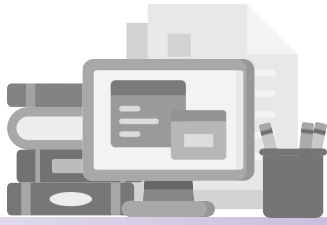


전략품목 환경분석

CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템





CONTENTS

■ 전략품목 환경분석

전략품목 #5 CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템

1. 개요	5
가. 정의 및 필요성	5
나. 범위 및 분류	6
2. 환경분석	7
가. 시장 현황 및 전망	7
나. 기술개발 동향	9
3. 특허분석	13
가. 특허 동향 분석	13
나. 주요 기술 키워드 분석	17
다. 주요 출원인 분석	22
라. 분석 종합	27
4. 기술개발 로드맵	29
가. 요소기술 도출 및 핵심기술 선정	30
나. 기술로드맵 구축	32

전략품목 요약자료

전략품목 정의 및 범위

- (개념 및 정의) 항공부문 탈탄소화를 위한 non-petroleum 원료 기반 SAF 제조 기술 개발

전략품목 관련 동향

○ 시장전망 및 제품 동향

- (시장전망) 전 세계 CCUS 시장은 2021년 기준 18억 9,100억 달러에서 연평균 16.99%의 성장률로 증가하여 2027년 48억 4,800억 달러로 성장할 것으로 전망
- (제품동향) 미국, EU, 일본 등 주요국은 탄소중립을 위한 장기 전략으로 CCUS 기술을 제시하고 CCUS 산업 육성을 위한 제도적 지원 방안 마련, R&D 투자 확대 등을 추진

○ 기술개발 및 플레이어 동향

- (기술동향) Power-to-liquid 기술로 지속가능한 항공연료를 생산하기 위해 화석 연·원료를 사용하지 않고 CO₂로부터 합성가스를 생산하는 전기화학 반응 기술 및 합성가스로부터 항공유 생산을 위한 피셔-트롭쉬 합성 기술 필요
- (플레이어) LanzaTech(미), Royal Dutch Shell(영), Lufthansa 그룹(독)

○ 핵심기술

- CCU 기반 e-SAF 제조 공정 최적화 기술
- 바이오매스 활용 SAF 제조 기술

중소기업 기술개발 전략

- 이산화탄소 원료를 화석연료가 아닌 전기에너지, 광에너지 등을 활용하여 SAF를 제조할 수 있는 촉매 및 화학공정 기술개발
- Bioethanol, HEFA 등 바이오매스를 전환을 통한 SAF 제조 기술개발

1. 개요

가. 정의 및 필요성

[1] 정의

- 항공부문 탈탄소화를 위한 non-petroeum 원료 기반 SAF 제조 기술 개발
 - 지속가능 원료 (CO₂, 바이오매스)를 활용한 SAF 제조 기술
 - 빠르게 개발이 가능한 바이오매스 기반 SAF 제조 기술과, 높은 탈탄소 효과를 가진 CO₂ 기반 e-SAF 제조 기술 개발 동시 추진

[2] 기술개발 필요성

- 기후 변화대응을 위해 전세계적으로 탄소중립은 중요한 이슈로 자리 잡았으나, 발전, 산업, 농업 등의 부문에 비해 수송부문은 탈탄소가 더디게 이루어 지는 중
 - 도로, 철도, 해운 등은 전기, 대체연료 등으로 에너지 전환이 이루어지고 있으나, 항공 부문은 액체 연료를 대체할 방안이 마땅치 않은 실정
 - ICAO(국제민간항공기구)의 CORSIA(국제항공 탄소상쇄 감축제도)는 2021년 국제선의 CO₂ 배출량을 2019년 수준으로 동결하였으며, 우리나라도 참여
 - 지속가능 항공 연료 (sustainable aviation fuel, SAF)는 이에 대응할 수 있는 가장 유력한 방안으로 평가
- 항공부문 탄소 감축을 위해 EU를 포함한 유럽, 미국 등에서는 SAF를 의무화 하는 보급정책이 진행임
 - EU의 ReFuelER aviation: SAF 의무 혼합 비율 ‘25년 2%, ’ 50년 25%
 - 미국: ‘22년 IRA 법안에 SAF 세액 공제 혜택 포함
 - 노르웨이: ‘20년부터 0.5% 혼합 의무화, 스웨덴: ‘30년 27% 혼합 의무화

○ 이처럼 SAF는 기술적, 정책적으로 항공부문의 탄소감축을 위해 가장 핵심적인 방법

□ 우리나라도 국제선의 경우 해외의 기준에 따라 SAF를 혼합 사용이 필요하여, 국내 탄소 감축 뿐 아니라 글로벌 정책 대응을 위해 SAF 제조 기술의 개발이 필요

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

□ 친환경 SAF 제조 기술의 환경성, 경제성 확보를 위해 바이오매스 활용 기술, 재생에너지 활용 기술, 촉매 기술, 공정 기술, 항공 산업 등이 융합 활용되는 분야

[SAF 개발을 위한 산업구조]

후방산업	SAF 제조	전방 산업
- 신재생에너지 발전 - 그린 수소 생산 - 바이오 매스 수급 - 바이오 매스 가공	- 전기화학적 촉매 활용 - 제조-분리 통합 공정 - 반응기 설계 - 바이오 매스 전환 공정	- SAF 평가 플랫폼 - 지속가능성 인증 평가 - 항공 산업 연계 활용

(2) 용도별 분류

□ 친환경 SAF는 항공수송에서의 탄소중립을 위한 새로운 친환경 연료로 활용되는 분야로 분류 가능

[용도별 분류]

분류	상세내용
친환경 항공유	- 화석연료 기반 항공유를 대체할 수 있는 지속가능한 자원 기반의 친환경 연료 - 항공수송 분야의 향후 30년 동안 핵심적인 탈탄소화 기술로 기존 항공기에 적용

2. 환경 분석

가. 시장 현황 및 전망

[1] 개황

- 온실가스 배출 감축 등의 환경 규제가 항공산업으로 확대 적용
- 항공산업 탄소 감축 방안으로 SAF 활용이 적극 검토되고 있음
 - 항공산업의 탄소 감축방안으로는 현재 기술 완성도가 높은 지속가능 항공 연료(SAF) 활용방안이 주요 대안으로 제시

[2] 관련 시장 규모 및 전망

① 세계 시장

- 전 세계 탄소포집 용량은 2021년 기준 43 Mtpa(Million tonnes per annum, 백만톤/년)으로 1972년 이후 연평균 10%의 높은 성장률을 기록해 왔으나 현재 설치 용량은 전 세계 배출량의 0.1% 포집에 그치는 수준
- 최근 3년간 대규모 CCUS 프로젝트 계획들이 발표되었고, 미국을 중심으로 탄소포집 용량이 확대되어 2021~2030년까지 연평균 23%로 성장, 2030년 총 279 Mtpa에 달할 전망
- 탄소포집은 지금까지 탄소처리 비용이 상대적으로 저렴한 천연가스 처리 공장에서 대부분 적용되었으나 향후 점차 다양한 산업 부문에서 적용될 전망
- 화력발전 및 수소생산 부문이 향후 CCS 설비용량이 가장 확대될 것으로 기대되는 부문으로 두 부문을 합쳐 2030년까지 140 Mtpa 이상의 이산화탄소가 포집될 전망

□ 지금까지 포집된 이산화탄소의 저장에 대한 인센티브는 거의 없었으며, 구축된 프로젝트의 대부분은 주로 EOR 등의 활용에 의존

□ 전 세계 CCUS 시장은 2021년 기준 18억 9,100억 달러에서 연평균 16.99%의 성장률로 증가하여 2027년 48억 4,800억 달러로 성장할 것으로 전망

[CCUS 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	CAGR ('21~'27)
세계시장	18.91	22.12	25.88	30.28	35.42	41.44	48.48	16.99

* 출처 : '2023 기후변화·탄소중립·CCUS 시장동향과 유망 기술개발 및 기업 현황' 보고서

2 국내 시장

□ 국내 CCUS 시장은 2021년 기준 172,07억 원에서 연평균 17.05%의 성장률로 증가하여 2027년 442,53억 원으로 성장할 것으로 전망

□ 국내는 현재 바이오항공유 생산 업체가 없으며, 글로벌 업체 대비 기술 격차도 큰 편

○ 바이오항공유 개발시 대규모 투자자금이 필요하여, 국내 정유회사는 미온적 대응 중

○ 대한항공은 SAF 확보를 위해 Shell과 양해각서를 체결('22.9)하여, ' 26년부터 향후 5년 동안 아시아, 태평양 및 중동지역 공항에서 SAF를 공급 받기로 함

[CCUS 국내 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	CAGR ('21~'27)
국내시장	172.07	201.41	235.75	275.95	323.00	378.07	442.53	17.05

* 출처 : '2023 기후변화·탄소중립·CCUS 시장동향과 유망 기술개발 및 기업 현황' 보고서

나. 기술개발 동향

[1] 개황

- 최고 기술 보유국은 미국과 EU이며 한국의 기술 수준은 78.0~80.9% 수준, 기술격차는 2.5~3.8년으로 중국(71.6~80.0%)보다는 앞서며 일본(81.8~90.9%)보다는 열세
- 미국, EU, 일본 등 주요국은 탄소중립을 위한 장기 전략으로 CCUS 기술을 제시하고 CCUS 산업 육성을 위한 제도적 지원 방안 마련, R&D 투자 확대 등을 추진
 - 우리나라 역시 2021년 ‘이산화탄소 포집·활용 기술혁신 로드맵’ 발표 및 2023년 4월 CCUS 기술을 포함한 한미 청정에너지 분야 MOU 13건 체결
- CO₂와 재생전력을 활용하는 Power-to-liquid 기술로 생산된 지속가능한 항공연료(sustainable aviation fuel, SAF)는 기존 등유에 비해 CO₂ 배출량이 99% 감소될 것으로 예상
- Power-to-liquid 기술로 지속가능한 항공연료를 생산하기 위해 화석 연·원료를 사용하지 않고 CO₂로부터 합성가스를 생산하는 전기화학 반응 기술 및 합성가스로부터 항공유 생산을 위한 피셔-트롭쉬 합성 기술 필요
- 수소와 이산화탄소를 결합해 만드는 이퓨얼(E-fuel) - 기초 기술이 완성되어야 하는 장기 프로젝트
 - 포집된 이산화탄소, 수소, 전기를 원료로 사용하는 PTL(Power-to-Liquid) 방식
 - PTL 연료는 포집된 이산화탄소, 수소 및 전기를 원료로 사용하여 합성 탄화수소 연료(e-fuel)를 생산
 - PTL에는 FT 피셔-트롭쉬(Fischer-Tropsch)를 연료로 전환하기 위한 합성가스(일산화탄소 및 수소) 생산과 연료로 전환하기 위한 알코올 생산 두 가지 방식이 있음

- PTL 연료는 현재 화석 연료에 해당하는 가격의 최대 8배에 달하며, 원료를 조달하기가 쉽지 않음
- PTL 방식은 아직 매우 초기 단계, 그 효과에 대한 증거가 아직 확립되지 않은 상태, 일부 기업이 주장하는 비용 경쟁력에 도달할 수 있을지에 대한 회의적인 시선이 있음
- 공기 중 직접 포집 방식에 혁신이 나타나면 이산화탄소 비용을 절감 가능

[2] 주요 기술개발 동향

① 해외 기업

□ 미국 LanzaTech

- 실제로 버진애틀랜틱항공(Virgin Atlantic)과 협력하여 탄소포집 활용 방법으로 추출된 지속가능항공연료(Sustainable Aviation Fuels, SAF)인 에탄올을 생성하여 2018년에 보잉747을 운행하는 데 성공

□ 영국 Royal Dutch Shell

- 재생전력과 CO₂를 이용하여 저탄소 합성연료 생산 기술개발에 주력, 최근 지속가능한 항공연료(SAF)를 생산하여 네덜란드 항공사 KLM에 공급하여 첫 상업 비행에 성공

□ 영국 BP

- 독일의 전력회사인 Uniper, Fraunhofer 연구소 Power-to-X 프로젝트를 통하여 그린수소와 CO₂를 활용하여 합성가스를 만들고 피셔-트롭쉬 공정과 연계하여 합성연료 생산 추진 중

□ 독일 Lufthansa 그룹

- Power-to-Liquid 등유를 생산하기 위해 호주로부터 그린수소 공급망을 구축을 추진 중

□ Sunfire GmbH, Climeworks AG, Paul Wurth SA, Valinor

- 컨소시엄 구성, Norsk e-fuel project를 통해 재생에너지를 이용해 생산한 수소로 유럽 최초의 상업용 항공유 생산 플랜트 건설 계획 중

② 국내 기업

□ 현대오일뱅크

- 2022년 차세대 화이트 바이오 사업의 구체적인 로드맵 발표, 그 2단계로 수소화 식물성 오일(HVO)을 활용한 바이오 항공유를 생산하겠다는 목표를 밝힘

□ SK이노베이션

- '2022년 넷제로 특별 보고서'를 통해 '비온드 넷제로' 전략의 일환으로 폐식용유(Used Cooking Oil, UCO) 등 바이오 원료로 생산한 친환경 항공유를 비롯한 친환경·저탄소 비즈니스 추진 중이라고 밝힘

□ 에쓰오일(S-OIL)

- 2021년 9월 삼성물산과 '친환경 수소 및 바이오 연료 사업 파트너십 협약' 체결
 - 전 밸류 체인 수소 사업에서 협력, 친환경 바이오 디젤과 차세대 바이오 항공유 개발 등 탈탄소 차세대 에너지 사업에서도 다각적으로 협력

③ 국내 연구 개발 기관

□ 한국에너지기술연구원

- 전기화학적 CO₂ 전환을 통해 합성가스를 생산하고 피셔-트롭쉬 합성 반응과 연계하여 다탄소 액체연료를 생산하는 통합 공정 기술 개발 중

□ 한국과학기술연구원

- CO₂와 수소를 800℃ 이상의 고온에서 역수성가스전이(RWGS, reverse water-gas shift) 반응을 통해 합성가스를 생산한 후 이를 이용해 메탄올을 생산하는 간접 다단 반응 기술 개발

□ 한국화학연구원

- CO₂와 수증기, 천연가스를 원료로 개질 반응을 통하여 10톤/일 규모의 메탄올 합성 파일럿 공정 개발

□ 산업통상자원부 · 한국석유관리원 등

- '탄소순환형 정유제품 생산을 위한 CCU 통합공정 기술개발 사업' 연구 협의체 출범
 - 이 연구협의체는 2025년까지 정유공정에서 포집된 이산화탄소로부터 제조된 합성연료와 기초유분의 상용화 기반 확보를 목표로 265억원 규모의 기술개발을 수행할 계획

3. 특허 분석

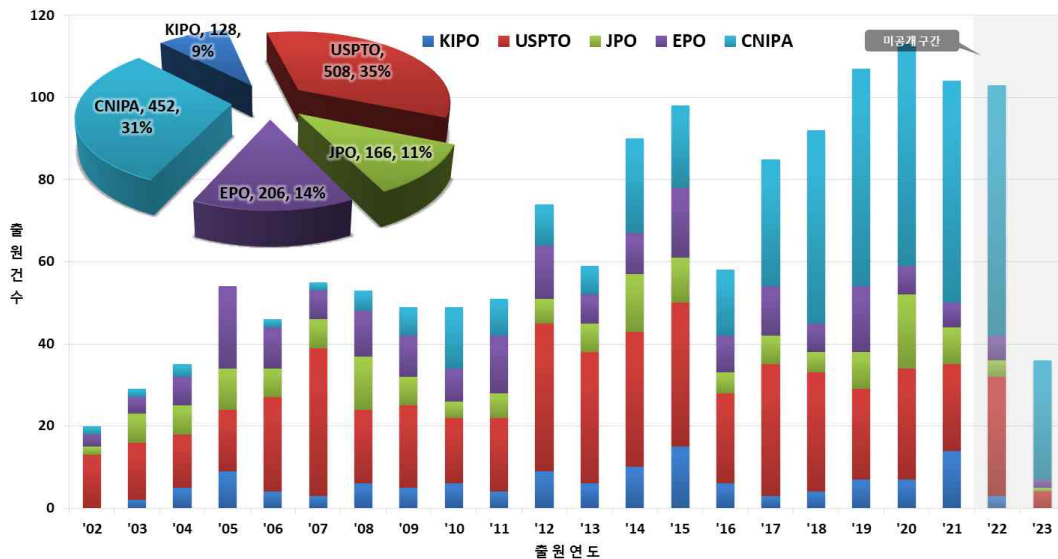
가. 특허동향 분석

(1) 특허증가율 분석

□ 연도별·국가별 출원동향

○ 주요 국가의 해당품목 기술개발 활동현황 분석

- 과거부터 최근까지(20년) 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(CNIPA) 국가별, 연도별 특허출원 동향을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악



[연도별·국가별 특허출원동향]

- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목은 2015년까지 등락을 반복하고 있지만 지속적으로 증가하는 추세를 보임. 2016년에는 다소 감소하는 추이를 보였으나, 이후 회복세를 나타내고 있으며, 미국, 중국, 유럽, 일본, 한국 순으로 출원 활동이 진행되고 있는 것으로 분석됨
- 국가별 출원비중을 살펴보면, 미국과 중국이 각 35%, 31%의 출원비중을 차지하고 있어 CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 유럽 14%, 일본 11%, 한국 9%로 나타남
- 연도별 출원동향을 살펴보면, 감소하는 2016년 이후 다시 회복세를 보이고 있는데, 이는 수송 분야의 탄소중립 필요성, 신석유대체연료의 수요 증가 등의 영향을 받은 것으로 풀이해볼 수 있음

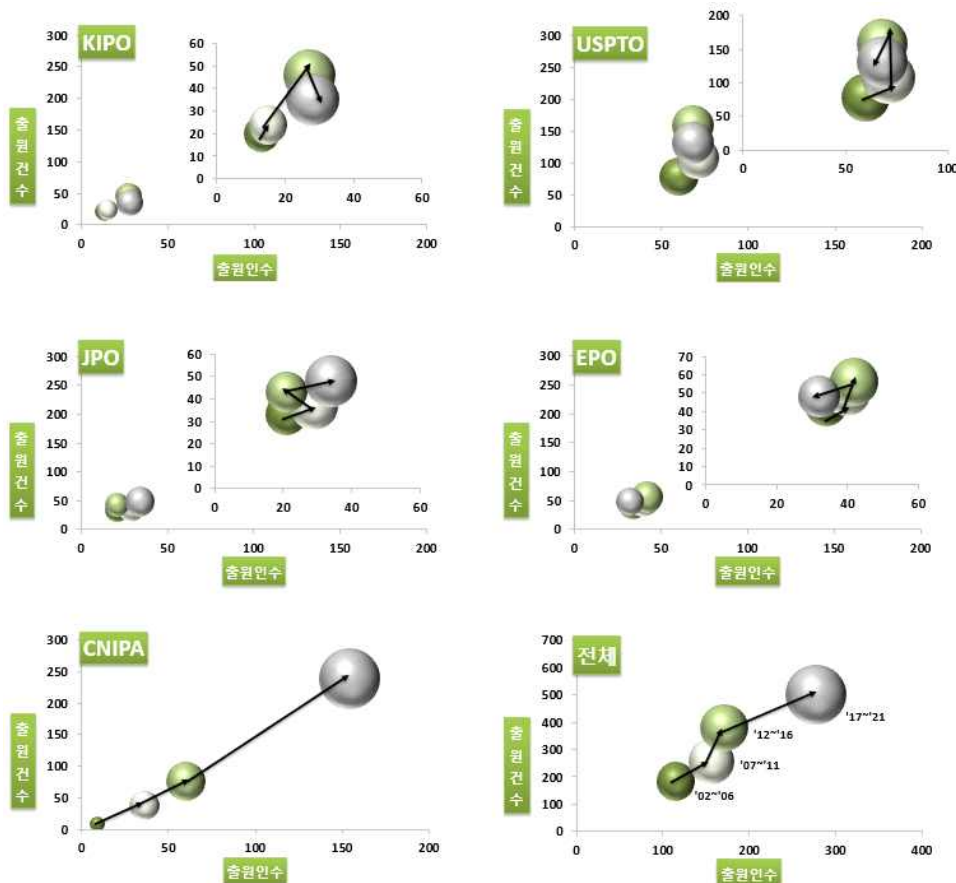
[2] 기술주기 분석

□ 기술수명주기 분석

○ 기술수명주기 분석을 통해 해당품목 기술의 현재 위치를 파악함

- 해당품목의 전체 출원동향을 4구간(각 5년)으로 나누어 각각의 구간별 특허출원인수 및 특허출원건을 그래프로 나타냄으로써 해당기술의 수명주기 파악이 가능함

* 기술수명주기 분석 = 구간에 따른 특허출원건수와 출원인수 변화의 상관관계 분석



[기술수명주기분석]

- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 분야의 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 증가하고 있으므로 성장기 단계로 파악됨
- 중국은 전체적인 동향과 동일하게 특허출원인수와 특허출원건수가 증가하고 있는 양상을 보이고 있어 성장기 단계로 분석됨. 한국, 미국, 일본, 유럽은 1구간부터 4구간까지 특허출원건수와 특허출원인수가 유지되고 있는 형태로 나타나 성숙기로 판단됨

□ TCT(기술순환주기) 분석

○ TCT 분석을 통하여 해당품목 기술의 진보속도 및 주요국가의 기술혁신 속도를 파악함

- TCT는 최신 기술을 활용하는 경향을 나타내는 지표로서, 제품의 개발주기와 기술개발활동의 강도와 연관되며, TCT 값이 크면 신기술 개발주기가 길어져서 시장에서 새로운 기술 도입에 긴 시간이 걸리며, TCT 값이 작으면 신기술 개발주기가 짧아져서 해당품목관련 신기술 도입에 오랜 시간이 걸리지 않아서 새로운 기술이 적용된 신제품이 자주 등장한다는 것을 의미함

* TCT(Technology Cycle Time) = 한 특허에서 인용한 과거 특허 문서들과의 시차의 중앙값



[TCT분석]

- 전체 기술순환주기(TCT) 값을 살펴보면, 2002~2016년까지는 평균 TCT 값이 9.6년으로 원천기술에 기초한 기술이 중심을 이루었으나, 2017년 이후 TCT 값이 7.3으로 나타나 해당품목의 기술개발이 상대적으로 빠르게 진행되고 있는 것으로 분석됨
- 최근 값을 살펴보면, 중국의 기술순환주기 값이 5.4로 주요국가 중 가장 낮게 나타났고, 한국이 5.6의 값을 보임으로써 해당품목의 기술개발활동이 활발하게 진행되고 있는 것으로 나타남. 단, 미국, 일본, 유럽은 상대적으로 기술개발 속도가 낮은 수준으로 판단됨

[3] 특허영향력 분석

□ 기술영향력

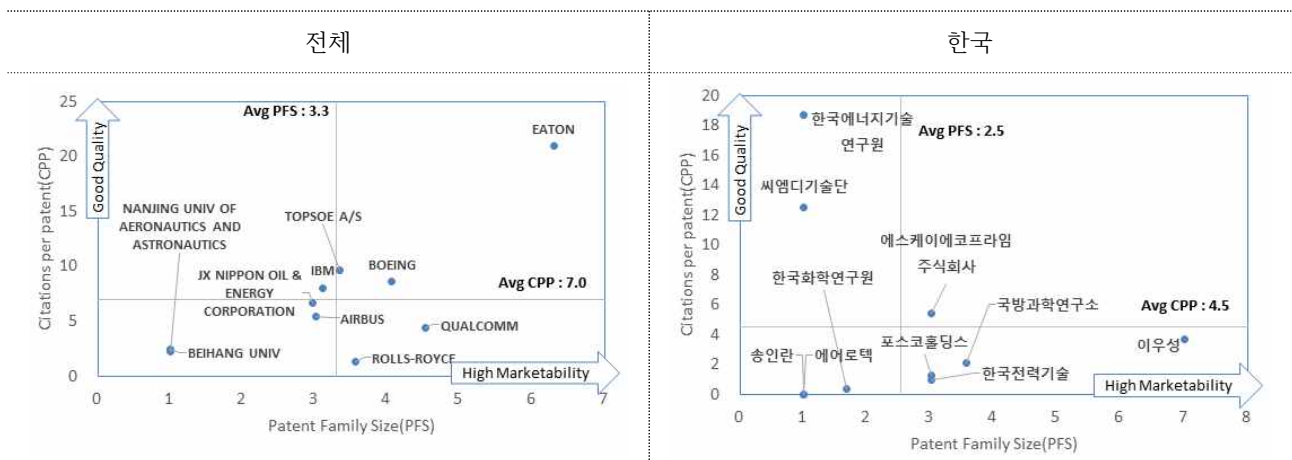
○ 기술영향력 지수(CPP) 분석을 통해 특정 출원인의 기술력을 파악함

- 기술영향력(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 특허임

□ 시장지배력

○ 시장확보지수(PFS) 분석을 통해 특정 출원인의 시장지배력 정도를 파악함

- 시장확보지수(PFS)는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당 품목에서 글로벌시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능함



[특허 영향력 분석]

- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목에 대한 주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체국가에서는 EATON의 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨

- 전체국가에서 한국 기업은 도출되지 않은 것으로 나타남

(전체) EATON : 기술영향력(CPP) 21.0 / 시장확보력(PFS) 6.3

- 한국에서는 한국에너지기술연구원의 특허가 질적 수준이 가장 높은 것으로 나타났으며, 에스케이에코프라임 주식회사의 기술영향력과 시장확보력이 평균지수(기술영향력(CPP) 4.5, 시장지배력(PFS) 2.5)를 상회하는 것으로 나타남

(한국) 한국에너지기술연구원 : 기술영향력(CPP) 18.7 / 시장확보력(PFS) 1.0

에스케이에코프라임 주식회사 : 기술영향력(CPP) 5.4 / 시장확보력(PFS) 3.0

[2] 기술현황 분석

□ IPC(국제특허분류) 분석

- 전 세계적으로 통용되고 있는 IPC를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중 기술분야를 확인함
- 기술·산업 간 융합에 기반한 새로운 시장전개에 대한 이해증진을 위해 IPC를 활용한 기술융합 분석 정보를 제공함



[IPC 분석]

- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목은 섹션 G 물리학(28%) 기술분야의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 클래스 H10에 포함되지 않는 반도체 장치(H01L) 분야에서 연구가 집중적으로 진행되고 있는 것으로 분석됨
- 기술융합에 대한 추이를 살펴보면, (G)물리학에서 (H)전기와의 기술융합 (65%)이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남

[IPC Sub Class]

IPC Sub Class	국문타이틀	건수
H01L	클래스 H10에 포함되지 않는 반도체 장치 (측정을 위해 반도체 장치 사용 G01; 저항 일반 H01C; 자석, 인덕터, 변압기 H01F; 커패시터 일반 H01G; 전해장치 H01G 9/00; 배터리 또는 축전지 H01M; 도파관, 공진기 또는 공진기 라인 도파관 유형 H01P; 라인 커넥터 또는 집진 장치 H01R; 유도방출 소자 H01S; 전기기계적 공진기 H03H; 활성기, 마이크로폰, 축음기의 픽업 또는 음향의 전기기계적 변환기 H04R; 전기적	170
B64D	항공기의 장비; 비행복; 낙하산; 항공기 내 동력 장치 또는 추진 전달 장치의 배치 또는 장착	111
G11B	기록매체와 변환기 사이의 상대적인 운동을 기본으로 하는 정보저장	86
B64C	비행기; 헬리콥터	63
G11C	정적 저장 (반도체 메모리 장치 H10B)	62

[3] 기술집중력 분석

□ CRn 분석

- 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함
- 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

[CR4 분석_ 전체기업 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION(JP)	78	5.3%		1
BOEING(US)	36	2.5%		2
TOPSOE A/S(DK)	33	2.3%		3
AIRBUS(FR)	31	2.1%	12.2%	4
QUALCOMM(US)	25	1.7%		5
EATON(US)	23	1.6%		6
BEIHANG UNIV(CN)	20	1.4%		7
NANJING UNIV OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS(CN)	20	1.4%		8
ROLLS-ROYCE(GB)	20	1.4%		9
IBM(US)	19	1.3%		10
기타	1155	79.1%		
합계	1460	100.0%	CR4=12.2%	

[CR4 분석_국내시장 연구주체별 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
중소기업(개인)	37	28.9%	28.9%	1
대기업	25	19.5%		2
연구기관/대학	15	11.7%		3
기타(외국인)	51	39.8%		4
합계	128	100.0%		

- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목에 대한 시장관점의 기술독점 현황 분석을 위해 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 12.2%로 독과점 정도가 낮은 수준으로 분석되어 주요 출원인들에 의한 기술 집중화 정도가 낮은 시장으로 판단됨
- 국내시장에서의 중소기업의 점유율 분석 결과, CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목에서 중소기업의 점유율은 28.9%로 국내시장에서 중소기업의 시장 진입장벽은 보통 수준으로 사료됨

□ HHI 분석

○ 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함

- 특허데이터를 활용하여 전체 또는 특정 산업부문 내 모든 기업의 특허점유율을 이용해 시장집중도를 분석함
- HHI값이 높을수록 기술활동의 집중수준이 높고 특정 기업들이 해당 시장을 과점하고 있기 때문에 신규 업체가 해당시장을 진입하기가 쉽지 않은 것으로 해석됨

* HHI(Herfindahl-Hirschman Index) = 시장(산업)내 모든 기업의 각 점유율을 제곱하여 합한 값

[HHI 분석]

공보	KIPO	USPTO	JPO	EPO	CNIPA	전체
HHI	293	203	280	144	89	77

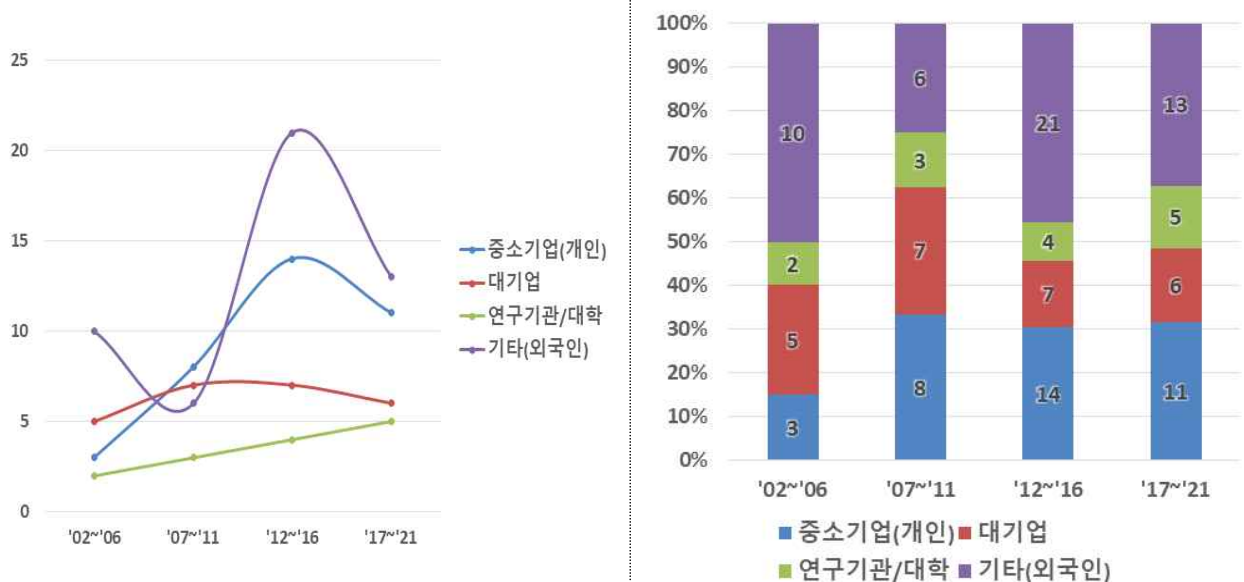
- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목에 대한 HHI(허핀달-허쉬만)지수 분석결과, 전체 77로 경쟁적인 시장이 형성되어 있으므로 시장진입이 다소 용이한 것으로 분석됨
- 한국의 경우 HHI 지수가 293으로 미국, 중국 대비 높게 나타나지만, 기술활동의 집중수준이 높지 않은 상태이므로 시장진입이 어렵지 않은 것으로 판단됨

□ 기간별 연구주체 분석

- 국내 연구주체에 따른 기간별 특허동향을 분석하여 해당품목의 기술개발 선도주체를 파악함

* 국내 대기업과 중소기업의 판단기준은 2022년 4월 공정거래위원회의 대기업 집단 지정결과(대기업집단 76개)에 따름

- 기간별 연구주체 분석을 통하여 해당품목의 중소기업 현재 역량을 파악할 수 있으며, 향후 중소기업의 기술개발 및 투자전략 타당성 확보를 위한 가이드라인을 제시함



[기간별 연구주체 동향]

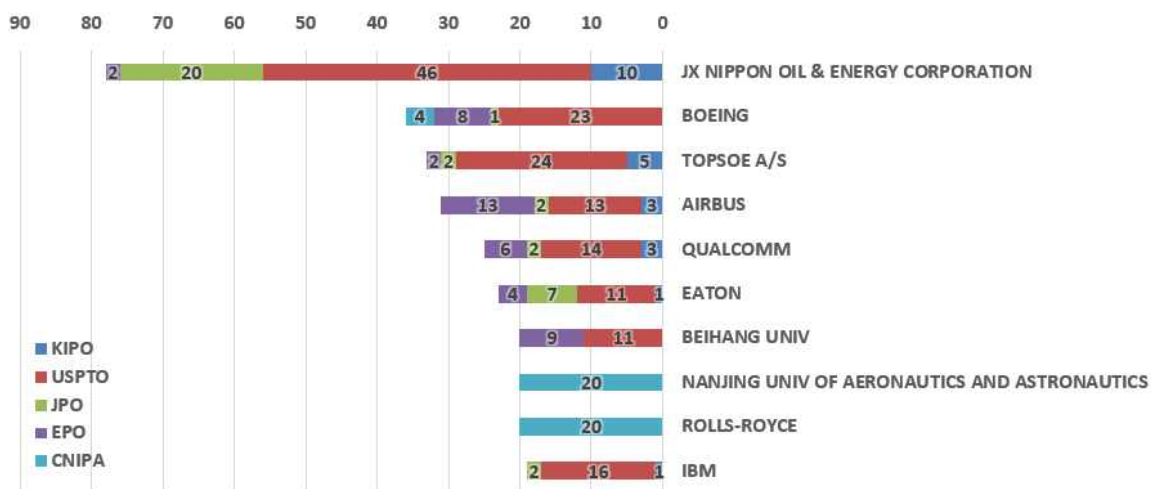
- 기간별 연구주체 분석에 따르면, 최근 CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목은 기타(외국인)이 주체가 되어 기술개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남. 이는 해당품목에 대한 중소기업 중심의 기술로 전환하기 위해서는 대기업과 다른 혁신적인 연구중심의 기술개발과 대기업과의 파트너쉽 및 다양한 투자유치 전략을 구체적으로 수립할 필요성을 보여줌

다. 주요 출원인 분석

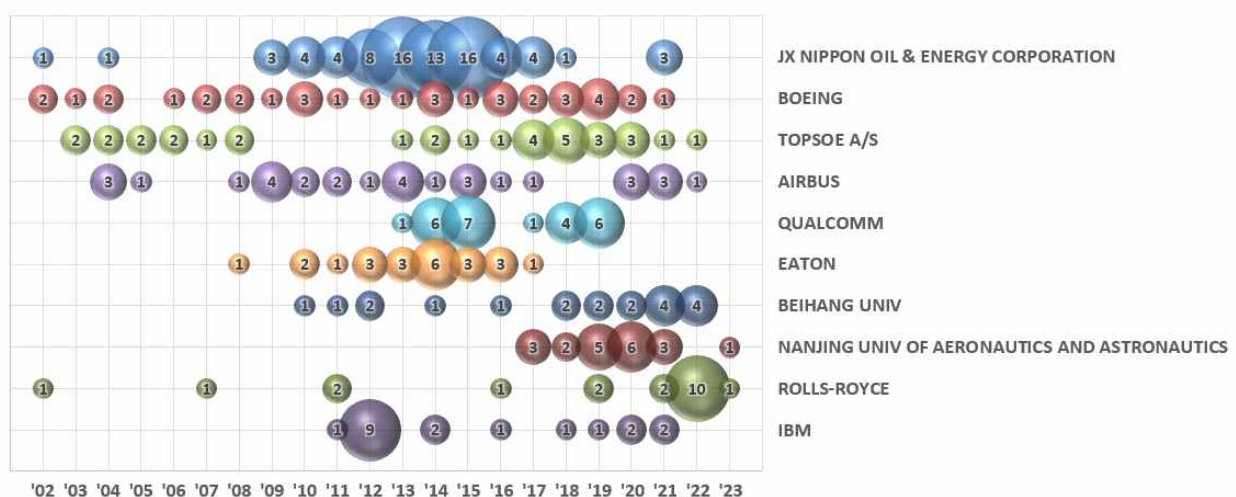
(1) 주요 출원인 동향 분석

□ 주요 출원인 분석

- 해당품목에서 다수의 출원을 보유하고 있는 주요 출원인(Top 10)의 분석을 통해 전략적인 지적재산관리와 기업의 경쟁력을 강화함
- 주요 출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(CNIPA) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요 출원인들이 고려하고 있는 주요 시장이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망함

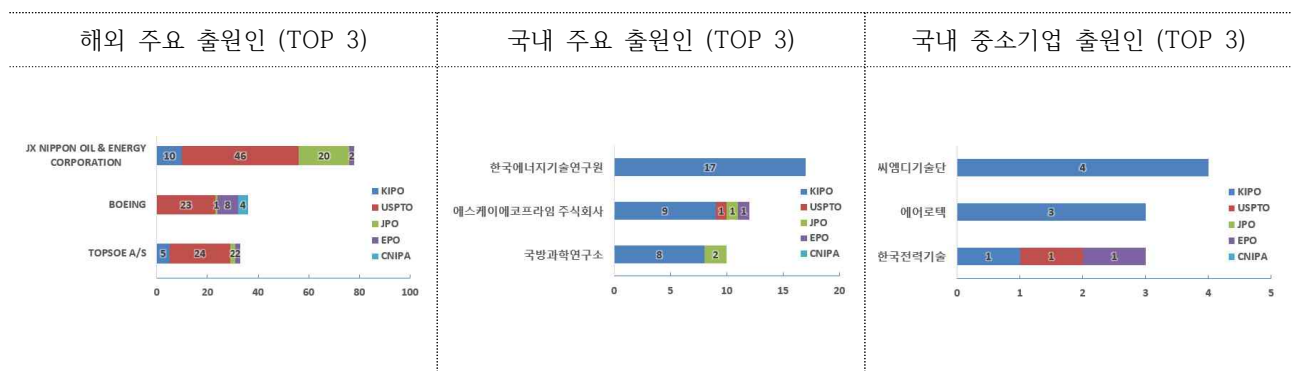


[주요 출원인 국가별 출원 건수]



[연도별 출원인 건수]

- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목의 주요 출원인을 살펴보면, 미국, 일본, 유럽, 중국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있으며, 제 1출원인은 일본의 JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION인 것으로 조사됨
- CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목 관련 해외 주요 출원인으로는 JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION, BOEING, TOPSOE A/S 등이 도출되었으며, 국내 주요 출원인으로는 한국에너지기술연구원, 에스케이에코프라이م 주식회사, 국방과학연구소 등이 도출됨
- 국내 주요 출원인은 기업 출원인 보다 국가연구기관이 출원을 주도하고 있어 공공주도의 연구개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 분석됨



[국내외 주요 출원인 / 국내 중소기업 주요 출원인]

* 국내 대기업과 중소기업의 판단기준은 2022년 4월 공정거래위원회의 대기업 집단 지정결과(대기업집단 76개)에 따름

- 국내 중소기업 주요 출원인은 에어로텍, 씨엠디기술단 등이 도출되었으나 국가연구기관에 비해 특허수가 상대적으로 낮은 것으로 나타남

[2] 주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석

□ 키워드 및 주요 특허 분석

- AI 알고리즘을 활용하여 주요 출원인별 주요 기술 키워드를 통하여 집중연구분야를 파악함
- 주요 출원인이 출원한 주요 특허를 검토하여 키워드를 통하여 주력기술 분야를 예측함

© JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 9447333 (2016.09.20)	Aviation fuel base oil and aviation fuel composition	동식물 유지에서 유래한 산소 함유 탄화수소 화합물 및 황 함유 탄화수소 화합물의 혼합유로 이루어진 항공연료	7	10
JP 2011-246605 (2011.12.08)	바이오 연료 제조 방법	미생물 배양 공정, 탄수화물 유지화 공정 등을 포함하는 바이오 연료 제조 방법	9	10
JP 2011-207996 (2011.10.20)	경유 조성물의 제조 방법 및 경유 조성물	동물성 또는 식물성 유지로부터 유래된 산소 함유 탄화수소 화합물 및 황 함유 탄화수소 화합물을 포함하는 피치리유를 수소화처리한 항공연료	20	11

- Aviation Fuel, Aviation Kerosene, 바이오매스 공급원료, 도시 바이오매스, Bio Oil, Biological Aviation Kerosene 등의 키워드가 도출됨

- JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION은 CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 미국을 위주로 출원을 진행하였으며, 일본, 한국, 유럽에도 국제출원을 진행한 것으로 나타남. JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION은 특히 동식물 유지에서 유래한 산소 함유 탄화수소 화합물 및 황 함유 탄화수소 화합물의 혼합유로 이루어진 항공연료에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

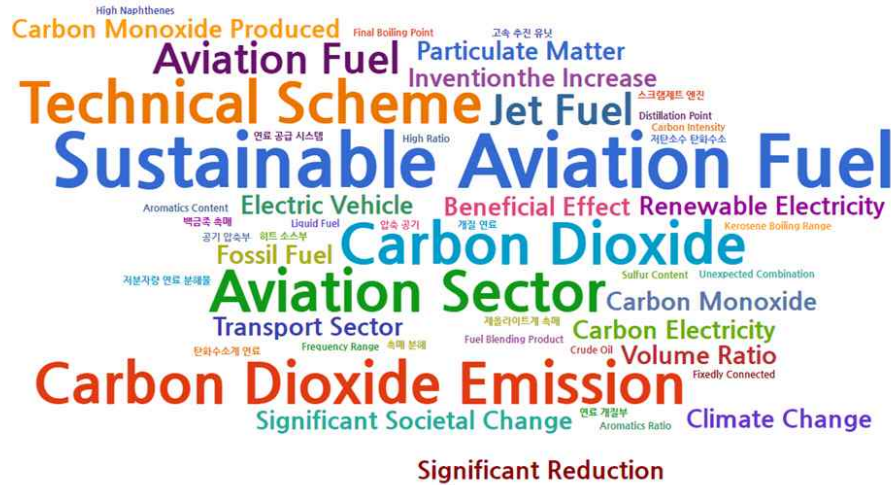


[주요 출원인 기술 키워드]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 7815148 (2010.10.19)	Fuel system for an aircraft including a fuel tank inerting system	항공기를 더 효율적이고 환경 친화적으로 만들기 위해 APU를 수소 연료 전지로 대체하는 기술	39	2
US 7966830 (2011.06.28)	Fuel cell/combustor systems and methods for aircraft and other applications	항공기에 탑재되는 연료의 양을 감소시키고, 항공기의 전체 효율성과 환경 성능을 개선하는 기술	29	1
US 10100748 (2018.10.16)	Dual fuel gas turbine thrust and power control	액체 연료와 천연 가스 연료를 동시에 사용하기 위한 항공기	27	1

폭넓은 국제출원을 진행하였음. BOEING은 액체 연료와 천연 가스 연료를 동시에 사용하기 위한 항공기에 관해 높은 기술력을 보유하고 있는 것으로 분석됨

◎ TOPSOE A/S



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 7449034 (2008.11.11)	Continuous dehydration of alcohol to ether and water used as fuel for diesel engines	압축 점화 내연 엔진에 사용하기 적합한 산소화 연료 조성물에 관한 기술	50	8
EP 1768207 (2007.03.28)	Fuel processing method and system comprising a methanation reactor and a solid oxide fuel cell	메테인화 반응기와 고체산화물 연료전지를 포함하는 연료 처리 방법	42	14
US 2023-0294985 (2023.09.21)	Low carbon hydrogen fuel	천연가스와 같은 탄화수소 가스의 탈탄소화에 관한 것으로 저탄소 수소 연료로 사용됨	0	6

- Sustainable Aviation Fuel, Aviation Fuel, Jet Fuel, Aviation Sector, Carbon Dioxide 등의 키워드가 도출됨
- TOPSOE A/S는 CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로 미국을 중심으로 출원을 진행하였으며, 저탄소 수소 연료로 사용되는 탄화수소 가스의 탈탄소화와 관련하여 높은 기술력을 보유하고 있는 것으로 조사됨

라. 분석 종합

(1) 분석결과 요약

□ 분석 내용 요약

[특허 분석 결과]

구분		분석 내용
특허동향 분석	특허증가율 분석	CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목은 2015년까지 등락을 반복하고 있지만 지속적으로 증가하는 추세를 보임. 2016년에는 다소 감소하는 추이를 보였으나, 이후 회복세를 나타내고 있으며, 미국, 중국, 유럽, 일본, 한국 순으로 출원 활동이 진행되고 있는 것으로 분석됨
	기술주기 분석	기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 증가하고 있으므로 성장기 단계로 파악됨
	특허영향력 분석	주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체국가에서는 EATON의 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨. 한국에서는 한국에너지기술연구원의 특허가 질적 수준이 가장 높은 것으로 나타났으며, 에스케이에코프라임 주식회사의 기술영향력과 시장확보력이 평균지수를 상회하는 것으로 나타남
기술동향 분석	기술개발동향 변화분석	CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 분석 결과, ‘Aviation Fuel’관련 키워드가 주로 도출되었으며, ‘Bio Oil’, ‘Raw Material’ 등의 키워드가 도출된 것으로 조사됨
	기술현황 분석	CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템은 섹션 G 물리학(28%) 기술분야의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 클래스 H10에 포함되지 않는 반도체 장치(H01L) 분야에서 연구가 집중적으로 진행되고 있는 것으로 분석됨
	기술집중력 분석	국내시장에서의 중소기업의 점유율 분석 결과, CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템 품목에서 중소기업의 점유율은 28.9%로 국내시장에서 중소기업의 시장 진입장벽은 보통 수준으로 사료됨
주요 출원인 분석	출원인 동향 분석	주요 출원인을 살펴보면, 미국, 일본, 유럽, 중국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있으며, 제 1출원인은 일본의 JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION인 것으로 조사됨
	주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석	JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION은 Aviation Fuel, Aviation Kerosene 등의 키워드가 도출되었으며, 동식물 유지에서 유래한 산소 함유 탄화수소 화합물 및 황 함유 탄화수소 화합물의 혼합유로 이루어진 항공연료에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨 BOEING은 Aviation Fuel, Aircraft Fuel 등의 키워드가 도출되었고, 액체 연료와 천연 가스 연료를 동시에 사용하기 위한 항공기에 관해 높은 기술력을 보유하고 있는 것으로 분석됨 TOPSOE A/S는 Sustainable Aviation Fuel, Aviation Fuel 등의 키워드가 도출되었고, 저탄소 수소 연료로 사용되는 탄화수소 가스의 탈탄소화와 관련하여 높은 기술력을 보유하고 있는 것으로 조사됨

□ 분석 종합표

[평가지표/ 정량적 분석]

평가지표	한국		미국	유럽	일본	중국
	전체	중소기업				
특허 활동도 ¹⁾	23.8	10.2	100.0	44.6	17.3	85.9
특허 부상도 ²⁾	46.8	52.7	47.4	49.9	27.0	100.0
특허 시장력 ³⁾	47.5	34.1	59.9	100.0	50.1	21.5
특허 영향력 ⁴⁾	31.4	41.5	100.0	31.5	44.9	12.6
상대적 기술경쟁력 ⁵⁾	48.7	45.1	100.0	73.5	45.3	71.6

* 각 평가지표 값은 원 계산 값에 상대적 비교의 편의성을 위해 최고점 100점으로 환산한 값이며, 상대적 기술경쟁력은 각 평가지표의 가중치를 1:1로 반영하여 평균값을 도출한 것임

[주요 특허 선별지표]

선별지표	가중치
패밀리 특허 수(A)	2
피인용 횟수(B)	2
발명자 수(C)	2
청구항 수(D)	1.5
등록 여부(E)	1.5
IPC 수(F)	1
↓	
선별지표 최종 계산식 ⁶⁾	$(A+B+C)X2 + (D+E)X1.5 + (F)X1$

1) 전체 출원건수 대비 국가별 출원건수 평가

2) 각 국가별 전체 출원건수 대비 최근 5년 출원건수 평가

3) 국가별 패밀리 국가수(PFS) 평가

4) 국가별 피인용도(CPP) 평가

5) 상기 4개 평가지표의 합계 최고 국가 대비 상대값

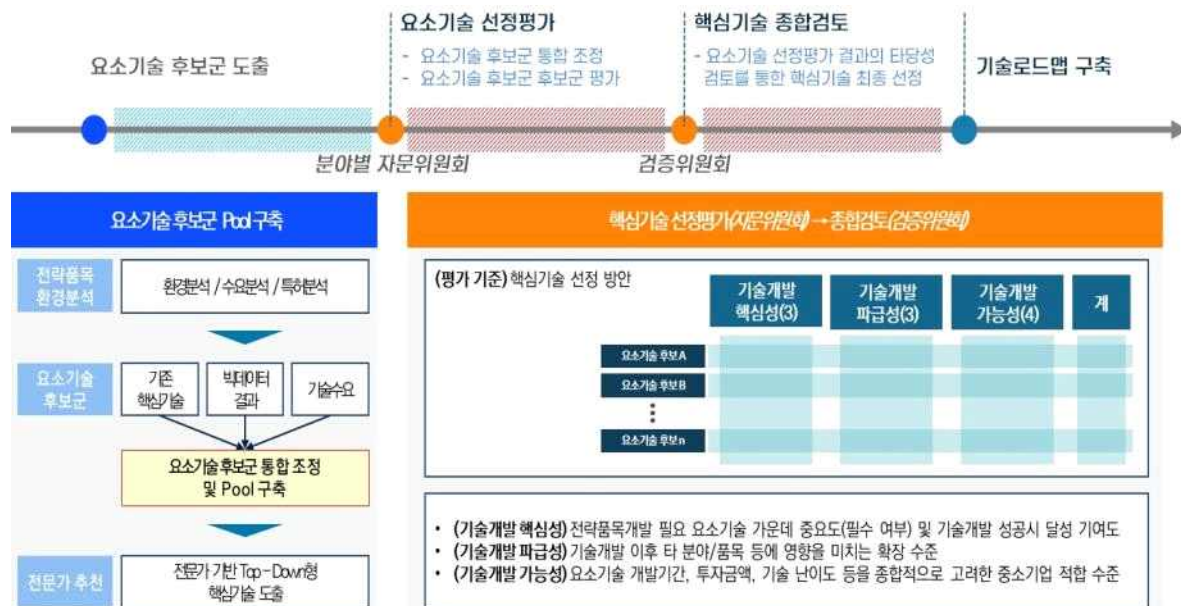
6) 전략품목과의 정합성을 높이기 위하여 선별지표 최종 계산식에서 2~3배 후보군을 도출한 다음 명칭, 요약, 청구항을 참조하여 최종 주요 특허를 선별함

4. 기술개발 로드맵

[기술 로드맵 구축 개요]

□ 구축 절차 및 방법론

- 기후진 로드맵 핵심기술, 빅데이터 분석방법론(KDD/KM)을 활용한 정량분석 결과와 기술수요 니즈, 전문가 참여 등을 기반으로 핵심기술을 선정하고 기술로드맵 기획
- 핵심기술은 기술개발 핵심성, 기술개발 파급성, 기술개발 가능성 등 평가점수 도출 후 전문위 종합 검토를 통해 선정
- 도출된 요소기술을 대상으로 전문위원회를 통해 평가요인별 평가를 실시하고 검증위원회를 통하여 최종 선정



< 기술 로드맵 구축 절차 및 방법론 >

□ 로드맵 수립 시 중점 고려사항

- 대상 전략품목 관련 최종 선정된 핵심기술에 대한 정의서를 작성하고 이에 기반하여 로드맵 수립
- 산업생태계를 고려 중분류 단위까지 세분화하여 상용화를 고려한 개발목표 제시
- 핵심기술의 현 기술수준 및 중소기업 니즈를 고려 중소기업 적합 기술목표 제시
- 기술변화속도를 고려 일률적인 1년 단위 목표제시가 아닌 순환 주기별 로드맵 구조화

가. 요소기술 도출 및 핵심기술 선정

[1] 요소기술 도출

- ☐ 기추진 로드맵 핵심기술, 빅데이터 분석방법론(KDD/KM)을 활용한 정량 분석 결과와 기술수요 니즈, 전문가 참여 등을 기반으로 핵심기술 선정을 위한 전략품목 요소기술 2개 선정

[요소기술 후보군 도출]

구분	중분류	요소기술	출처*
1	신재생에너지	• CCU 기반 e-SAF 제조 공정 최적화 기술	전문가
2	바이오연료	• 바이오매스 활용 SAF 제조	전문가

* 출처 : 기존 핵심기술, 특허-빅데이터, 중소기업 니즈, 수요처 니즈, 대국민(제빙), 전문가 등

[2] 핵심기술 선정

- ☐ 전략품목 요소기술을 대상으로 전문위원회를 통하여 핵심기술 2개 선정

[핵심기술 선정]

중분류	핵심기술	개요
신재생 에너지	CCU 기반 e-SAF 제조 공정 최적화 기술	• 이산화탄소 원료를 화석연료가 아닌 전기에너지, 광에너지 등을 활용하여 SAF를 제조할 수 있는 촉매 및 화학공정 기술
바이오연료	바이오매스 활용 SAF 제조기술	• Bioethanol, HEFA 등 바이오매스를 전환을 통한 SAF 제조 기술

핵심기술 정의서(안)

01 CCU 기반 e-SAF 제조 공정 최적화 기술

기술 유형 (중분류)	☒ 신재생에너지 ☐ 바이오연료	
기술개요	• 이산화탄소 원료를 화석연료가 아닌 전기에너지, 광에너지 등을 활용하여 SAF를 제조할 수 있는 촉매 및 화학공정 기술	
기술요구사항	• 다양한 CO2 포집 기술 또는 포집 free CO2를 활용하여 직접 또는 중간체를 거치는 간접 전환을 위한 SAF 제조 촉매 및 공정 기술 • 2050 탄소중립 대응을 위한 전기 에너지, 광에너지 등을 에너지원으로 활용할 수 있는 소재 및 공정 시스템 기술	
기술개발 목표	• (As-Is) SAF 수율 15%, TRL3 → (To-be) SAF 수율 25%, TRL 5 • (예상성과) 탄소중립을 위한 전기화 기반 CCU 소재 및 공정 기술 석유화학 연료 및 원료를 사용하지 않는 SAF 제조 촉매 기술	
기술 개발 내용	1차년도	• SAF 제조 최적 반응 경로 및 에너지 활용 시스템 도출 • 전기에너지 및 광에너지 활용 CCU 기반 SAF 제조 촉매 개발
	2차년도	• SAF 제조 촉매 내구성 개선 및 Scale-up • 촉매 내구성 확보 >200h • 벤치규모 반응기 설계
	3차년도	• 벤치규모 SAF 제조 벤치규모 반응기 구축 및 시운전 • SAF 수율 25% 확보

02 바이오매스 활용 SAF 제조 기술

기술 유형 (중분류)	☐ 신재생에너지 ☒ 바이오연료	
기술개요	• Bioethanol, HEFA 등 바이오매스를 전환을 통한 SAF 제조 기술	
기술요구사항	• 목재, 농업 및 임업 잔류물 등의 바이오매스를 활용하는 alcohol to jet 공정 기술 • Alcohol을 중간체로 거치지 않는 HEFA, 바이오매스 등을 활용한 SAF 제조 기술	
기술개발 목표	• (As Is) TRL3~4 수준의 바이오 SAF → (To be) TRL6 이상 기술 및 터빈 엔진 실증 • 바이오매스 원료로부터 고효율 bioethanol 제조 공정 기술 • 다양한 alcohol을 활용한 SAF 전환 통합 공정 기술 • 친환경 수소 공급을 통한 HEFA 기반 SAF 제조 기술	
기술 개발 내용	1차년도	• 다양한 바이오 원료 활용을 위한 SAF 제조 소재 및 공정 기술 개발 • 바이오 SAF 제조 파일럿 설계
	2차년도	• 파일럿 규모 SAF 대량 제조 기술 실증 • CO2 배출 감축을 위한 공정 효율화
	3차년도	• 바이오 SAF 활용 터빈 엔진 실증 및 성능 평가 • ASTM 인증 획득

나. 기술 로드맵 구축

(1) 기술개발 목표

[「CCU를 통한 친환경 SAF 제조」 기술개발 로드맵]

중분류	핵심기술	기술 요구사항	개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
신재생 에너지	CCU 기반 e-SAF 제조 공정 최적화 기술	다양한 CO2 포집 기술 또는 포집 free CO2를 활용하여 직접 또는 중간체를 거치는 간접 전환을 위한 SAF 제조 촉매 및 공정 기술 2050 탄소중립 대응을 위한 전기 에너지, 광에너지 등을 에너지원으로 활용할 수 있는 소재 및 공정 시스템 기술	SAF 제조 최적 반응 경로 및 에너지 활용 시스템 도출 전기에너지 및 광에너지 활용 CCU 기반 SAF 제조 촉매 개발	SAF 제조 촉매 내구성 개선 및 Scale-up 촉매 내구성 확보 >200h 벤치규모 반응기 설계	벤치규모 SAF 제조 벤치규모 반응기 구축 및 시운전 SAF 수율 25% 확보	(As-Is) SAF 수율 15%, TRL3 → (To-be) SAF 수율 25%, TRL 5 (예상성과) - 탄소중립을 위한 전기화 기반 CCU 소재 및 공정 기술 - 석유화학 연료 및 원료를 사용하지 않는 SAF 제조 촉매 기술
바이오 연료	바이오매스 활용 SAF 제조 기술	목재, 농업 및 임업 잔류물 등의 바이오매스를 활용하는 alcohol to jet 공정 기술 Alcohol을 중간체로 거치지 않는 HEFA, 바이오매스 등을 활용한 SAF 제조 기술	다양한 바이오 원료 활용을 위한 SAF 제조 소재 및 공정 기술 개발 바이오 SAF 제조 파일럿 설계	파일럿 규모 SAF 대량 제조 기술 실증 CO2 배출 감축을 위한 공정 효율화	바이오 SAF 활용 터빈 엔진 실증 및 성능 평가 ASTM 인증 획득	(As Is) TRL3~4 수준의 바이오 SAF → (To be) TRL6 이상 기술 및 터빈 엔진 실증 - 바이오매스 원료로부터 고효율 bioethanol 제조 공정 기술 - 다양한 alcohol을 활용한 SAF 전환 통합 공정 기술 - 친환경 수소 공급을 통한 HEFA 기반 SAF 제조 기술

(2) 로드맵 기획

- (총론) 항공부문 탄소감축 및 글로벌 정책 대응을 위해 EU, 미국 등에서 의무화 중인 지속가능 항공 연료(Sustainable aviation fuel, SAF) 기술 개발을 위한 중소기업 전략기술로드맵 구축
- (중소기업 기술개발전략1) 이산화탄소 원료를 화석연료가 아닌 전기에너지, 광에너지 등을 활용하여 SAF를 제조할 수 있는 촉매 및 화학공정 기술개발
- (중소기업 기술개발전략2) Bioethanol, HEFA 등 바이오매스를 전환을 통한 SAF 제조 기술개발

개발방향	전략품목	핵심기술	단계별목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
신재생 에너지	CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템	CCU 기반 e-SAF 제조 공정 최적화 기술	SAF 제조 최적 반응 경로 및 에너지 활용 시스템 도출	SAF 제조 촉매 내구성 개선 및 Scale-up	벤치규모 SAF 제조 벤치규모 반응기 구축 및 시운전	(As-Is) SAF 수율 15%, TRL3 → (To-be) SAF 수율 25%, TRL5 (예상성과) ● 탄소중립을 위한 전기화 기반 CCU 소재 및 공정 기술 ● 석유화학 연료 및 원료를 사용하지 않는 SAF 제조 촉매 기술
			전기에너지 및 광에너지 활용 CCU 기반 SAF 제조 촉매 개발	촉매 내구성 확보 >200h 벤치규모 반응기 설계	SAF 수율 25% 확보	
바이오 연료		바이오매스 활용 SAF 제조 기술	다양한 바이오 원료 활용을 위한 SAF 제조 소재 및 공정 기술 개발	파일럿 규모 SAF 대량 제조 기술 실증	바이오 SAF 활용 터빈 엔진 실증 및 성능 평가	(As Is) TRL3~4 수준의 바이오 SAF → (To be) TRL6 이상 기술 및 터빈 엔진 실증 ● 바이오매스 원료로부터 고효율 bioethanol 제조 공정 기술 ● 다양한 alcohol을 활용한 SAF 전환 통합 공정 기술 ● 친환경 수소 공급을 통한 HEFA 기반 SAF 제조 기술
			바이오 SAF 제조 파일럿 설계	CO2 배출 감축을 위한 공정 효율화	ASTM 인증 획득	

[「CCU 활용 친환경 SAF 제조 시스템」 로드맵]