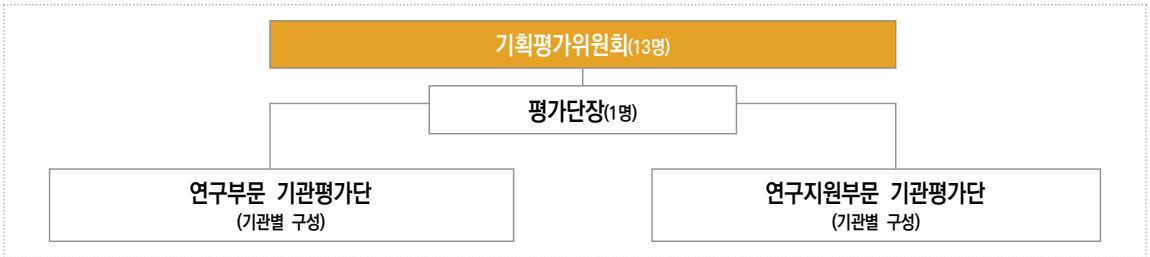
참고 1 기획평가위원회 역할 및 자문범위

□ 기획평가위원회 개요

○ 출연(연) 평가의 전문성·일관성 제고를 위해 기관평가 전반에 걸친 자문역할을 연구회법정 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

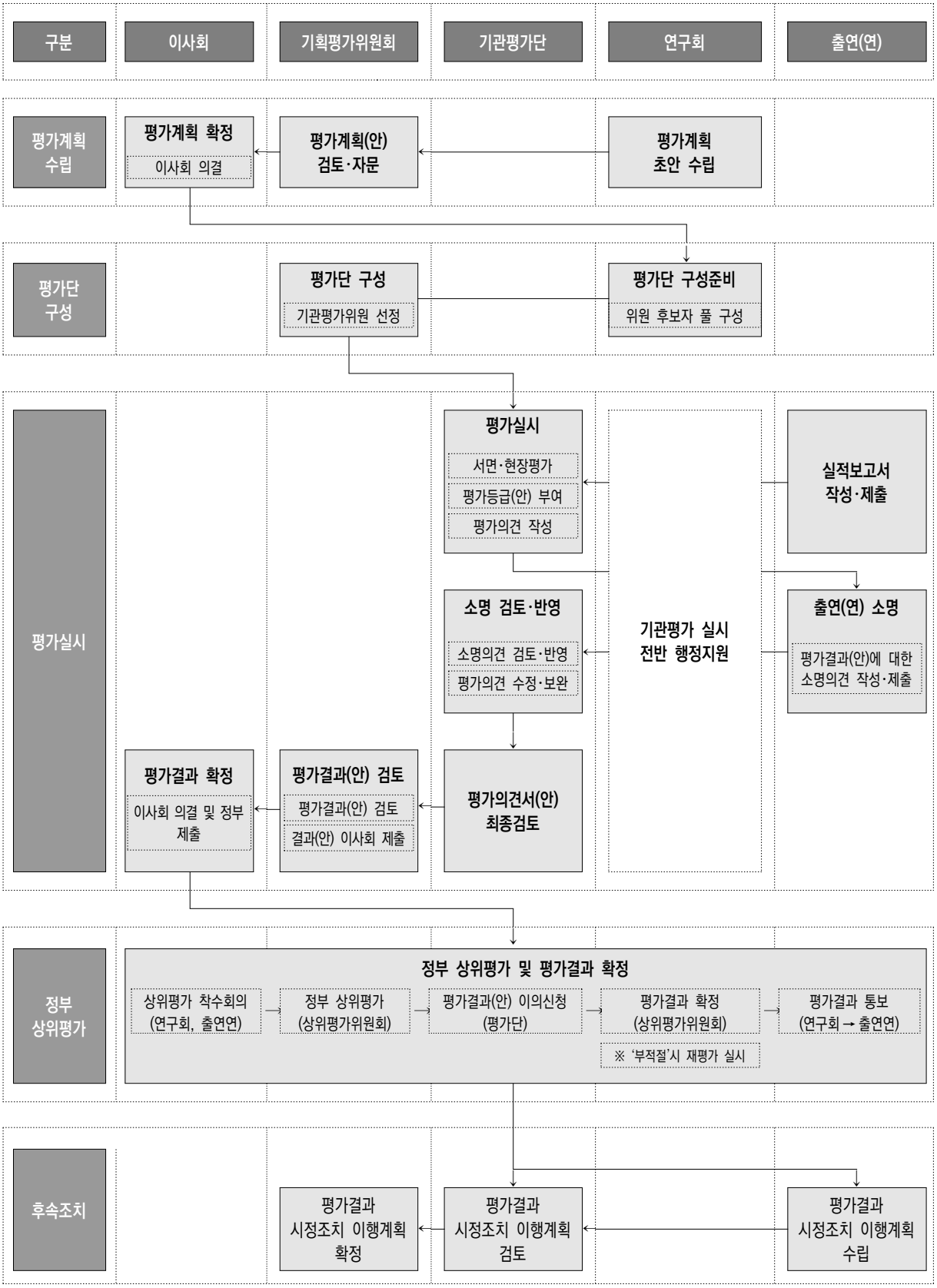
- (평가결과 자문) 평가단장으로 참여한 기획평가위원이 기획평가위원회에서 평가결과 및 발전방향에 대한 총평을 제시하고, 평가보고서의 완결성에 대한 자문*을 거쳐 이사회에 제출

  * 평가의견의 논리성, 평가등급과 의견 간 연계성 및 오기 수정, 평가결과에 따른 발전방향의 적절성(R&R, 수입구조 포트폴리오 연계) 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

□ 평가지원단(舊.평가멘토단)의 「질적 우수성 사전검토자료」 제공

○ 연구부문 '기술혁신' 유형*의 성과지표 및 그 외 질적인 사전검토가 필요한 지표에 대해 검토하여 평가단에 평가자료를 제공

* 「국가연구개발사업 표준 성과지표 4차」('14.12.)에서 정의한 '기술적 성과' 분야 중 '기술혁신' 유형에 해당하는 성과지표 (기술수준 등)

- 성과지표별 성과의 질적 우수성에 대해 관련 정책의 요구 수준이나 세계최고 기술수준, 기술 개발 방향 등 풍부한 근거를 객관적으로 비교·제시하여 평가의견의 전문성 보완
- KIST는 총 33개의 성과지표 중 27개, 기계연은 총 36개의 성과지표 중 35개, 화학연은 38개 성과지표 전체에 대해 질적 우수성 검토 실시

※ 평가지원단 검토보고서 중 약 44여 건의 내용이 평가의견에 활용

< (참고) 평가지원단 개요 >

□ 평가지원단 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

※ KIST 4명, 기계연 4명, 화학연 4명(각 기관별 검토가 필요한 지표 수에 따라 지원단 규모 설정)

◦ (경과) 실적보고서 제출('19.9.10.) → 평가지원단 O/T(9.11.~16.) → 검토자료 작성(9.16.~19.)

〈 평가지원단 운영절차 〉

평가 지원단 O/T	➡	실적보고서 및 증빙자료 검토	➡	'질적 우수성 검토보고서' 작성	➡	평가단 제공

< (예시) '질적 우수성 검토 보고서' >

대상기관 한국기계연구원

질적 우수성 검토 보고서

평가멘토단

□ (성과지표 1-2-1) 직물형 구조체 신축률 및 이온전도도

◦ 직물형 나노·마이크로 구조체를 롤 기반으로 제조하여 유연하고 신축성 있는 이차전지 구현은 기계연에서 처음으로 시도하는 기술임

◦ '19.8월까지 달성한 이온전도도 1.35×10^{-4}S/cm와 신축률 13.5%는 선도기관(미국, 로렌스 버클리 국립연구소)의 기술과 동등 또는 이상으로 판단됨

□ (성과지표 3-1-2) 동력시스템 NOx 배출량

◦ 완전 기화된 기체 암모니아를 촉매에 직접 분사하는 기술인 고체암모늄 선택적 촉매 환원법을 개발하여, 배출규제 EURO-6의 50% 수준인 배출량 0.21 g/kWh를 달성함

◦ 독일의 보쉬나 국내의 케피코에서 보유하고 있는 기술수준인 배출량 0.4 g/kWh의 50%를 상회하는 수준으로서 '22년 발효가 예상되는 EURO-7 규제를 만족할 수 있는 수준에 근접하는 기술수준임

□ 목표달성도 분석지원을 위한 외부전문기관의「목표달성도 사전검토자료」제공

○ 구체적인 증빙자료에 근거한 평가결과 도출을 위해 외부 전문기관이 사전 심층분석 실시*(9.11.~9.19.) 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 기관제시 (c)	실적 인정 (d)	① 지표별 인정 달성도 (e)	② 인정 목표달성도
시각지능기반 안면식별 기술 (표즈/조도/복합 (단위:%)) (최종형)	3	'17	학습DB 구축 및 인공지능 기반 인식 기 구현	• 학습용 안면 DB 구축 • 인공지능 기반 안면식별 기술 개발	최종	100%	64.49%
		'18	안면식별 정확도 평균 오차율 (8/6/10)	• 안면식별 정확도 평균 오차율(5.4/2.5/7.5)	최종		
		'19.8	안면식별 정확도 평균 오차율 (6/4.67/8)	• 안면식별 정확도 평균 오차율(2.9/0.94/3.7)	-		
		'19.12	안면식별 정확도 평균 오차율 (5/4/7)	-	-		
성격추정 기술 (Single/multi modality) (최종형)	2	'17	성격추정 기반기술 개발	• 사용자 성격 특징 추출 시스템 개발 • 성격 인식 모델 구축	최종	0%	
		'18	성격 인식률(50%/60%)	• 성격 인식률(80%/-%) ※제한적 신뢰범위, 시나리오 • 데이터 취득 및 취득 데이터에 대한 최귀분석 (최대 R2 = 0.8)	최종		
		'19.8	성격 인식률(66.67%/66.67%)	• 성격 인식률(72%/74%) ※실환경 성효작용	-		
		'19.12	성격 인식률(60%/70%)	-	-		
가변작업 대응 가능 모듈라 로봇 기술 (모듈라 조인트/ 모듈라 팔/이동부) (최종형)	2	'17	1종/3축/-	• 1종/3축/-	최종	75.71%	
		'18	3종/6축/-	• 3종/6축/-	최종		
		'19.8	3종/7축/투힙 타입 이동부	• 3종/7축/전방향 주행 모듈HW 제작	3/6/1		
		'19.12	3종/7축/투힙 타입 이동부	-	-		

① 지표별 달성도

□ 성격추정 기술(Single/multi modality)
○ 목표치 관련 검토
- 연구기관에서 '19.8월 월별목표를 최종목표와 동일하게 제시 하였으나, '19.8월 기준의 월별목표를 ①Single modality : 50+((60-50)x8/12)로 계산하여 56.67%으로 수정, ②multi modality : 60+((70-60)x8/12)로 계산하여 66.67%로 수정함
○ 차감 요인(b)
- 기관에서 제시한 '19.8월 실적에 대한 증빙이 연구노트로만 확인이 가능함에 따라 객관적인 검토가 필요함
○ 인정 성과(d=c-b)
- 연구노트로 증빙된 실적에 대해서는 객관적인 검토가 불가능함
○ 달성도(e) (※ 비율 : Single modality 0.2, multi modality 0.8)
- '19.4월 실적 / '19.4월 목표 x 100
  · Single modality : 0%, · Single modality : 0%
  · 총 달성도 : (0%×0.2)+(0%×0.8)=0%

□ 가변작업 대응 가능 모듈라 로봇 기술(모듈라 조인트/모듈라 팔/이동부)
○ 목표치 관련 검토
- 기관제시 목표와 동일
○ 차감 요인(b)
- 모듈라 팔 7축에 대한 객관적인 목표달성 여부를 확인할 수 없어, 확인 가능한 6축으로 수정
※ 실적증빙의 보고서 상에서는 '최대 7축 구성이 가능한'으로 가능성을 내포하고 있으나, 실현여부는 확인할 수 없음
- '19년 최종실적의 증빙으로 제시한 자료가 연구노트로 이루어져 있어 객관적인 검토가 필요함
○ 인정 성과(d=c-b)
- 모듈라 조인트 : 3종, 모듈라 팔 : 6축, 이동부 : -
○ 달성도(e) (※ 모듈라 조인트 : 0.5, 모듈라 팔 : 0.3, 이동부 0.2)
- '19.4월 실적 / '19.4월 목표 x 100
  · 모듈라 조인트 : 100%, 모듈라 팔 : 85.71%, 이동부 : 100%
  · 총 달성도 : (100%×0.5)+(85.71%×0.3)+(0%×0.2)=75.71%

(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

2019년 3차 종합평가 신뢰성 검증결과

▮ 성과목표 1-1 ▮ 차세대 반도체 선도 기술

추가 고려항목

○ 기타사항
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-1-2 '스핀저장소자 비트당 동작에너지 절감기술'의 증빙자료가 연구노트로만 제시되어 있어 객관적인 검토가 불가능함
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-1-3 '신경모사기반 인지학습 플랫폼 반도체기술'의 '19.8월 실적 증빙으로 제시한 자료로는 세부 목표(뉴런 105개, 시냅스/ 뉴런 100개)에 대한 객관적인 판단이 불가능함 ※ 과학·기술적 식과에 대해서는 단순 보도자료만으로는 객관적인 증빙을 할 수 없음

▮ 성과목표 1-2 ▮ 확장성 양자컴퓨팅 원천기술

추가 고려항목

○ 기타사항
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-2-1 '집적 양자컴퓨팅 큐빗소자(양자노드) 기술'의 '19년 실적 증빙으로 제시한 논문과 성과지표 1-2-2 '광자-원자 하이브리드 양자인터페이스 기술'의 '19년 실적 증빙으로 제시한 논문자료가 동일함에 따라 확인이 필요함
* High-fidelity spin and optical control of siigle silicon-vacancy centres in silicon carbide, Nat. Commun., 이설, 2019

▮ 성과목표 1-3 ▮ 지능형 센서시스템 원천기술

추가 고려항목

○ 기타사항
- (증빙 미제시) 성과지표 1-3-2 '고민감도 고선택성 미량 생화학 분자 센싱 기술'의 '19.8월 실적으로 제시한 '미량(수 ng/㎕ 수준)의 생화학 분자 검출'과 관련하여 기관에서 제시한 증빙자료로는 확인이 어려움

2019년 3차 종합평가 신뢰성 검증 결과

▮ 성과목표 1-2 ▮ 유연 소자용 나노·마이크로 롤 기반 제조 기술

추가 고려항목

○ 기타사항
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-2-1 '재질형 구조체 신축률 및 이온전도도(S/㎝)'의 증빙자료로는 객관적인 평가가 불가능함 (대부분 단순 그래프 및 사진으로 구성)
※ 기관에서 제시한 측정방법에 공인시험성적서를 증빙하지않고 하였으나, 확인이 불가능함
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-2-2 '롤 전사 효율(%)'에서 제시한 증빙자료로는 객관적인 평가가 불가능함 (대부분 단순 그래프 및 사진으로 구성)
※ 기관에서 제시한 측정방법에 공인시험성적서를 증빙하지않고 하였으나, 확인이 불가능함
- (증빙 미제시) 성과지표 1-2-3 '유연 OLED 생산 기술 (화소크기, 변재)'에서 제시한 증빙자료에서는 기관 성과로 제시한 실적의 객관적인 수치를 확인할 수 없음

▮ 성과목표 1-3 ▮ 핵심 기계설비 스마트 설계 기술

추가 고려항목

○ 기타사항
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-3-1 '확성 기계설비 설계용 S/W 개발 수'의 증빙자료로 제시한 표로는 객관적인 평가가 불가능함
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-3-2 'S/W 정확도(%)'의 증빙자료로 제시한 표로는 객관적인 평가가 불가능함
- (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-3-3 'S/W 활용 기업 수(온라인 플랫폼 활용 기업 수)'의 증빙자료로 제시한 표로는 객관적인 평가가 불가능함

▮ 성과목표 2-1 ▮ 3D 프린팅 기술

추가 고려항목

○ 기타사항

[한국화학연구원] 2019년 3차 종합평가 신뢰성 검증 결과

▮ 성과목표 1-1 ▮ 우수인력 양성 전략

○ (증빙 미제시) 성과지표 1-1-1 '우수연구인력 확보·양성' 의 '18년도 목표인 '우수연구인력 확보·육성프로그램 (KIRD연계) 계획 수립' 중 하나인 '육성프로그램(KIRD 연계) 계획 수립' 실적을 확인할 수 있는 증빙 미제시 (실적보고서 p.163, 증빙자료 pp.5~27)

○ (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-1-2 '연구지원인력 전문성 강화'는 '독립형' 유형으로 연도별 목표 달성 여부의 확인이 필요하나 '18년 목표인 '지원인력 역량 강화계획 수립' 실적에 대한 증빙자료로 '2019년 KRICT 교육훈련계획'을 제시하였고, '19년 실적인 '직무 전문성 강화를 위한 교육 참여(8건)' 도 증빙자료를 토대로 실적의 달성 연도를 명확히 확인하기 어려움 (실적보고서 p.163, 증빙자료 pp.28~34)

○ (증빙 미제시) 성과지표 1-1-3 '여성과학기술인 육성·지원' 의 '리더급 여성과기인 보직자 비율 15%'를 확인할 수 있는 '18년도 증빙 미제시 (실적보고서 p.163, 증빙자료 pp.36~37)

○ ▮ 성과목표 1-2 ▮ 연구몰입 환경 조성

○ (증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 1-2-1 '평가제도 질적 개선' 의 '19년도 목표는 '18년 개선된 평가제도 실행을 의미하나 현재 제시한 '19년도 실적에 대한 증빙자료를 토대로 명확한 전후 판계를 파악하기 어려움 (실적보고서 p.164, 증빙자료 pp.42~51)

○ (증빙 미제시) 성과지표 1-2-3 '안전관리 우수연구실 인증 확폭' 의 '19년도 실적을 확인할 수 있는 증빙 미제시 (실적보고서 p.164, 증빙자료 pp.67~69)

▮ 성과목표 2-2 ▮ 연구윤리 및 청렴성

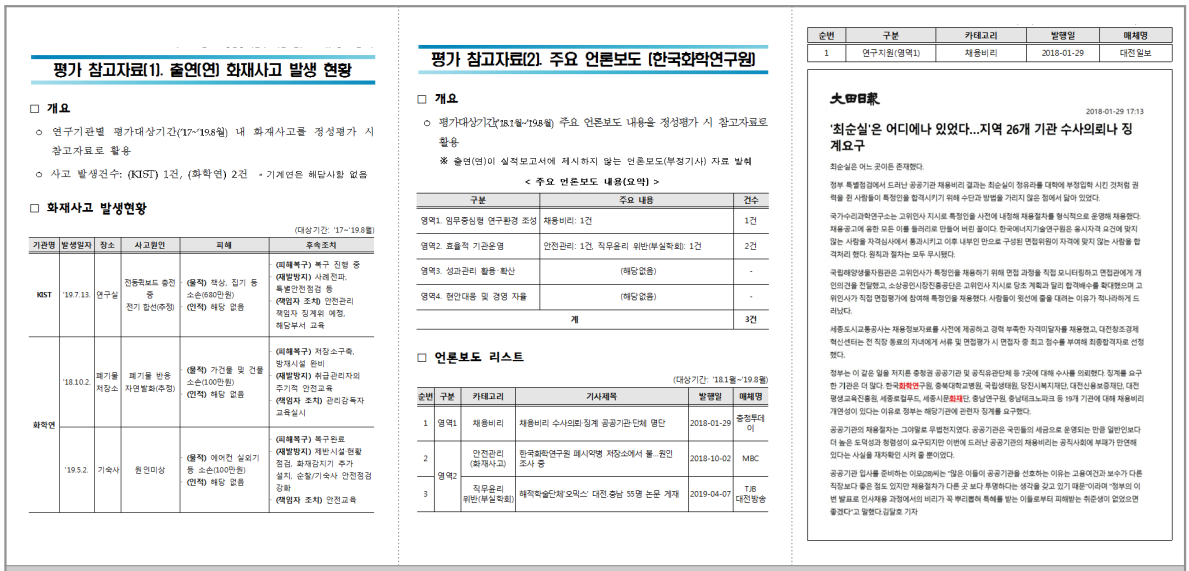
○ (증빙 미제시 / 증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 2-2-2 '감사체계 전파' 실적 증빙으로 '감사사례 전파 건수 전산 관리 현황'을 제시하였으나 '18년 89건, '19년 57건 중 일부 실적에 대한 증빙을 첨부한 것으로 판단되고, 증빙의 '문서번호와 발행일' 시점에 대한 명확한 이해가 어려움 (실적보고서 p.165, 증빙자료 p.100)

○ (증빙 미제시 / 증빙 신뢰성 미흡) 성과지표 2-2-3 '연구윤리 교육이수율' '18년 실적에 대한 증빙 미제시, '19년 실적에 대한 증빙은 제시하였으나 기관에서 제시한 5개 연구윤리 교육 프로그램 중 필수 역량 아키테미, 시청각 교육에 대한 연구윤리 교육 여부를 판단하기 어려움 (실적보고서 p.165, 증빙자료 pp.103~117)

(예시) 평가 증빙자료에 대한 신뢰성 검토자료

□ 평가 참고자료(안전사고, 언론기사 등) 제공

○ 연구기관별 평가대상기간('17~19.8월)의 안전사고(화재) 및 주요 언론보도 내용을 연구지원부문 정성평가 시 참고자료로 활용할 수 있도록 제공



평가 참고자료(1). 출연(연) 화재사고 발생 현황

□ 개요

○ 연구기관별 평가대상기간('17~'19.8월) 내 화재사고를 정성평가 시 참고자료로 활용

○ 사고 발생건수: (KIST) 1건, (화학연) 2건 - 기계연은 해당사항 없음

□ 화재사고 발생현황

(대상기간: '17~'19.8월)

기관명	발생일자	장소	사고원인	피해	주속조치
KIST	'19.7.13.	연구실	전동휘보드 충전 중 전기 합선(추정)	(물적) 책상, 집기 등 소손(680만원) (안적) 해당 없음	(재해복구) 복구 진행 중 (재발방지) 사례전파, 특별안전점검 등 (책임자 조치) 안전관리 책임자 징계위 예정, 해당부서 교육
화학연	'18.10.2.	폐기물 저장소	폐기물 반응 자연발화(추정)	(물적) 가건물 및 건물 소손(100만원) (안적) 해당 없음	(재해복구) 저장소구축, 방재시설 완비 (재발방지) 취급관리자의 주기적 안전교육 (책임자 조치) 관리감독자 교육실시
	'19.5.2.	기숙사	원인미상	(물적) 에어컨 실외기 등 소손(100만원) (안적) 해당 없음	(재해복구) 복구완료 (재발방지) 재반시설 현황 점검, 화재감지기 추가 설치, 순찰/기숙사 안전점검 강화 (책임자 조치) 안전교육

평가 참고자료(2). 주요 언론보도 (한국화학연구원)

□ 개요

○ 평가대상기간('18.1월~'19.8월) 주요 언론보도 내용을 정성평가 시 참고자료로 활용

※ 출연(연)이 실적보고서에 제시하지 않는 언론보도(부정기사) 자료 발췌

< 주요 언론보도 내용(요약) >

구분	주요 내용	건수
영역1. 임무중심형 연구환경 조성	채용비리: 1건	1건
영역2. 효율적 기관운영	안전관리: 1건, 직무윤리 위반(부실학회): 1건	2건
영역3. 성과관리 활용·확산	(해당없음)	-
영역4. 현안대응 및 경영 자율	(해당없음)	-
계		3건

□ 언론보도 리스트

(대상기간: '18.1월~'19.8월)

순번	구분	카테고리	기사제목	발행일	매체명
1	영역1	채용비리	채용비리 수사의뢰·징계 공공기관·단체 명단	2018-01-29	중정투데이
2	영역2	안전관리 (화재사고)	한국화학연구원 폐시약병 저장소에서 불…원인 조사 중	2018-10-02	MBC
3		직무윤리 위반(부실학회)	해적학술단체 오믹스' 대전 충남 55명 논문 게재	2019-04-07	TJB 대전방송

순번	구분	카테고리	발행일	매체명
1	연구지원(영역1)	채용비리	2018-01-29	대전일보

大田日報

2018-01-29 17:13

'최순실'은 어디에나 있었다...지역 26개 기관 수사의뢰나 징계요구

최순실은 어느 곳이든 존재했다.

정부 특별점검에서 드러난 공공기관 채용비리 결과는 최순실이 정유라를 대학에 부정입학 시킨 것처럼 권력을 쥔 사람들이 특정인을 합격시키기 위해 수단과 방법을 가리지 않은 정에서 달아 있었다.

국가수리과학연구소는 고위인사 지시로 특정인을 사전에 내정해 채용절차를 형식적으로 운영해 채용했다. 채용공고에 응한 모든 이를 들러리로 만들어 버린 꼴이다. 한국에너지기술연구원은 유사자격 요건에 맞지 않는 사람을 자격심사에서 통과시키고 이후 내부인 만으로 구성된 면접위원이 자격에 맞지 않는 사람을 합격처리 했다. 원칙과 절차는 모두 무시됐다.

국립해양생물자원관은 고위인사가 특정인을 채용하기 위해 면접 과정을 직접 모니터링하고 면접관에게 개인의견을 전달했고, 소상공인시장진흥공단은 고위인사 지시로 당초 계획과 달리 합격배수를 확대했으며 고위인사가 직접 면접평가에 참여해 특정인을 채용했다. 사람들이 윗선에 줄을 대려는 이유가 적나라하게 드러났다.

세종도시교통공사는 채용정보자료를 사전에 제공하고 경력 부족한 자격미달자를 채용했고, 대전창조경제혁신센터는 전 직장 동료의 자녀에게 서류 및 면접평가 시 면접자 중 최고 점수를 부여해 최종합격자로 선정했다.

정부는 이 같은 일을 저지른 중앙공공기관 및 공직유관단체 등 7곳에 대해 수사를 의뢰했다. 징계를 요구한 기관은 더 많다. 한국화학연구원, 충북대학교병원, 국립생태원, 당진시복지재단, 대전신용보증재단, 대전평생교육진흥원, 세종로컬푸드, 세종시문화재단, 충남테크노파크 등 19개 기관에 대해 채용비리 개연성이 있다는 이유로 정부는 해당기관에 관련자 징계를 요구했다.

공공기관의 채용절차는 그야말로 무법천지였다. 공공기관은 국민들의 세금으로 운영되는 만큼 일반인보다 더 높은 도덕성과 청렴성이 요구되지만 이번에 드러난 공공기관의 채용비리는 공직사회에 부패가 만연해 있다는 사실을 재차확인 시켜 줄 뿐이었다.

공공기관 입사를 준비하는 이모(28)씨는 "많은 이들이 공공기관을 선호하는 이유는 고용여건과 보수가 다른 직장보다 좋은 점도 있지만 채용절차가 다른 곳 보다 투명하다는 생각을 갖고 있기 때문이라며 "정부의 이번 발표로 인사채용 과정에서의 비리가 꼭 뿌리뽑혀 특혜를 받는 이들로부터 피해받는 취준생이 없었으면 좋겠다"고 말했다.김달호 기자

(예시) 평가 참고(안전사고, 언론기사 등) 자료

□ 평가지원단(舊.평가멘토단) 명단

평가대상기관	성명	소속 및 직위	구분
한국과학기술연구원	김진태	칩스앤미디어 팀장	산
	서광균	티로보틱스 선임연구원	산
	전종기	공주대학교 화학공학과 교수	학
	최영식	한국뇌연구원 책임연구원	연
한국기계연구원	김인종	국방과학연구소 선임연구원	연
	양승한	경북대학교 기계공학부 교수	학
	이진욱	고등기술연구원 수석연구원	연
	임동원	수원대학교 산업및기계공학부 조교수	학
한국화학연구원	민경훈	중앙대학교 약학대학 부교수	학
	손성욱	성균관대학교 화학과 교수	학
	이성광	한남대학교 화학과 교수	학
	전종기	공주대학교 화학공학과 교수	학

부록 2. 2019년도 2차 종합평가 지적사항 이행내역

□ 직전 상위평가 결과(2019년도 2차) 시정조치 이행 실적

▮ (세계김치연구소) 자체평가 운영·결과의 적절성 ▮

1) 자체평가 결과의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[정성평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분, 불명확함 – [3-2, p73] '타기관에서 보유하지 못한 21종의 김치 유래 미생물을 김치연에서 독자적으로 보유하고 있다는 내용'과 '기관에서 성과로 제시한 21종 중 일부를 KCTC에서 보유하고 있다는 내용'은 상반되므로 보고서 내용의 일관성이 미흡함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※ 해당의견 수정(p.75 참고)	'19.10월	

2) 기관발전방향 제시의 충실성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[문제점·이슈 발굴의 충실성] • 전략·성과목표별로 세부 운영적인 문제점·이슈 위주로 발굴하였을 뿐, 기관 R&R 관점에서의 구조적인 문제점·이슈에 대한 종합적·체계적인 발굴이 미흡함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.41 참고)	'19.10월	
2	[문제점·이슈 발굴의 충실성] • 전반적인 김치 유산균의 기능성연구, 김치의 고부가 가치 가공 기술 개발, 김치 유산균의 기능성 연구과정에 효능구명 등 개괄적인 발전방향이 제시되었으나 김치가 가지고 있는 식품으로서의 역할에 중점을 둔 지속적인 연구와 관련한 구체적인 발전방향 제시가 미흡함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.41 참고)	'19.10월	

3) 자체평가 운영의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[평가 운영의 적절성] • 평가위원들의 역할 분담과 권한에 대한 내용이 기재되어 있지 않아, 자체 평가위원회 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.140 참고)	'19.10월	
2	[평가 운영의 적절성] • '평가 멘토단'에 대한 정보가 기재되어 있지 않아, 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.149 참고)	'19.10월	

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
3	[평가조치 이행 실적] • 기획평가위원회의 자문기능에 대한 소명은 인정되나 자체평가위원회 독립성을 보장하기 위하여 기획평가위원회 역할 및 자문범위에 대하여 명확히 제시 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.145~146 참고)	'19.10월	

4) 평가보고서의 이해 용이성 : 해당사항 없음

▮ (한국에너지기술연구원) 자체평가 운영·결과의 적절성 ▮

1) 자체평가 결과의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[목표달성도 산정의 적절성] • 목표달성도 산정의 오기 및 오류가 존재함 - [3-3, p114] 연구지원부문에 있어서 기관제시 실적이 오기재(86 → 6건)됨	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.114 참고)	'19.10월	
2	[목표달성도 산정의 적절성] • 점수 인정의 범위가 불명확함 - [1-2, p56] ESS용 레독스 플로우 이차전지의 경우 활물질 용량(Ah/L)과 전압(V)의 곱인 에너지 밀도(Wh/L)가 실질적으로 중요한 인자인 것은 인정되나 활물질 용량만을 성과지표로 하여 목표 달성도를 100%로 인정한 것에 대한 설명이 필요함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.58 참고)	'19.10월	
3	[목표달성도 산정의 적절성] • 점수 인정의 범위가 불명확함 - [2-1, p67] 유기 하이브리드 페로브스카이트 태양전지의 주요성능지표인 효율안정성에 대한 평가가 최근 보고서를 기준으로 이루어져야 함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.67 참고)	'19.10월	
4	[정성평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분, 불명확함 - [1-1, p53] 스팀플랜트의 목표 불명확 지적과 미래형 초임계 co_2발전기에 대한 최종목표달성 어려움 지적 등 중요 지표에 대한 부정적 평가에도 B등급을 부여함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.53 참고)	'19.10월	
5	[정성평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분, 불명확함 - [1-1, p54] 초고온 스팀 생산 온도 관련 연구가 시의적절하며, 국산화 노력을 높이 평가한 부분에 대한 근거 제시가 불충분함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.54 참고)	'19.10월	
6	[정성평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분, 불명확함 - [3-1, p79] 우수한 촉매활성, 높은 LAO 생산성관련 논문 2편 게재 및 기술이전 3건의 성과에 대하여 타 출연기관과의 비교자료가 부족하여 상대적인 우수성 수준을 가늠하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.79 참고)	'19.10월	

2) 기관발전방향 제시의 충실성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[문제점·이슈 발굴의 충실성] • 기관의 비전 실현을 위한 연구성과계획 마련과 전문가 심의위원회를 통한 절차적 타당성 확인 및 기술개발 방향 전환 등은 제시되었으나, 성과 확산이란 측면에서의 산업화와 공공적 가치 제고에 대한 현안 제시 미흡	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.32 참고)	'19.10월	
2	[문제점·이슈 발굴의 충실성] • 국가적 산업적 연구개발 수요에 부응하는 기관의 연구기획 역량 강화방안 제시 미흡	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.38 참고)	'19.10월	
3	[문제점·이슈 발굴의 충실성] • [p36-38] 현재 제시된 내용과 형식을 바탕으로 할 때 문제점이나 이슈 발굴에 대한 자체 논의와 고민이 다소 결여된 것으로 판단됨 - 현재 대한민국에서 가장 필요로 하는 에너지기술에 대해 중요성, 시급성, 실현성 등을 기준으로 하여 우선순위를 정하고 에너지기술연구원의 역량을 고려하여 자체 개발할 수 있는 부분을 제시하는 것이 필요함 - 그럼에도 불구하고, 자체평가보고서에서는 단순히 에너지기술연구원 입장에서 문제점을 제시하고, 에너지기술연구원의 가치를 향상하기 위한 이슈 발굴에 초점을 둔 경향이 있음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.38 참고)	'19.10월	
4	[기관발전방향 제시의 구체성·충실성] • 기관의 전략목표에 따른 중장기 목표 제시가 미흡하고 구체적이지 않음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.33 참고)	'19.10월	
5	[기관발전방향 제시의 구체성·충실성] • 기관의 자체 연구기획 역량 강화에 대한 구체적인 개선안이나 방향이 제시되지 않음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.38 참고)	'19.10월	
6	[기관발전방향 제시의 구체성·충실성] • [p36-38] 에기연은 기관의 미션을 재정립하고 수요기업에 친화적인 연구과제 기획프로세스를 도입하였고, 과제관리의 효율화를 도모하고 있다고 설명하였으나 이에 대한 구체적 내용을 제시하지 않았음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.38 참고)	'19.10월	
7	[기관발전방향 제시의 구체성·충실성] • [p36-38] 에너지기술은 국제적으로 경쟁적 기술개발, 국가 간 기술이전이 활발한 분야라고 명시하고 국제공동연구 및 기술사업화를 적극 추진할 필요가 있다고 명시하였으나, 이는 에기연 고유의 특성과 미래지향적 목표가 반영되지 않은 일반적인 내용임	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.38 참고)		

3) 자체평가 결과의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[평가 운영의 적절성] • 평가위원들의 역할 분담과 권한에 대한 내용이 기재되어 있지 않아, 자체 평가위원회 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.160 참고)	'19.10월	
2	[평가 운영의 적절성] • '평가 멘토단'에 대한 정보가 기재되어 있지 않아, 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.169 참고)	'19.10월	
3	[평가조치 이행 실적] • 기획평가위원회의 자문기능에 대한 소명은 인정되나 자체평가위원회 독립성을 보장하기 위하여 기획평가위원회 역할 및 자문범위에 대하여 명확히 제시 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.165~166 참고)	'19.10월	

▮ (한국생산기술연구원) 자체평가 운영·결과의 적절성 ▮

1) 자체평가 결과의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[목표달성도 산정의 적절성] • 목표달성도 산정의 오기 및 오류가 존재함 - [1-1, p49] '적층형 정형가공용 분말 유동도' 지표에서 '18년도 실적이 34.72(99.41)이 아닌 27.4(99.5)로 오기됨(연구기관 이의 신청 증빙 p2)	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.49 참고)	'19.10월	
2	[목표달성도 산정의 적절성] • 목표달성도 산정의 오기 및 오류가 존재함 - [2-3, p69] '에너지 사용량'652.8kg → 500kg 감소량 23.4%로 산출되어야 하나24.7%로 산출됨. 이에 인정되는 실적은 71.65이고, 달성도는 94.5%임으로 성과 목표 달성도는 97.8%로 수정되어야 함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.29, 30, 37, 38, 47, 48, 69, 70 참고)	'19.10월	
3	[목표달성도 산정의 적절성] • 목표달성도 산정의 오기 및 오류가 존재함 - [5-1, p100], '시설장비 사용 수입료' 19년 실적 산출식에 오류 발생 (1,855 → 1,885, 103.06% → 104.72%)	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.100 참고)	'19.10월	
4	[정성평가 의견의 객관성·논리성] • 평가의 오류가 존재함 - [2-1, p63] 정성 평가에서 목표의 도전성·혁신성으로 평가되어야 하나 목표 달성 과정의 적절성으로 평가하였으며, 도전성·혁신성에 대한 판단 근거를 제시하지 않음	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.63 참고)	'19.10월	

2) 기관발전방향 제시의 충실성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[문제점·이슈 발굴의 충실성] • 성과목표와 영역별로 발굴된 문제점 및 주요 이슈는 기술적인, 운영적인 관점에서의 세부 의견이라고 볼 수 있어 미흡함 - 심도 있는 문제 인식보다는 달성도가 미흡한 점을 극복하기 위한 세부 실행 방법이라고 보여짐	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.32~35 참고)	'19.10월	
2	[기관발전방향 제시의 구체성·충실성] • 전사적 차원에서의 전략적인 문제점에 근거한 문제 인식이 부족하며 자체평가 과정에서 기관차원의 발전방향을 정리하는데 현저히 미흡함 - 각 성과목표별, 영역별 제시된 이슈를 기관의 비전 및 전략(실적보고서 p6-7)과 연계하여 발전방향을 제시하는 것이 필요함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.32~35 참고)	'19.10월	

3) 자체평가 운영의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[평가 운영의 적절성] • 평가위원들의 역할 분담과 권한에 대한 내용이 기재되어 있지 않아, 자체 평가위원회 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.170 참고)	'19.10월	
2	[평가 운영의 적절성] • '평가 멘토단'에 대한 정보가 기재되어 있지 않아, 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.179 참고)	'19.10월	
3	[평가조치 이행 실적] • 기획평가위원회의 자문기능에 대한 소명은 인정되나 자체평가위원회 독립성을 보장하기 위하여 기획평가위원회 역할 및 자문범위에 대하여 명확히 제시 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.175~176 참고)	'19.10월	

4) 평가보고서의 이해 용이성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[평가보고서의 이해 용이성] • 편집 체계에 오류 및 오탈자가 존재함 - [1-3, p59] 전문가 정성평가 표에서 목표의 도전성·혁신성이 아닌 목표 달성 과정의 적절성으로 오기됨 - [3-1, p73] 전문가 정성평가 표에서 목표 달성 과정의 적절성이 아닌 목표의 도전성·혁신성으로 오기됨	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.59, 73 참고)	'19.10월	

▮ (한국표준과학연구원) 자체평가 운영·결과의 적절성 ▮

1) 자체평가 결과의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[목표달성도 산정의 적절성] • 목표달성도 산정의 오기가 존재함 - [2-3, p75] '식품 중 극미량 유해물질/영양성분 CRM 개발(건)' 성과지표 달성도 산정 계산 식 '17년 : 3/3×100=30% → 100%로 오타 수정 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.75 참고)	'19.10월	
2	[목표달성도 산정의 적절성] • 목표달성도 산정의 근거와 점수인정이 적절치 않음 - [2-1, p64-65] 성과지표별 목표치의 정량화에 대한 정확한 정의가 부족함에도 현장평가 시 추가자료를 통해 확인하고 기관 제시 실적을 인정하는 것은 평가방법 구체성 측면에서 미흡함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.68 참고)	'19.10월	
3	[목표달성도 산정의 적절성] • 점수 인정범위가 불명확함 - [1-2, p56] "세계최고수준 극미량 화학 표준 확립(건수)' 성과지표에 대하여 측정표준분야의 일반 SCI(E) 논문게재(1건)를 30%의 실적으로 인정하였으나 자체평가에서 제시한 해당 성과 측정 방식(상위 10% 논문 100%, 상위 20% 논문 50%, SCI(E) 논문 30%로 산정)이 사전에 계획서에 미제시됨 (기관의 성과는 인정)	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.58 참고)	'19.10월	
4	[목표달성도 산정의 적절성] • 점수 인정범위가 불명확함 - [1-3, p60] '극한 힘측정을 위한 양자기저상태 실현(열점유수)' 성과지표에 대하여 측정방법상의 목표인 상위 10% 논문 2.33편 게재에 대해 실적으로 제시한 일반 SCI급 논문 1편을 0.3편의 실적으로 인정한다고 하였으나 0.3편으로 산정한 것에 대한 객관적 근거가 부족함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.29, 30, 36, 37, 47, 48, 59, 60 참고)	'19.10월	
5	[정성 평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분 불명확함 - [1-1, p49-51] 'QMT 실현을 통한 옴의 법칙 검증' 단전자 펌프의 양자 표준전류 소자에의 적용을 위한 외부 변수에 대한 안정도 평가 및 고저항 양자홀저항 어레이 소자의 양자역학적 불변성 검증 등 피평가기관 주요 연구성과의 우수성과 관련하여, 성과의 도전성 등이 인정되고 최상위 세계적 연구기관의 성과물과 비교할 때 의미있는 수준의 기술적 격차가 존재하는 것으로 파악되나, 세계 최초의 all quantum QMT 실현을 구현하였다는 정성평가에 대한 객관성이 미흡함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.50 참고)		

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
6	[정성 평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분 불명확함 - [3-2, p85] 해당 기술은 기후변화대응, 국가인프라 측정기술 개발에 주요부분이며, CRM(인증표준물질) 개발이 이루어지고 있고 복사율 측정범위로 미국, 독일과 비교하여 넓은 대역에서 측정이 가능함을 확인한 점에 대해서는 주요 기술에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다고 판단되나, 측정시 불확도 관련 능력에 관한 의견 제시가 필요함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.85 참고)		
7	[정성 평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분 불명확함 - [3-2, p86] 성과지표 '중적외선 복사율 측정 기술'에 3건의 우수논문 성과가 제시되어 있는데, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing (IF 1.661)에 게재된 논문 1건은 순위 영향력 지수가 50 이하로 우수 논문으로 분류하는 것은 타당하지 않음 (실적보고서 p95)	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.86 참고)		
8	[정성 평가 의견의 객관성·논리성] • 정성평가 의견의 근거가 불충분 불명확함 - [3-3, p89] '전자파 방호 효과 측정 분야'의 우수논문 성과로 명시한 논문 1건(Applied Optice)은 IF 1.791의 평균 수준의 저널이므로 우수 성과로 인정하기 어려움 (실적보고서 p.104)	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.89참고)		

2) 기관발전방향 제시의 충실성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[문제점·이슈 발굴의 충실성] • 피평가기관의 성과관리 활용·확산의 실질적인 개선 및 발전을 위한 수요자 파악의 다양화와 구체화 필요함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.125 참고)	'19.10월	
2	[기관발전방향 제시의 구체성·충실성] • 피평가기관의 성과목표의 목표달성 검증 및 측정방법이 논문 및 저널게재(1-1, 1-2, 1-3, 2-1, 2-3, 3-1, 4-1, 4-2, 4-3)로 되어있어 향후 다양한 목표달성 검증 방안 제시가 필요하며, 국책연구기관인 표준연의 기능을 고려한 기관 차원의 구체적인 전략 수정이나 보완 등 향후 기관발전을 위한 기관의 역할과 방향에 대한 구체적인 제시가 미흡함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.31, 33~35 참고)	'19.10월	
3	[기관발전방향 제시의 구체성·충실성] • 기관의 목표달성을 위해 광학, 기계공학, 전자공학 분야 전문가들의 협업이 필요한 부분에 대해 인원충원을 통해 연구진 보강한 점이 적절하다고 제시하였으나, 여러 전문분야의 기타 국책연구기관 및 기업연구소 등과의 협업을 통해 성과의 질을 향상시키는 등의 다양한 방안 제시가 필요함	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.53 참고)		

3) 자체평가 운영의 적절성

번호	평가 의견	이행 계획		비 고
		주요 내용	완료 시기	
1	[평가 운영의 적절성] • 평가위원들의 역할 분담과 권한에 대한 내용이 기재되어 있지 않아, 자체 평가위원회 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.164 참고)	'19.10월	
2	[평가 운영의 적절성] • '평가 멘토단'에 대한 정보가 기재되어 있지 않아, 구성의 적절성을 평가하기 어려움	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.173 참고)	'19.10월	
3	[평가조치 이행 실적] • 기획평가위원회의 자문기능에 대한 소명은 인정되나 자체평가위원회 독립성을 보장하기 위하여 기획평가위원회 역할 및 자문범위에 대하여 명확히 제시 필요	• 상위평가의견을 반영하여 평가보고서 수정·보완 ※해당의견 수정(p.169~170 참고)	'19.10월	

부록 3. 정책제언

□ 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 기관평가가 '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 기관평가의 가점 항목으로 하는 것이 타당한가에 대한 검토가 필요**함

  * 계량측정의 날(매년 10.26.), 원자력 안전 및 진흥의 날(매년 12.27.) 등

- 또한 개인에 대한 정부포상을 가점으로 하는 것은 인력 규모가 작은 기관에 불이익이 될 수 있는 점을 고려하여 가점 항목별 기준의 적절성에 대한 검토가 필요함

□ 연구 성과의 객관적 증빙자료 범위에 대한 구체적 명시 필요

○ 자체평가 결과에 대한 상위평가 시 '목표달성도 산정의 적절성'을 평가하고 있으나, 종합평가 지침에 연구성과 인정기준에 대한 내용은 논문 게재, 특허 등록, 기술료만 명시되어 있음

- 연구분야 특성 상 평가 대상기간* 내에 기 명시된 연구성과를 도출하는 것이 불가능할 수 있으며, 이로 인해 자체평가 시 평가위원과 피평가기관 간 뿐만 아니라 자체평가 위원과 상위평가 위원 간에도 달성도 산정 근거 및 기준에 대한 이견이 발생할 수 있음

  * 일반적으로 2년반이며, 기관장 중도 사임 시 약 1년~2년 정도의 수준임

- 이러한 점을 고려해 **평가 지침에 목표달성도 산정 근거가 되는 연구성과 범위를 구체적으로 명시***하여 피평가기관의 증빙자료 제출 어려움, 자체평가 위원과 상위평가 위원 간 달성도 산정 근거에 대한 이견 발생 등의 문제점을 해소할 필요가 있음

  * 논문 게재(학회발표 포함), 특허 등록, 기술료 계약 외에 시험인증서, 과제평가보고서, 외부발표자료, 이메일 등 실적에 대한 내용 확인이 가능한 공식적인 자료

□ 상위평가 방식 변경 필요(점수화 폐지)

○ 현재 상위평가 방식은 자체평가 절차·방법 및 결과 등에 대한 평가결과를 점수화 하여 등급(적절, 부적절)을 부여하는 방식으로 시행 중

- '14년부터 시행된 임무중심형 평가가 안정기에 접어들었으며, 기관평가 제도 개편에 따른 기관운영·연구사업 평가 방법의 사전기획 필요성* 등을 고려하여 상위평가는 **자체평가 결과의 오류 정정, 내용 보완 등 관점에서 시행**할 필요가 있음**(점수화 폐지)**

  * 기관운영·연구사업 평가 모두 성과목표 단위의 100% 정성평가 방식으로 시행될 예정이므로 평가 방법 및 절차 등을 조기에 기획하여 평가 시행 시 연구현장의 혼란을 사전에 방지할 필요가 있음

□ 전문가 정성평가의 등급별 가중치 조정 필요

○ 신규 기관평가 제도(연구사업 및 기관운영 평가)는 목표달성도에 대한 고려 없이 전문가 정성평가만으로 이루어짐에 따라, 평가등급 간 가중치 차이가 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 A등급을 받는 경우에 최종 평가점수는 75점으로 현재 5등급 기준에서 '보통'에 해당하며, 모든 성과목표에서 B등급을 받는 경우에는 '매우미흡'에 해당하게 됨

- 따라서 **개별 성과목표의 평가등급과 최종 평가점수·등급 간 일관성 확보**를 위해 전문가 정성평가의 등급별 가중치가 조정될 필요가 있음

□ 기관운영·연구사업계획에 대한 상위점검 방식 변경 필요

○ 현재 상위점검은 자체점검 결과의 적절성 점검 방식으로 진행되고 있어 최종 점검결과 도출 시까지 약 2개월이 소요됨

- **연구사업계획 및 기관운영계획 점검은 연구기관의 계획이 충실하게 작성되도록 하는 것이 목적**임을 고려하여,
- 상위점검 방식을 자체점검 결과의 적절성 점검보다는 **연구기관에서 제시한 계획에 정부의 정책 방향이 충실히 반영되어 있는가를 점검하는 '정책점검' 방식으로 전환 필요**

부록 4. 한국화학연구원 종합평가 평가위원 명단

구분	성명	소속 및 직위	구분	비고
평가단장	곽노성	한양대학교 과학기술정책학과 특임교수	학	• (現)기획평가위원
연구부문	김수현	영남대학교 신소재공학부 교수	학	• 책임평가위원 (연구성과계획 점검 참여)
	김영조	충북대학교 화학과 교수	학	• 책임평가위원 ('18 주요사업 평가위원)
	김용애	한국외국어대학교 화학과 교수	학	• 책임평가위원 (연구성과계획 점검 참여)
	김원배	포항공과대학교 화학공학과 교수	학	
	김진국	한양대학교 화학공학과 교수	학	
	서영종	㈜롯데케미칼 고문	산	• 책임평가위원 ('17, '18 주요사업 평가위원)
	송효학	GS칼텍스 부장	산	• 책임평가위원 (연구성과계획 점검, '17년 1차 종합평가 참여)
	오영수	㈜레고켐 연구소장	산	
	정성욱	포항산업과학연구원 화학분석섹션장	연	• 책임평가위원 (연구성과계획 점검, '17년 1차 종합평가 참여)
	조현남	㈜피이솔브 대표	산	• 책임평가위원 ('18 주요사업 평가위원)
	태원필	울산테크노파크 수석연구원	산	
연구지원부문	김승혁	㈜인터젠컨설팅 대표이사	산	• 책임평가위원 ('19년 2차, '18년 2차 종합평가 참여)
	양승우	STEPI 혁신시스템연구본부장	연	• 책임평가위원 (기계연·화학연 연구성과계획 점검 참여)
	장세찬	한국산업기술평가관리원 수석	연	• 책임평가위원 ('17년 1차 종합평가 참여)
	정양헌	KAIST 기술경영학부 교수	학	• 책임평가위원 (KIST 연구성과계획 점검, '18년 2차 종합평가 참여)

부록 5. 용어정리

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
강인화제	-	• 에폭시 폴리머의 취성(깨지기 쉬운 성질)을 개선하기 위한 충격 보강소재
객담	-	• 기관지나 폐에서 유래되는 분비물
경질올레핀	-	• 나프타 분해로 얻어지는 에틸렌 프로필렌 부텐으로 경질 올레핀은 합성수지, 합성고무, 알코올 등과 같은 다양한 화학제품 제조에 필수인 석유화학 산업 기초 원료
경화	-	• 액체가 수화·산화·중합 등의 화학 변화 또는 건조 등의 물리 변화에 의해서 유동성을 잃어 강성이나 강도가 증가해 가는 과정
경화온도	-	• 수지나 접착제 따위의 결합제가 단단하게 굳어지는 온도
공융용매	Deep Eutectic Solvent, DES	• 두 종류의 성분이 혼합되어 각 성분보다 더 낮은 녹는점을 갖는 공융 혼합물
그래핀	Graphene	• 탄소원자들이 벌집 모양으로 얽혀 있는 얇은 막 형태의 나노 소재
그린탄소	-	• 동·식물로부터 유래한 유기물질로서 에너지 및 물질의 재활용 원료로 사용가능한 물질
글로코스	Glucose	• 포도당으로 불리는 물질로 주로 식물 또는 해조류에서 광합성을 통해서 합성됨
나노프로브	nano probe	• 세포와 결합하여 영상신호를 내는 나노크기의 물질로 생체 내 세포의 움직임을 관찰하기 위한 신호를 제공
나피온	Nafion	• 테트라 플루오르 에틸렌 골격에 설폰산 기를 가지는 퍼플루오르 바이닐 이써가 도입된 구조
납사/메탄올 하이브리드 촉매분해 기술	Naphtha & Methanol To Olefins, NMTO	• 납사와 메탄올 혼합원료를 촉매를 이용하여 올레핀을 생산하는 기술
납사촉매분해기술	K-COTTM	• 납사(Naphtha : 끓는점 범위가 30도에서 130도 사이에 해당되는 탄화수소)를 고체산 촉매와 접촉 분해하여 올레핀을 생산하는 기술 (K-COTTM : KBR사의 상용공정)
단량체	-	• 고분자화합물 또는 화합체를 구성하는 단위가 되는 분자량이 작은 물질
롤투롤 코팅공정	Roll-to-roll processing	• 여러 개의 휘어질 수 있는 플라스틱이나 금속박에서 전자기기를 만드는 것
리튬공기전지	-	• 음극으로 리튬을 사용하고, 양극(공기극)은 활물질로 공기 중의 산소를 이용하는 전지 시스템
매크로기공	Macropore	• 크기가 50 nm 이상인 기공
바나듐 레독스 흐름전지	-	• 바나듐 수용액을 양극과 음극 전해질로 사용하고 이들의 산화 환원 반응을 통해 충방전하는 2차 전지
박막복합막	Thin-film composite membrane	• 정수 또는 물 담수화 시스템에 사용하기 위해 제조 된 반투과성 막 (다공성 친수화 고내화학성의 폴리에틸렌 지지체 위에 나노미터 수준의 얇은 활성층으로 구분)
방향족	Aromatic	• 벤젠핵을 가진 탄소고리화합물

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
밴드갭	Band gap	• 반도체, 절연체의 띠 구조에서 전자에 점유된 가장 높은 에너지띠의 맨위부터 가장 낮은 공간 띠의 바닥까지 사이의 에너지 준위나 그 에너지 차이
부생가스	-	• 제품 생산 공정에서 필요로 하는 화학 원료 외에 부산물로 발생하는 가스
분리막	Separation Membrane	• 혼합물로부터 선택적으로 특정성분을 분리할 수 있는 물리적 경계층(barrier)
선도물질	Lead compound	• 후보물질의 전 단계로 약리작용이 우수하고 부작용이 적다고 판단될 경우 후보물질로 등록됨
어쥬번트	-	• 항원에 대한 면역세포의 반응을 강화시키거나 면역반응을 특정방향으로 조절하는 기능을 가짐
에폭시	Epoxy	• 열경화성 플라스틱의 하나로 물과 날씨 변화에 잘 견디고, 빨리 굳으며, 접착력이 강함
에폭시기	Epoxy group	• 탄소사슬 중의 두 탄소 원자, 혹은 탄소 고리 중의 두 탄소원자에 직접 결합하여 다리 형태로 되어 있는 1개 산소원자를 이가의 치환기로서 접두어로 명명할 때의 명칭
엔테로바이러스	-	• 장바이러스'라고도 불리며 장염을 일으키거나 수족구병과 헤르판지나(포진성 구협염)을 일으키는 원인
이액형	-	• 두개의 액으로 이루어진 중합원료로 분리되어 있으면 반응이 일어나지 않으나, 서로 만나 완전히 혼합되어야 원하는 물질이 생성되는 형태
이차전지	-	• 화학적 에너지를 전기적 에너지로 변환시켜 외부의 회로에 전원을 공급하기도 하고, 방전되었을 때 외부의 전원을 공급받아 전기적 에너지를 화학적 에너지로 바꾸어 전기를 저장할 수 있는 전지
이황화물	-	• 일반적으로 음성 성분으로서 S2를 함유하는 것
임상	-	• 신약이나 식품, 의료기기, 새로운 시술법 등의 안전성과 유효성을 증명할 목적으로 사람을 대상으로 실시하는 시험
전임상	-	• 새로 개발한 신약후보물질을 사람에게 사용하기 전에 동물에게 사용하여 부작용이나 독성, 효과 등을 알아보는 시험
제논-아크 내후성 시험기	Xenon-arc weathering tester	• 태양 자외선에 의한 화학소재의 경시 열화를 시험하는 제논 가스 방전 램프 방식의 내후성 시험장치
제브라피시	Zebra Fish	• 잉어과에 속하는 열대어. 인간의 유전자 및 조직과 유사한 구조를 지니고 있어 신약이나 바이오제품의 안전성 평가에 물고기인 '제브라피쉬(Zebrafish)'를 활용함
중공사막	Hollow-Fiber Membrane	• 중공 섬유 형태의 반투과성 장벽 을 함유하는 인공 막
중질분유	-	• API(American Petroleum Institute, API도=141.5/원유의 비중) 24이하로 아스팔텐, 황, 질소 및 니켈, 바나듐과 같은 금속의 함량이 높아 처리가 어려운 유분
카다베린	-	• 동물 조직의 부패에 의해 생성되는 악취가 나는 디아민 화합물입
캡시드	Capsid	• 바이러스의 껍질(coat)을 구성하는 단백질을 총칭
케모포비아	Chemophobia	• 화학물질(Chemical)과 포비아(Phobia)의 합성어로, 화학물질에 대한 사회적 공포나 불안 현상
코로나바이러스	Corona Virus	• 포유류와 조류에서 코감기 등 호흡기 질환을 일으키는 RNA 바이러스

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
코인셀	Coin Cell	• '수은전지'라고 불리는 리튬 전지로, 동전 모양이라고 하여 코인셀 혹은 버튼셀(Button Cell)이라 불림
크리스퍼 유전자 가위	-	• 유전자의 특정 부위를 절단해 유전체 교정을 가능하게 하는 리보핵산(RNA)기반 인공 제한효소
페로브스카이트	Perovskite	• 티탄산 칼슘으로 이루어진 칼슘 타이타늄 산화광물
페로브스카이트 태양전지	-	• 태양전지를 구성하는 반도체물질이 페로브스카이트 결정구조를 가진 물질로 된 태양전지
폴리설폰	Polysulfone	• 폴리설폰계열에 속해있는 투명한 열가소성 플라스틱으로, 밝은 갈색을 띠며 기계적 강도와 강성이 높은 고내열 소재
폴리이미드	Polyimid	• 산 이미드 구조를 갖는 중합체의 총칭
퓨로익산	2-Furoic acid	• 헤미셀룰로스(hemicellulose)를 구성하는 자일란(xylan)의 화학적 변화를 통해 얻을 수 있는 물질로 음식물의 보존제 또는 첨가제로 사용
한국화합물은행	-	• 국내에서 합성되는 화합물(유기화합물 및 천연물) 및 관련정보를 범국가적 차원에서 총체적으로 관리하고 공동으로 약효시험에 활용함으로써 국내 신약개발연구를 지원하기 위해 설립된 기관
혁신신약	First-in-class Drug	• 신규 기전으로 치료 효능을 보이는 최초의 약물
후보물질	Drug Candidate	• 치료제로 개발될 가능성이 매우 높은 후보가 될 수 있는 물질
ABS	Anti-lock braking system	• 잠김방지제동장치로 자동차를 제동 하는 역할을 수행하는 장치
C1가스	-	• 셰일가스를 비롯해 이산화탄소(CO2), 일산화탄소(CO), 바이오가스 유래 메탄(CH4)처럼 탄소의 개수가 1개인 가스
ChEMBL	-	• 약물과 유사한 특성을 가진 생물 활성 분자의 수동 경화 화학 데이터베이스
CMO	Contract Manufacturing Organizations	• 제조업체의 의뢰를 받아 제품을 생산해 주는 위탁생산 전문 공장
CRO	Contract Research Organization	• 임상시험과 관련하여 의뢰자의 임무나 역할의 일부 또는 전부를 대행하기 위해 의뢰자로부터 계약에 의해 위임 받은 개인이나 기관
DCPD	Dicyclopentadiene	• 디싸이크로펜타디엔. 석유화학 부산물로 주로 자동차 경량화 수지로 사용
DrugBank	-	• 약과 약의 표적에 관한 정보를 포함하는, 종합적이고 자유롭게 접근이 가능한 온라인 데이터베이스
E3 리가아제	-	• 프로테아좀(proteasome)의 복합체중 26s 프로테아좀 복합체가 기질을 분해하는데 필요하게 기질에 표지(ubiquitination)를 하는 작용을 하는 연결효소중 하나
ECHA	European Chemicals Agency	• 유럽 화학물질청
EPA	Environmental Protection Agency	• 미국 환경보호청
ESS	Energy Storage System	• 에너지저장시스템
ETS	Eni Slurry Technology	• 이탈리아 Eni社가 개발한 중질유분 슬러리상 수첨분해 공정
FDCA	2,5-furandicarboxylic acid	• 푸란디카르복실산. 페트병(PET)의 주요 소재
GPU	Gas Permeation Unit	• C1가스 막분리 기술에서 복합막 투과도를 나타내는 단위로 기체가 복합막을 얼마나 빨리 투과하는지 나타냄

용어	영문 명칭	한글 명칭 및 설명
HMF	Hydroxymethylfurfural	• 당(sugar)에서 탈수화 반응을 거쳐 얻을 수 있는 물질로서 연료 또는 화합원료로 전환할 수 있는 중요한 그린탄소원
Immunoassay	-	• 면역분석법 항원항체반응에 의한 화학물질(호르몬, 약물 등)의 정량적인 측정법
in vitro	-	• 살아있는 생명체 내부가 아니라 시험관이나 페트리 디쉬와 같이 제어가 가능한 환경에서 수행되는 실험 과정
in-vivo	-	• 생물체 내에서 이루어지는 반응으로 생체 외에서 재현시키는 반응과 구별하기 위한 용어
Izod 충격강도	Izod Impact Strength	• 충격강도를 알고 싶은 재료에 충격을 가해 파괴하고, 그로인한 흡수에너지를 측정하는 충격 강도
MOF	Metal-Organic Framework	• 초다공성 하이브리드 나노세공체(골격구조에 금속성분과 유기물질의 화학결합으로 형성된 다공성 물질)
MRO	Maintenance, Repair and Operation	• 소모성 물품 구매대행 서비스
MWCO	Molecular weight cutoff	• 분획분자량. 분리막에 의해 90% 이상의 배제도를 나타내는 용질의 최소분자량
OPV	Organic Photovoltaics	• 메로시아닌 등의 유기 재료를 사용한 태양 전지
PCR	Polymerase Chain Reaction	• DNA의 원하는 부분을 복제·증폭시키는 분자생물학적인 기술
PDB	Protein Data Bank	• 단백질 정보 은행
PROTAC	Proteolysis-targeting chimaera	• 저분자화합물 기반 신약개발 플랫폼 기술
PubChem	-	• 미국 국립생물공학정보센터(NCBI)가 관리하는 화학 분자 및 생물학 논문에 대한 활동의 데이터베이스
PVDF	-	• 플루오르화 폴리비닐리덴으로 폴리비닐 리덴 디 플루오 라이드의 중합에 의해 생성 된 비 반응성 열가소성 플루오로 중합체
RMSE	Root Mean Square Error	• 머신러닝 모델을 활용할 때 추정 값 또는 예측 값과 실제 환경에서 관찰되는 값의 차이를 나타내는 측도
RNA	Ribonucleic acid	• 핵산의 일종으로, 유전자 본체인 디옥시리보 핵산(DNA)이 가지고 있는 유전정보에 따라 필요한 단백질을 합성할 때 직접적으로 작용하는 고분자 화합물
S/N ratio	Signal-Noise ratio	• 신호 전압(또는 신호 전류, 신호 전력)과 잡음 전압(또는 잡음 전류, 잡음 전력)과의 비율
SCR	Selective Catalytic Reduction	• 차량 배출 대기오염물질을 줄이기 위해 설치하는 배기가스 저감 장치로 선택적 촉매환원법
STF	Solar to Fuel	• 태양 가시광을 직접 활용하는 효율 정도를 표시하는 대표 성능 지표, 순수 태양광 에너지를 활용하는 반응시스템의 직접적인 성능지표로 활용
TPU	Thermoplastic Polyurethane	• 열가소성 폴리우레탄(고무의 탄성을 가진 플라스틱)
UDCA	Ursodeoxycholic acid	• 우르소데옥시콜산(Ursodeoxycholic acid)으로 간 기능 개선 원료의약품으로 현재 천연물 소스를 이용하여 화학합성공정을 통해 생산