

기획보고서

---

# 미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 핵심기술 실증 기술개발사업

---



국토교통부  
Ministry of Land, Infrastructure and Transport



국토교통  
과학기술진흥원



# 차 례

I. 사업개요 .....	1
II. 동향분석 및 문제도출(Why) .....	1
1. 사업 배경 .....	1
2. 주요 동향 .....	3
① 국내외 기술동향 .....	3
② 국내외 시장동향 .....	11
③ 국내외 정책동향 .....	16
3. 문제제기 .....	24
① 미시행시의 문제점 .....	24
III. 사업추진 당위성(Why) .....	27
1. 추진 필요성 및 경위 .....	27
2. 시급성 .....	29
3. 국고지원 타당성 .....	30
IV. 기술개발내용(What) .....	32
1. 사업개념 및 범위 .....	32
2. 핵심 개발내용 .....	32
3. 연차별 연구개발 내용 .....	35

4. 차별성 및 연계성 .....	35
5. 실행전략 및 중장기 연계 로드맵 .....	37
<b>V. 기술개발 목표(What) .....</b>	<b>38</b>
1. 사업 목표 .....	38
2. 성과 목표 .....	40
① 최종성과물 .....	40
② 정량성과지표 .....	40
② As-Is - To-Be .....	41
<b>VI. 실증후보지 검토(Where) .....</b>	<b>42</b>
1. 베트남 .....	42
2. 인도네시아 .....	46
3. 필리핀 .....	48
<b>VII. 사업 추진방안(How) .....</b>	<b>52</b>
1. 추진체계 및 전략 .....	52
2. 과제 선정 · 관리 · 평가계획 .....	53
3. 소요예산 및 자원조달 계획 .....	54
4. 위험요인 및 극복방안 .....	55
5. 신재생에너지 R&D 투자 패키지와의 연계방안 .....	56

# ||| 참 고 목 차 |||

1. 베트남 건설부 바이오매스 실증사업 참여의향서 .....	59
2. 해외실증의 필요성 .....	61
3. 바이오매스 다부처공동기획 개요 .....	63
4. 국토부 관점의 경제성 확보 방안 .....	65
5. 경제성 분석 .....	66



# 미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발

## I. 사업개요

- (목적) 왕겨, 야자 등 미활용 바이오매스로 재생연료를 활용하는 플랜트 건설·운영기술 개발을 통하여 동남아시아 등 해외건설 신시장 진출에 기여
- (기간) '21.4월 ~ '25.12월
- (예산) '21년) 44억원, 총 사업비 355억원(국고 269억원)
- (수행방식) 지정 공모(100%)
- (기술분야) 기계·소재 신재생패키지(바이오매스)
- (연구개발단계) 응용(25%), 개발(75%)
- (연구내용별단계) 시스템·공정
- (예타제도 연계성) 성장형
- (연구전략성) 핵심기술 고도화
- (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원/산(40%), 학(10%), 연(50%)

## II. 동향분석 및 문제도출(Why)

### 1. 사업배경

#### □ 배경

- 건설업은 경제발전과 함께 고속 성장을 견인해 왔으며, 2014년 역대 최고의 수주금액을 달성하는 등 한국경제의 새로운 성장 동력으로 부상
  - 해외건설 수주에 있어 중동지역 비중은 50%에 육박하며, 공중중 플랜트가 차지하는 비중은 78%로 지속적으로 증가하는 추세
    - \* 해외건설 수주현황(해외건설협회): '14년 660.1억(70건), '15년 461.4억(697건), '16년 281.9억(907건), '17년 290.1억(624건), '18년 321.2억(662건), '19년 223억(669건)
    - \*\* 지역별 수주 현황: 중동 47.5%, 아이사 24.1%, 유럽 10.2%, 중남미 10.2% 등
    - \*\*\* 공종별 수주 현황: 플랜트 78.4%, 토목 8.6%, 건축 7.5% 등

- 산업발달에 따른 화석연료 사용 증가로 지구 온난화 가속
  - 중국, 미국 중심으로 대규모 온실가스 배출되고 있고, 전 세계적으로 온난화로 인한 세계 기상 이변 속출로 2015년 파리협정에서 지구평균온도 상승폭 2°C 미만 억제하기로 합의
  - 산업, 건물, 수송 등의 화석연료 기반 에너지의 수소에너지로의 전환 필요
- 정부는 공공이 8대 선도사업에 투자를 확대하되, 새로운 비즈니스 모델을 창출하고 신성장 동력을 확충하는 '혁신성장'의 마중물 역할을 하도록 강조
  - 포트폴리오 다각화를 위해 재생에너지를 생산·가공·재활용하는 고부가가치 자원플랜트 개발 필요
- 바이오매스 플랜트 산업은 전후방 경제적, 산업적 파급효과가 큰 미래 성장동력
  - (전방산업) 분산형 바이오매스 발전을 중심으로 한 전기, 열 등 에너지 분야와 바이오 재료, 바이오 리파이너링 등 다양한 새로운 미래산업 창출 가능
  - (후방산업) 연관 업체가 대부분 중소·중견기업으로 1개의 플랜트 시스템 건설에 중소기업 핵심단품 약 10만개 정도의 파급효과가 있어 기업의 성장과 고용창출로 기대
- 성장하는 동남아 플랜트시장에 조기 대응하고, 정부의 신남방정책에 기여할 수 있는 기술 개발 절실
- 확보 용이 재생연료를 활용한 동남아 맞춤형 플랜트 시장의 조기 진입을 위해 EPC기반 진출 모델과 Track Record 확보 필요
- 기 구축된 동남아시아(베트남, 태국, 인도네시아 등) 네트워크 체계를 활용하여 해외공동연구를 통한 지식생태계 및 해외시장 기반의 산업생태계 동시 구축 필요

## 2. 주요 동향

### ① 국내외 기술동향

#### □ 국내 기술동향

- 바이오매스 에너지관련 핵심기술은 보유하고 있으나, 상용급 설비·인프라 구축·운영 등 실적(Track-Record) 부족으로 해외수주·수출은 미흡
- 미래창조과학부 글로벌프론티어사업('10.10~'19.8)의 차세대바이오매스연구단, 환경부, 산업부 등 범부처로 친환경에너지타운시범사업('15~'17) 진행 중
  - 차세대바이오매스연구단에서는 미세조류에 기반한 고성능 바이오매스 개발, 친환경·경제적 바이오매스 확보, 바이오매스의 연료·소재 전환 융합기술 개발을 목표로 글로벌 원천기술 개발 중
  - 친환경에너지타운시범사업에서는 1단계 '17년까지 정부주도로 홍천 등 15~20개소 조성하고 2단계 '18년부터는 민간주도로 사업 확대 추진
  - 우드칩, 펠릿 등의 고품연료 생산기술과 가스화 기술이 주를 이루는데 반탄화 펠릿 생산 기술 및 가스화 실증 연구 완료
  - 현대건설은 회전형 연소로를 이용한 처리용량 95톤/일급 베트남 왕겨 발전사업에 관한 연구 수행
- (고형 바이오연료) 국내 고형 바이오매스 연료의 소각 및 열병합발전 기술은 독자적 설계·시공 수준을 보유하고 있음
  - 하지만 바이오매스 연료의 특성에 따라 발생하는 연소 장애문제는 바이오매스별로 해결 기술이 개발되어야 함
  - 최근 미세먼지 등 대기환경오염 문제로 인하여 신규 발전시설에 대한 주민 수용성 문제와 이로 인한 활용부지 확보 한계로 인해 기존 발전시설에 대한 발전 효율증가 문제가 중요하게 부각되고 있음
  - 국내의 높은 기술력에도 불구하고 해외 바이오매스에 최적화된 시스템 개발 및 현지 실증 경험 부족으로 바이오매스 플랜트 수출 실적 미흡하고 현지 실증 기술개발을 통한 Track Record 확보가 요구됨
  - 국내 고형 바이오매스 연료 시장은 우드칩, 펠릿 등으로 형성되어 있으며 2018년 REC가중치 조정 이후로 폐목재 사용량은 급속히 감소중임
  - '19년 기준 목재펠릿 생산량은 2,810천톤이며 이중 국내 생산량은 243천톤이고 수입산이 1,567천톤으로 자급률이 8.7%에 불과함

- '08년 시범사업으로 시작한 목재펠릿 보일러 보급은 '19년 현재 28,158대가 국내에 보급되어 있고 그 중 24,854대는 주택용이고 산업용은 76대, 지역난방용도 4대가 보급됨

< 바이오매스 전용발전 기술 분야 기업의 사업화 현황 >

기업명	주요 기술개발 및 사업화 활동	
두산중공업	중대형 폐기물 CFB 보일러 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lentjes 인수를 통한 중대형 폐기물 전용발전 기술 확보</li> <li>• 군장에너지에 150MWe급 설비 수주 등 국내외 사업 진행중</li> </ul>
한솔신텍	중소형 폐기물 CFB 보일러 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10MWe급 내외의 소형 폐기물 전용발전 기술을 에너지기술연구원에서 기술이전 원주 RDF 전용발전소에 적용</li> <li>• 수십~100MWe급 CFB 보일러 기술을 독일 Envirotherm에서 이전받아 국내 다수의 폐기물 전용발전소 사업 진행</li> </ul>
BHI	중소형 폐기물 CFB 보일러 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foster wheeler 등과 협력하여 중소형 CFB 보일러 사업 진행</li> </ul>
중부발전	바이오중유 운영기술 중소형 폐기물 CFB 보일러 운영기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제주화력을 중심으로 바이오중유 시범사업 진행중</li> <li>• 원주 RDF 등 중소형 CFB 폐기물 전용 보일러 운영중</li> </ul>
동서발전	중소형 CFB 보일러 운영기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동해 바이오매스 발전소 (30MWe) 운영중</li> </ul>
한국지역난방공사	바이오중유 운영기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대구지역난방공사에서 바이오중유 실증 시험완료</li> <li>• 소형 우드칩 전용 발전소 운영</li> <li>• 광주·전남 지역에 폐기물 전용발전 설비 구축중</li> </ul>
에너지기술연구원	폐기물 CFB 보일러 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10MWe급 RDF 전용발전 과제 수행 및 기술이전</li> <li>• 2MWe급 CFBC plant 자체 보유</li> <li>• CFB 보일러와 관련된 연소장애 관련 과제 수행중</li> </ul>
생산기술연구원	산업용 보일러에 바이오매스 적용 기술, 전용 버너 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오중유, 열분 오일 등 액상 신재생연료용 전용버너 개발</li> <li>• 1.5MW 연소 테스트 plant 및 20톤/hr급 산업용 보일러 보유</li> <li>• 고온부식 저감, 폐기물 연료 고효율 연소 관련 과제 수행중</li> </ul>

출처 : 산업부 미션이노베이션 바이오 분과 2017

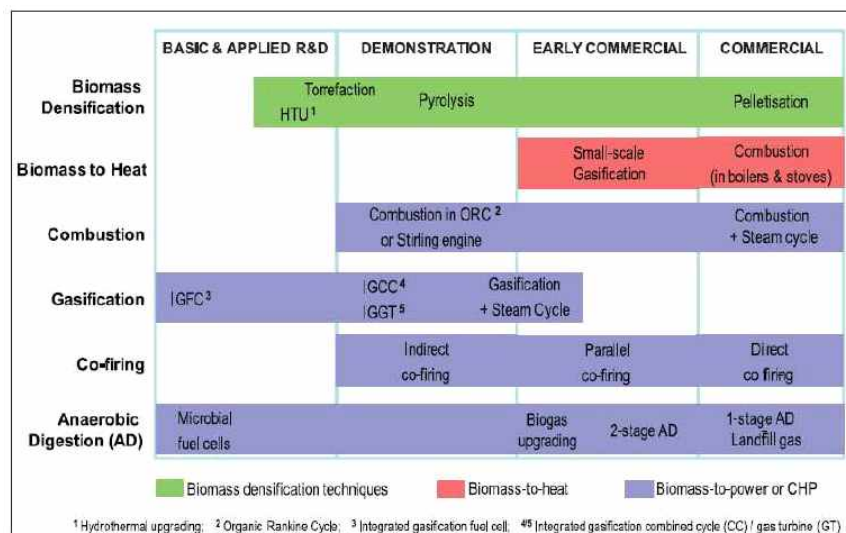
○ 국내 주요 기업 및 연구기관

- (생산가공 분야) 자원 및 품종 개발에 있어서의 주요 기업 및 연구기관은 (주)바이트론, 동부한농, 생명공학연구원, 국립식량과학원 등
- (액체연료생산 분야) 바이오에탄올, 바이오디젤 생산에 있어서의 주요 기업 및 연구기관은 창해에탄올, 엘비엘네트웍스, 두원정공, GS칼텍스, SK에너지, 코오롱건설, 삼성물산, 한국생산기술연구원, 한국에너지기술연구원 등

- (가스화 분야) 청정바이오합성가스 생산에 있어서 주요 기업 및 연구기관은 (주)지앤지인텍, 삼양에너지에너지(주), (주)대우건설, 포스코, GS건설, 고등기술연구원 등
- (특허분석) 주요출원인 현황으로 대기업은 CJ제일제당, GS칼텍스, 중소기업은 범한엔지니어링, 더블유비엠과학기술, 대학/연구기관은 한국에너지기술연구원
- 주요출원인의 대표기술로 대기업은 바이오매스 가스화, 액체연료화, 연구기관은 바이오오일, 중소기업은 폐목재 이용 바이오매스 가스화, 바이오에탄올 제조 기술
- 특허활동지수가 높은 기업은 범한엔지니어링(13.94), 특허 인용관계(평균 CPP)를 이용한 기술성/시장성에서 한국은 시장확보력과 기술수준이 낮은 것으로 나타나, 기술개발과 연구인력 양성이 요구
- 특허수준평가에서 대기업은 CJ제일제당의 지수가 높고, 중소기업은 대체적으로 낮은 점수를 받아 법적권리, 시장성, 기술력 확보 필요성이 높음

□ 해외 기술동향

- (동남아) 플랜트 핵심기술은 해외에서 도입
  - 태국 Dan Chang Bio Energy 프로젝트에서는 농업부산물을 이용하여 120톤/시×2기, 53MW 열병합발전 사업을 진행하였으나, 보일러와 스팀터빈은 Alstom사 제품
  - 태국 Chia Meng Group 프로젝트에서는 왕겨를 이용하여 17톤/시, 2.5MW 열병합발전 사업을 진행하였고, 공급자는 유럽의 KonusKesselGmbH, Deutsche Babcock Group
  - 말레이시아 TSH Bio Energy Sdn Bhd 프로젝트에서는 팜부산물(EFB, PKS)를 이용하여 80톤/시, 14MW 열병합발전 사업을 진행하였고, 보일러는 Babcock&Wilcox사 제품
- (유럽) 유럽 동남아 현지법인이 바이오매스 부산물을 이용한 열병합발전, 고품연료 제조 등 개별 시설 형태로 사업 추진 중
  - Boilermech Sdn Bhd, Vickers Hoskins Sdn Bhd 2개 기업은 동남아 바이오매스 플랜트 시장의 26%를 점하고, 10% 이상의 수익성을 나타냄
- (일본) 바이오매스 발전사업 경제성 확보와 국내 자원의 한계극복을 위해 해외자원을 활용한 바이오매스 발전소 건설을 가속화
  - '17년 4월부터 개정 신재생 에너지 특별 조치법 시행으로 신재생에너지인 바이오매스 해외진출 기반마련



바이오매스의 열 또는 전력 변환 주요기술의 개발현황

자료 : Ausilio Bauen (E4tech), 2009, Bioenergy - A sustainable and Reliable Energy Source, A review of status and prospects, The Energy Research Centre of the Netherlands

- 바이오매스 직접 연소를 통한 열 생산은 전 세계적인 바이오에너지 응용산업을 주도하고 있으며 보다 효율적인 이용을 위해 최신 전기 생산기술과 결합
  - 직접 연소에 의한 발전은 바이오매스와 석탄을 동시에 연소시키는 혼소 방식과 바이오매스 전용 보일러에서 연소시키는 전소 방식으로 구분
  - 직접 연소를 통한 바이오매스 발전에 관한 주요 기술적 과제는 ① 에너지 수율 개선 ② 혼소 시 발전효율 저하 억제 기술 개발 ③ 전처리, 원료조달 문제 ④ 부생성물 처리임.
- (유럽) '유럽 프레임워크 프로그램(FP)'을 통해서 회원국 공동연구를 지원하고 있으며, 현재는 바이오매스 연소보일러의 대형화와 고효율화를 목표로 기술개발 진행
  - Foster Wheeler(스위스)사는 순환유동층 방식으로 발전용량 10 ~ 2,200 MW 실증플랜트에 대해서 미국, 칠레, 한국 등에 도입 실적 보유
  - Metso(핀란드)사는 순환유동층 방식으로 열용량 50 ~ 600 MWth 실적을 보유하고 있으며, 현재 350 MWe (850 MWth) 플랜트 scale-up 실시
- (미국) Energy Efficiency & Renewable Energy(EERE)에 바이오매스 다년 프로그램 계획의 연구 개발 목표가 정해져 있으며, '16년 발전량 20MW, 석탄 혼소율 20%의 바이오매스 혼소 발전 기술 개발
  - Babcock & Wilcox사는 순환유동층 방식으로 조지아주에 53.5 MW의 바이오매스 발전소를 건설 및 운영
  - ALSTOM사는 순환유동층 방식으로 영국 석탄혼소발전소 4,000 MW 도입 사례가 있으며, 50 ~ 130 MW급 중규모 증기터빈도 개발
- (일본) NEDO를 통한 폐기물 소각 전문기업을 중심으로 목질 바이오매스 혼소 및 전소 발전 기술을 개발하여 동남아시아에 납품 실적 다수 보유
  - JFE엔지니어링사는 JFE 순환유동층보일러 기술로 증발량 45 t/h, 발전출력 10 MW 실증플랜트 실적 보유
  - Takuma는 유동층보일러 방식으로 2006년 기준 214건의 다수의 실적 보유
  - 미쓰비시조선은 미쓰비시 순환유동층보일러 기술로 4건의 실적 보유
- 국외의 하수슬러지 고형연료화 기술은 약 20 ~ 30년 전부터 연구 개발이 진행되어 왔으며, 다양한 기술과 상용화 플랜트가 가동 중에 있음.
- 고온 열적 건조기술 사례
  - 독일, 벨기에 등 유럽에서도 주로 적용되는 열적건조기술로 200℃ 내외의 열을 이용하여 벨트식, 디스크식, 유동상식 등 다양한 건조방식이 적용됨.

<해외 열적 건조기술 적용시설 사례>

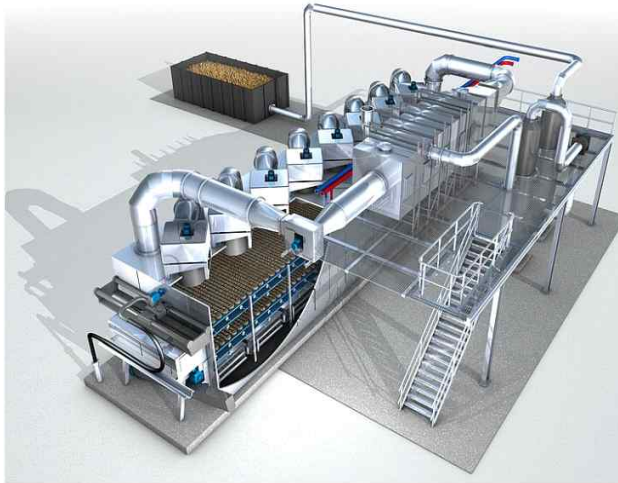
구분	독일 Karstadt (공법사 Andritz)	독일 Nuberg (공법사SMS)	벨기에 Houthalen (공법사 Andritz)
시설 용량	270톤/일	260톤/일	260톤/일
건조 열원	배가스 폐열	포화증기(190℃, 23bar)	스팀(250℃, 15-20bar)
건조물 타입 및 처분	그래놀 시멘트공장 보조연료	펠릿 석탄화력발전 보조연료	그래놀 시멘트공장 보조연료
건조 온도	200℃	160-180℃	160-180℃
건조 방식	벨트식	박막식, 디스크식	유동상식

○ 중·저온 벨트 건조기술 사례

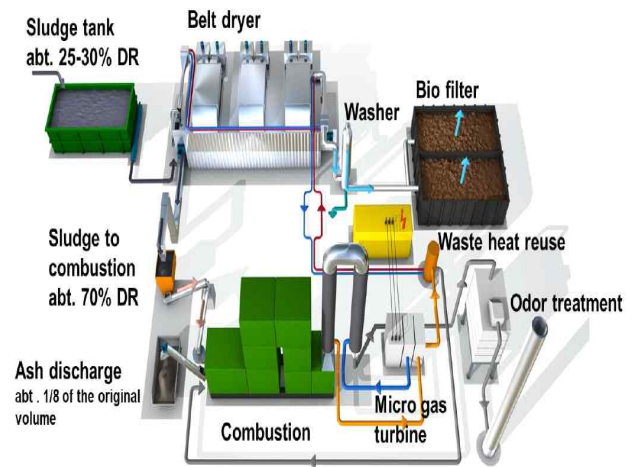
- 열적건조기술 중 안정성이 확보된 기술로 고온열적 건조기술에 비해 설비의 안정성 및 효율이 입증되어 상용화가 이루어진 기술임.
- 대표적인 기술로는 Huber사의 중온 벨트 건조기술, Srela 슬러지 저온 벨트 건조 기술, Andritz 슬러지 건조 기술 등이 있음.
- Huber사 중온 벨트 건조기술
  - 폐열을 이용하여 슬러지를 90 ~ 130℃ 범위에서 150분 동안 건조
  - 슬러지 온도가 70℃ 이상에서 최소 30분 이상 유지되어 병원균 사멸
  - 건조시간에 따라 고형물 함량을 65 ~ 90% 범위에서 선택적 건조 가능
  - 열소모량이 물 1 kg 증발에 0.9 kWh로 낮음

<Huber 중온 벨트 건조기술 적용 사례>

지역	용량	열원	건조기 구성	건조슬러지 사용처	증발속도
독일 Bavaria주 잉골슈타크	12,000톤/년	인근 소각로 열교환기 53℃ 온수	2개 라인	소각로 연소	600 kg/h
미국 무어스빌	-	천연가스 보일러 95℃ 온수	2개 건조기	비료	-
독일 Backnang	16,000톤/년	인근 바이오발효 플랜트 배출열	-	석탄발전 소 연료	-
독일 Straubing	9,000톤/년	건조슬러지 연소열	-	건조슬러지 지 소각	-



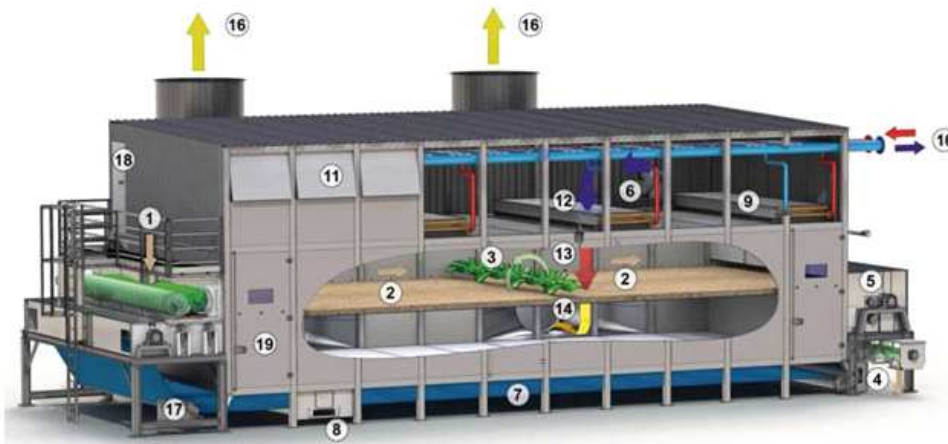
<Huber 중온 벨트 건조기>



< 독일 Straubing 하수슬러지 에너지화 시설 구성 >

- Stela사 저온 벨트 건조기술

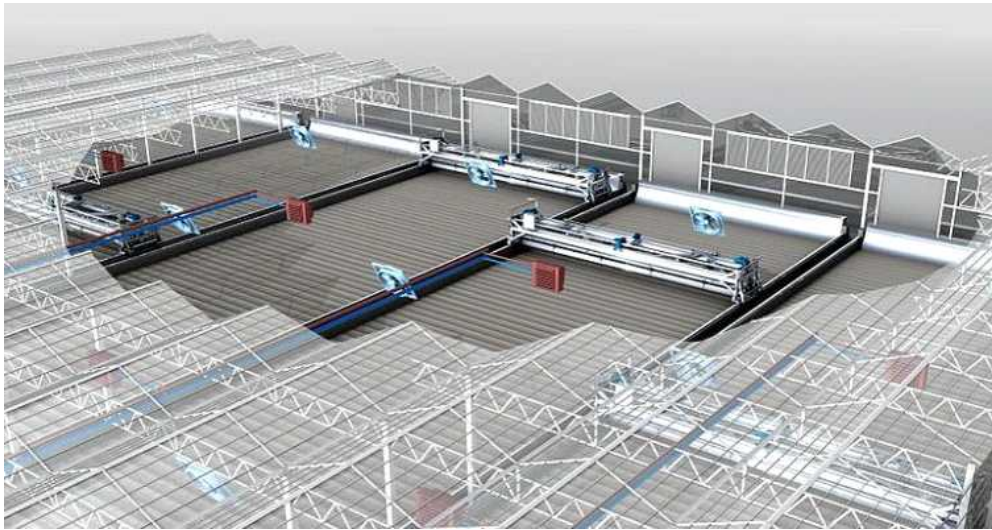
- 컨베이어벨트로 하수슬러지가 건조기 터널로 천천히 이동되면서 건조됨 (배출가스 재순환시스템 적용)
- 에너지원 : 열수, 천연가스, 바이오가스, 스팀, 배출가스, 석유 등
- 에너지 소비량 : 열에너지 0.8 kWh/kg-H<sub>2</sub>O, 전기에너지 0.05 kWh/kg-H<sub>2</sub>O
- 슬러지 수분 증발 용량 범위 : 100 ~ 25,000 kg/h



< Stela사 저온 벨트 건조기 >

○ 태양열 하수슬러지 건조기술

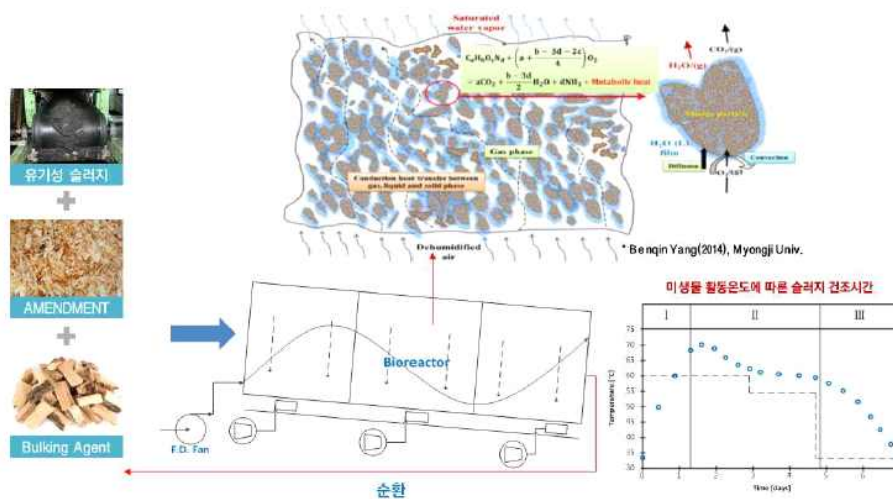
- 온실에서 태양복사에너지로 하수슬러지를 건조하며 일부 미생물 활동에 의한 건조가 병행됨. 슬러지 교반을 통해 건조효율을 상승시키는 공정 채택
- 슬러지 건조기술 중 가장 저렴한 운영비용으로 경제성 확보가 가능하지만, 소요부지가 넓고 건조기간이 길다는 단점이 있으며, 온실 내 수분함량 조절 시스템이 필요함.
- 대표적인 기술로는 Huber사의 태양열 하수슬러지 건조 기술, Wendewolf 슬러지 태양열 건조 기술, 스페인 마요르카섬 슬러지 태양열 건조 기술 등이 있음.



< Huber사 태양열 건조기 >

○ 생물학적 하수슬러지 건조기술

- 미생물의 분해열로 건조하는 기술로 외부열원이 필요한 열적 건조공정 대비 30% 절감된 비용으로 운전 가능한 장점이 있음.
- 건조공법에 따라 다르지만 15일에서 30일이라는 처리시간이 필요한 반면, 공정이 단순하고, 저온 건조, 질소, 인, 황의 고정효과로 인해 악취물질의 배출이 억제됨.
- 네덜란드의 생물학적 처리공법이 대표적이며, 퇴비화공정과 건조슬러지 연료로 활용이 가능한 공법으로 알려져 있음.
- 국내의 진에너지는 현재 바이오드라이킹과 열적건조를 조합한 5톤/일급 슬러지 건조 및 연료탄 생산 기술을 개발 중에 있음.



< 진에너지사의 Biodrying 건조기술 개념 >

② 국내외 시장동향

□ 국내 시장동향

- 바이오에너지 생산량은 '15년 기준 2,766천toe로 전년대비 2.0% 감소하였고, 발전량은 5,547GWh로 전년대비 19.1% 증가(출처: 한국에너지공단)
  - 바이오에너지의 신재생에너지 생산량 비중은 20.8%로 폐기물에너지(63.5%) 다음으로 높고, 발전량 비중은 15%로 폐기물 60.6%에 이어 두 번째
  - 바이오에너지의 보급용량은 ' 15년 기준 1,604MW로 신재생에너지 중 11.7% 차지하고, 전년대비 5.9% 증가신재생에너지 생산량 비중은 20.8%로 폐기물에너지(63.5%) 다음으로 높고, 발전량 비중은 15%로 폐기물 60.6%에 이어 두 번째 수준
- 바이오에너지의 국내 산업현황은 신재생에너지 중 기업체수 2위, 고용인원 4위, 매출액 3위, 내수 2위, 수출액 4위, 투자액 4위 수준
  - 바이오에너지의 기업체수 128개, 내수 11,884억 원으로 높은 수준이나, 수출액이 낮고 해외공장이 전무한 수준
- 바이오매스 산업은 시장의 니즈뿐만 아니라 정치, 사회 및 환경적 요인에 의해 연구개발 및 상용화가 진행되고 있는 산업으로
  - 매립가스의 활용이나 바이오디젤의 경우는 상용화 단계에 진입하여 전력생산등 에너지화에 상용화가 이뤄지고 있으나,
  - 열분해 가스화와 바이오매스로부터 연료, 수소제조는 아직까지 실증단계나 연구개발 단계에 있음(바이오매스 시장(연구개발특구 진흥재단, 2017)
- 한국에너지공단에서 2019년 11월에 발표한 2018년 신재생에너지 보급통계를 기준으로 2018년 보급된 바이오에너지는 9,363,229MWh로 전체 신재생에너지에 17.8%를 차지하고 전년도에 비해 25.4%가 증가함

(단위 : MWh)

구분	2017		2018		전년대비 증감		
	발전량	비중%	발전량	비중%	증감률%	기여도%	
총 발전량	577,331,030	100.00	593,638,916	100.00	16,307,886	2.82	-
신재생에너지	46,623,321	8.08	52,718,258	8.88	6,094,937	13.07	100.00
신재생에너지	43,868,299	7.60	49,251,304	8.30	5,383,005	12.27	88.32
신에너지	2,755,022	0.48	3,466,954	0.58	711,932	25.84	11.68
태양광	7,056,219	1.23	9,208,099	1.55	2,151,880	30.5	33.3
풍력	2,169,014	0.38	2,464,879	0.41	295,865	13.6	4.9
수력	2,819,882	0.49	3,374,375	0.57	554,492	19.7	9.1
해양	489,466	0.08	485,353	0.08	-4,113	-0.8	-0.1
바이오	7,466,664	1.30	9,363,229	1.58	1,896,565	25.4	31.1
폐기물	23,867,053	4.14	24,355,370	4.10	488,317	2.0	8.0
연료전지	1,469,289	0.25	1,764,948	0.29	295,659	20.1	4.9
신 I G C C	1,285,733	0.22	1,702,006	0.29	416,272	32.4	6.8

주) 국내 총발전량은 사업자+상용자가+신재생자가용 합계임

2018년 신재생에너지원별 비중, 증감, 기여도

(단위 : MW)

구분	2017		2018		전년대비 증감		
	설비용량	비중%	설비용량	비중%	설비용량	증감률%	기여도%
신재생에너지	2,092	100.00	3,533	100.00	1,442	68.92	100.00
신재생에너지	2,059	98.44	3,435	97.23	1,376	66.85	95.49
신에너지	33	1.56	98	2.77	65	198.88	4.51
태양광	1,362	65.1	2,367	67.0	1,005	73.7	68.7
풍력	114	5.4	161	4.6	48	42.0	3.3
수력	6	0.3	4	0.1	-2	-32.8	-0.1
해양	-	-	-	0.0	-	-	-
바이오	487	23.3	865	24.5	378	77.7	26.2
폐기물	90	4.3	38	1.1	-52	-57.9	-3.6
연료전지	33	1.6	98	2.8	65	198.9	4.5
신 I G C C	-	-	-	0.0	-	-	-

주1) 2018년도 신규보급 및 증설 용량임

주2) 혼소발전의 경우 혼소비율을 반영하여 보급용량 산정 : 혼소 설비용량(바이오 756MW, 약 87.4%), (폐기물 877MW, 약 20.6%)

2018년 신규 에너지원별 비중, 증감, 기여도

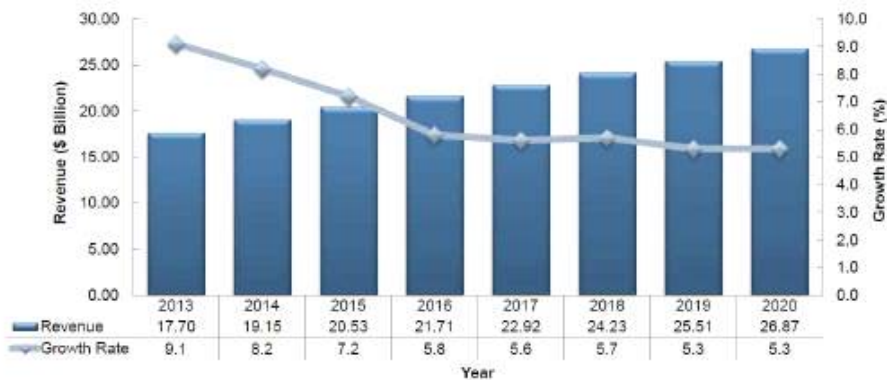
- 특히 2018년 바이오에너지는 865MW로 이중 혼소 설비용량은 756MW로 바이오에너지의 87.4%를 차지하고 있으며,
  - 최근 혼소 설비에 대한 환경문제와 주민수용성, 무분별한 해외자원 활용 등 다양한 이슈가 발생하여 향후에는 감소할 것으로 예측됨
- 우리나라의 바이오매스 부존자원은 연간 1,128만 TOE 정도이며, 현재 기술로 이용가능한 보급 잠재량은 232만 TOE 수준이며,
  - 바이오에너지는 유기성 폐기물 혐기소화에 의한 바이오메탄(가스) 및 LFG를 이용한 열, 발전이용, 성형탄, 우드 칩 등 고형 바이오연료에 의한 열 또는 발전, 바이오디젤등이 있음
- 국내 바이오매스 플랜트는 두산중공업이 2011년 Lentjes 지분의 과반수를 인수하여 바이오매스 발전시장에 진출함

□ 해외 시장동향

- 동남아 바이오매스 플랜트시장은 '11년부터 '17년까지 연평균 14.1% 성장하여, '17년 10.8억 달러 규모 달성
  - \* '11년 동남아시아 4.913억 달러, '17년 세계시장 7,575억 달러(출처: Frost & Sullivan)
- 동남아 바이오매스 플랜트 시설은 ' 11년 183개소에서 ' 17년 516개소로 크게 증가
- 인도네시아 등 동남아 5개국의 농림부산물 바이오매스 발생량은 962백만 톤(' 12년 기준)으로 높은 활용 잠재량 보유(출처: 에너지경제연구원)
- 바이오에너지 산업의 핵심분야는 처리설비와 열병합설비 분야이며, 설비 가격은 내구성과 가치하락으로 연평균 4.0% 완만하게 감소할 것으로 전망(출처: Frost & Sullivan)
  - 처리설비 분야에서는 고품연료 제조설비가 높은 수익을 내고, 열병합설비 분야에서는 보일러가 핵심 수익원
  - 핵심 수요처는 농업 및 식품 처리산업과 제조산업, 특히 식품, 종이와 펄프 산업인 것으로 나타남
  - 바이오에너지 산업의 주요 경쟁 요인은 에너지 출력용량에서의 고효율과 훈련, 유지보수 및 운영지원을 통해 제공되는 부가가치
- 전 세계 바이오매스 발전 시장규모는 2015년 205억 3,000만 달러에서 연평균 성장률 5.5%로 증가하여, 2020년에는 268억 7,000만달러에 이를 것으로 전망됨

[그림] 글로벌 바이오매스 발전 시장규모

(단위: 십억 달러)



※ 자료 : Frost & Sullivan, Global Biomass Power Generation Market, 2016

- 전 세계 바이오매스 발전 시장의 누적설치 용량은 2014년 85.2GW에서 연평균 성장률 5.5%로 증가하여, 2019년 111.1GW에 이를 것을 전망함

[그림] 글로벌 바이오매스 누적 설치 용량

(단위 : GW)

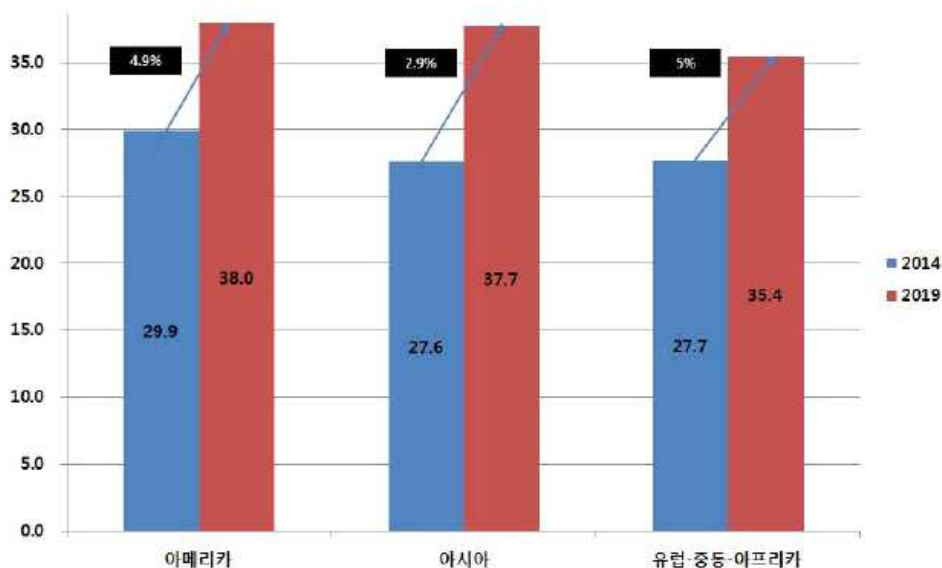


※ 자료 : TechNaivo, Global Biomass Power Generation Market, 2016

- 전 세계 바이오매스 발전시장을 지역별로 살펴보면, 2019년을 기준으로 미주지역이 세계 바이오매스 발전시장에서 34.2%의 점유율, 유럽-중동-아프리카에서 31.9%, 아시아 지역이 33.9%를 차지함

[그림] 글로벌 바이오매스 발전 시장의 지역별 발전량 규모 및 전망

(단위 : GW)



※ 자료 : TechNaivo, Global Biomass Power Generation Market, 2016

- 아메리카 지역의 발전량은 2014년 29.9GW에서 연평균 성장률 4.9%로 증가하여, 2019년에는 38.0GW에 이른 것으로 보여지고,
  - 아시아지역의 발전량은 2014년 27.6GW에서 연평균 성장률 2.9%로 증가하여, 2019년 37.7GW에 이른 것으로 보여지며,
  - 유럽-중동-아프리카 지역의 발전량은 2014년 27.7GW에서 연평균 성장률 5%로 증가하여, 2019년에 35.4GW에 이른 것으로 보여짐

### ③ 국내외 정책동향

#### □ 국내 정책동향

- 신재생공급의무비율 상향, 보급 지원 사업 추진, 신재생연료혼합의무화제도(RFS) 시행 등으로 '35년 신재생에너지 보급률 11% 달성
  - \* 신재생 보급목표(% , 1차에너지 기준) : ('20) 5.0 → ('25) 7.7 → ('30) 9.7 → ('35) 11
- '18년부터 신재생공급의무비율(RPS)을 상향조정하여 신재생 설비 투자 유도 및 보급 확대 촉진
  - \* 공급의무비율 : ('16) 3.5% → ('18) 5.0% → ('20) 7.0%
- RPS(Renewable Portfolio Standard, 산재생에너지공급의무화) : 에너지 사업자에게 생산하는 에너지의 일정비율을 재생에너지로 공급, 판매하도록 강제하는 제도로써,
  - 국내에서는 일정규모 발전용량(500MW)이상을 보유한 발전사업자(공급의무자)에게 총 발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지를 이용하여 공급토록 하는 의무화제도(RPS)이며, 신재생에너지별 가중치가 있음
  - 관련규정 :
    - ① 신에너지 및 재생에너지 개발 이용,보급촉진법 제12조의 5
    - ② 신재생에너지 공급의무화제도 및 연료혼합의무화 관리운영지침(산업통상자원부 고시 제2020-4호)
    - ③ 신재생에너지센터 공고 제2020-9호 “공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙)
  - 공급의무자 범위 : 국내는 총 21개사('18년 기준) 한국수력원자력, 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전, 지역난방공사, 수자원공사, SK E&S, GS EPS, GS파워, 포스코에너지, 씨지엔울촌전력, 평택에너지서비스, 대륜발전, 에스파워, 포천파워, 동두천드림파워, 파주에너지서비스, GS동해전력, 포천민자발전
  - 의무공급량의 지속적으로 증가함에 따라서 이에 해당하는 신재생에너지 발전규모가 지속적으로 성장할 것으로 보여지며, 바이오매스 또는 바이오에너지 비중도 높아질 것으로 기대됨  
(바이오 및 폐기물에너지 RPS REC 가중치가 매년 낮아져서 사업성이 낮아질 것으로 예상됨)

< 바이오 및 폐기물에너지 RPS REC가중치 >

구분	공급인증서 가중치	대상에너지 및 기준
기타 신재생 에너지	0.25	IGCC, 부생가스
	0.5	폐기물, 매립지가스
	1.0	수력, 육상풍력, 바이오에너지, RDF전소발전, 폐기물가스화발전, 조력, 자가용 발전설비를 통해 전력을 거래하는 경우
	1.5	목질계 바이오매스 전소발전, 해상풍력, 수열

○ 바이오에너지 및 폐기물 혼소발전

- 적용기술 : 바이오에너지 및 폐기물을 화석연료 발전소에 연료로 투입하는 경우
- 적용대상 : 에너지원간 포트폴리오 구성이 가능한 Group1 사업자(5000MW 이상 설비 보유자)
- 적용방식 : 정책적 단일 목표방식, 단계별 연착륙 방식
- 한계설정 : 국내 잠재량을 감안하여 RPS 의무량중 일정규모의 이행실적 상한 설정

< RFS 이행을 위한 바이오에너지 및 폐기물 혼소발전 비율 대안 >

구분	대상자	기간	대안			비고
			1안	2안	3안	
바이오 에너지를 활용하는 경우	Group 1	2015~2017	30%	25%	20%	정책발표 (연착륙 유류)
		2018~2020	25%	20%		
		2021~	20%	15%		

- REC는 공급인증서 발급대상 설비에서 공급되는 전력량에 가중치를 곱하여 MWh단위를 기준으로 발급하여 발전사업자가 신재생에너지 설비를 이용하여 전기를 생산공급하였음을 증명하는 인증서로 공급의무량에 대해 신재생에너지 공급인증서를 구매하여 충당할 수 있음

○ REC 발급제한

- 대상 : 목질계 바이오매스 자원으로 활용되는 폐목재 및 임지잔재 등
- 방향 : 목질 재활용이 가능한 자원이 무분별하게 에너지원으로 활용되는 것을 원칙적으로 봉쇄한다.
- 적용 : 목질계 바이오매스 중 REC 발급대상 제외항목을 추가한다.
- 기반영 : 건설 폐목재 및 사업장 폐목재 중 신축현장 폐목재, 목재 팔레트, 목재 포장재, 전선드럼 등 재활용 가능성 폐목재 경우에는 공급인증서 발급 가중치를

적용하지 않는다.

- 추가반영 : 벌채, 숲가꾸기 등 산림사업을 통해 발생한 원목 등이 재활용 가능한 경우에는 공급인증서 발급가중치를 적용하지 않음으로써 타 연관 산업으로의 영향을 최소화 한다.
- RFS(Renewable Fuel Standard, 신재생연료혼합의무화) : 석유정제업자 또는 석유수출입업자(혼합의무자)에게 일정비율 이상의 신재생에너지 연료를 수송용 연료에 혼합하도록 의무화한 제도로 2013년 7월 30일에 공포되어 2년간의 유예기간을 거쳐 2015년 7월31일부터 시행, 미국, 브라질, 유럽에서도 시행중인 제도
- RHO(Renewable Heat Obligation, 신재생열에너지 공급의무화) : 일정 연면적 이상 신축 건축물에서 사용하는 열에너지의 일정 비율을 신재생 에너지를 이용하여 공급하도록 하는 제도로, 이는 태양열, 지열, 바이오매스, 연료전지 등 신재생 열에너지산업의 활성화를 위해 준비중이며 관련 법 개척 추진중임
- 탄소배출이 높은 에너지 분야에서 친환경 연료전환, 전력 생산시스템에서의 효율 향상을 통한 온실가스 감축
  - 기후기술 핵심 원천 기술 확보 및 실증을 통해 조기에 민간으로 기술개발 성과를 확산하고 온실가스 감축에 기여
- 해외 바이오매스\* 조립 등을 유도하여 산림바이오매스(펠릿, 칩, PKS\*\* 등)를 에너지용으로 국내에 반입
  - \* 영국, 일본 등은 지속가능성을 인정받은 산림바이오에너지만 반입 허용
  - \*\* PKS(Palm Kernel Shell) : 팜 열매 가공 부산물로 발전용 원료로 사용

○ 관련 정부 발표대책, 중장기 계획

구분	내용
<p>건설산업 혁신방안 (제9차 경제관계장관회의, '18.6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술혁신) R&amp;D 강화, 스마트 인프라 등 기술로 승부하는 <b>건설시장의 확대</b>를 통해 건설산업을 낡은 전통산업→<b>혁신친화적 산업으로 전환</b></li> <li>- (공공 R&amp;D 강화) 건설자동화, 스마트 유지관리 등 첨단 건설기술 개발에 '27년까지 <b>약 1조원 투자</b>하여 핵심기술 보급</li> <li>* 메가스트럭처+플랜트 : 해외수요가 높은 공종의 집중개발로 원천기술 및 글로벌 경쟁력 확보 (바이오매스 및 지하복합 플랜트 기술)</li> </ul>
<p>신재생에너지 R&amp;D 패키지 투자 모델('19.1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (목표) 정부 <b>에너지 전환정책의 성공적인 이행을 지원</b> ('20년 재생에너지 발전량 비중 20% 달성에 기여)</li> <li>- (바이오) 해외 바이오매스 자원확보* 및 미활용 바이오매스 에너지화** 등</li> <li>* 바이오매스 자원 공동개발, 현지 에너지화 협력사업 등</li> <li>** 미활용 바이오매스(농/산림/폐기물) 이용 등</li> </ul>
<p>신남방정책특별위원회 제4차 회의 안건(19.12)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>균형있고 효과적인 실질협력 확대 (우리 강점과 현지 수요를 결합한 후속사업 발굴)</u></li> <li>- (현지 수요 발굴) 아세안 각국의 현지 수요 및 현안, 해당년도 의장국 주제, 우리측 관심 분야와의 결합 가능성을 고려하여 <b>잠재적 기대 성과가 높은 현지 수요 적극 발굴</b></li> </ul>
<p>바이오산업(19.10) (제9회 과학기술관계장관회의)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 레드바이오 위주에서, <b>자원·환경</b> 등 글로벌 난제에 대한 대안으로 급속한 성장이 예상되는 <b>그린·화이트바이오 분야까지 확대</b></li> <li>- (글로벌 경쟁력 강화를 위한 R&amp;D 혁신) 식량, 환경 문제 등에 대응 가능한 그린·화이트 바이오 원천기술 개발에 대한 투자 및 연구 성과의 실용화를 위한 실증연구 확대 검토</li> <li>- (바이오 생태계 조성 및 해외진출 지원) 생산 효율화·공정 고도화와 함께 핵심 소재·장비 개발 및 단계별 품질관리 실증 등 상용화 R&amp;D 지원 확대</li> </ul>

## □ 해외 정책동향

- 세계 주요국들은 의무 할당, 보조금 제도 등 정책적인 유인을 통해 바이오 에너지 수요 증가를 견인
- 미국, 브라질, EU 등 여러 국가에서 바이오연료를 화석연료에 일정비율로 혼합하여 의무적으로 사용하도록 함
- 미국은 타산업에 비하여 발전이 더딘 농업분야의 신재생에너지 산업을 활성화하고, 농업 부문의 환경적 가치를 활용하기 위하여 바이오매스를 중심으로 하는 신재생에너지 정책을 추진하고 있으며, 기존 화석에너지 사용 저감을 위한 인센티브를 활용
- 에너지정책법(Energy Policy Act : EPACT)
  - 온실가스 생산을 방지하는 다양한 형태의 재생에너지 생산시설에 대해 세금혜택과 대출보증을 지원하는 제도
  - 재생연료 생산기준 2006년 40억 갤런에서 2012년 75억 갤런 생산을 목표로 설정
  - 에너지부(DOE)에서 6개의 바이오에탄올 식물 프로젝트에 3억8천5백만 달러 지원하고, 휘발유와 혼합한 바이오에탄올 1리터당 0.135달러, 경유와 혼합한 바이오디젤 1리터당 0.264달러의 세금혜택을 부여
  - 에너지독립 및 안전에 관한 법률(2007)에서는 2022년까지 1,360억 리터의 재생에너지 사용을 목표로 설정
- 에너지독립안보법(Energy Independent and Security Act : EISA)
  - 바이오연료 수요확대에 대비하기 위해 곡물 외에 폐기물, 잔류물 등의 재생가능연료 원을 바이오연료로 전환하는 기술개발을 지원하고, 에너지 생산효율 개선기술개발, 환경영향평가, 관련 연구 및 시범사업을 지원하는 제도
- 신재생에너지 연료혼합의무제도(Renewable Fuel Standard : RFS)
  - 화석연료 공급자에게 공급하는 화석연료의 일정비율을 바이오연료로 공급하도록 의무화하는 제도
- 독일은 바이오가스를 사용한 열병합 발전소에서 생산되는 전력에 대해 인센티브(발전차액지원제도(FIT))를 제공하는 제도를 통해 발전과정에서 생산된 열을 작물 건조나 작물재배를 위한 온실열원으로 사용할 정도로 효율성을 극대화하고 있음
- 지난 15년간 독일 전역 농지에 태양광 발전기를 이용한 대규모 발전시설이 널리 퍼져 이제는 더 이상 발전차액지원제도가 적용되지 않음
- 2020년까지 설정한 분야별 바이오매스 생산량 목표를 달성한다면 전체 에너지 수요의 15% 이상을 충당하는 것으로 보고, 그 과정에서 농업부문

이 가장 큰 역할을 담당하고 있음

- 덴마크는 에너지안보(Energy Security), 경제성장(Economic Growth), 환경의 지속가능성(Environmental Sustainability)의 3E 정책간 균형, 발전을 달성한다는 장기 목표를 세우고 에너지 생산증가를 통한 에너지 자급 수준 제고
  - 화석연료 의존 탈피 및 재생에너지로의 대체를 통한 에너지 공급원 다변화와 친환경 에너지 여건 조성, 시장 친화적 에너지 소비 절감정책 및 신기술 도입을 통한 에너지 효율성 제고 등을 도모하고 있음
  - 에너지세 : CO<sub>2</sub>세, SO<sub>2</sub>세 및 Green Tax로 구성되며 통상에너지 사용료(구입비)의 60%이상
  - 에너지관리표준 : 기업별 에너지 사용등급평가를 발급하여 에너지 절감기업에게 감세 혜택을 부여함
  - 에너지 라벨링 제도 : 건물과 전기제품에 대해 에너지 효율등급을 지정 및 공시
  - 자발적 에너지 절감 협약 : 가입회원사에게 CO<sub>2</sub>세를 감면
  - 건축법상 규제 : 건물의 설립연도에 따라 차등적인 에너지 효율을 요구
  - 쓰레기 분리수거 정책 시행
- 일본은 바이오매스 활용을 확대하기 바이오매스 활용 추진 기본계획(‘10년 12월 17일 내각회의 결정)을 수립하여 ‘20년까지 탄소량 환산으로 연간 약 2,600만 톤의 바이오매스 이용 목표 설정
  - 신재생에너지와 관련된 일본의 대표적인 농업분야 정책은 “국내신용제도(국내배출 삭감량 인증제도)”이며, 에너지 활용 극대화를 위한 시설원에 거점 정비등의 정책을 통해 2020년까지 600개의 바이오매스 타운을 조성하겠다는 “바이오매스 일본 종합정책(2002)”을 추진하고 있음
  - 바이오매스 일본 종합정책(2002) : 2010년 목표는 폐기물계 바이오매스 80% 이상, 미 이용 바이오매스 25% 이상으로 설정, 2020년까지 600개의 바이오매스 타운 구축
  - 교토의정서 목표달성 계획(2005) : 바이오매스 타운을 구축하며, 바이오에너지 변환 및 이용기술을 개발함
  - 바이오연료기술 혁신 계획(2008) : 셀룰로오스 에탈을 기술을 개발하며, 2015년 제조비용 목표설정과 보급을 확대하며 자국 내 미 이용 바이오매스

- (¥100/L)의 혁신적 기술을 이용
- 바이오매스 활용추진 기본법(2009) : 바이오매스 활용추진 회의를 설치한다 (7개 부처의 담당정부)
  - 바이오매스 활용추진 기본계획(2010) : 2020년 바이오매스의 활용 목표는 약 2,600만 탄소 톤으로 설정함
  - 중국의 재생에너지 산업육성 관련 정책은 2006년 <재생에너지법>을 시작으로 <재생에너지 산업발전지도목록>, <10대 산업진흥계획>, <국가중장기 과학기술발전계획>, <재생에너지 중장기 발전계획>, <순환경제촉진법> 등 관련 정책을 지속적으로 발표하고 있음
    - 2020년 에너지립을 1,678만 헥타르 규모로 확대하고 바이오매스 연료로 2,025만톤 표준석탄 규모에 달하는 석유화학 에너지를 대체하여 재생에너지 비율을 2% 수준으로 확대할 계획
    - 2020년까지 바이오매스 에너지 발전기 용량을 3,000만kW로 증가시키고 고품형 바이오매스 연료 연간 이용량으로 2,000만톤 목표 설정
  - 말레이시아는 현재 폭발적인 인구 증가와 산업기반 시설 확충 등으로 지속적으로 분산 전원망 구축을 계획 중이며 특히 풍부한 바이오매스를 이용한 바이오매스 발전을 통한 안정적 전력 공급을 계획 중임
    - 말레이시아는 재생에너지 사용비중을 기존 (2009년 기준) 1%에서 2015년까지 5.5%, 2020년까지 11%로 확대할 계획임
    - 재생에너지 발전용량은 2006년 55 MW에서 23배 증가하여 2015년 1 GW, 2030년 4 GW까지 성장할 전망임
  - 베트남은 재생에너지 생산 전력량 비중을 '50년까지 전체 에너지의 24%까지 높일 예정이며 발전 부문에서는 59%까지 확대할 계획을 발표함
    - 재생에너지 발전의 가장 큰 비중은 바이오매스 열병합발전을 목표로 두고 있으며 이를 통해 산업적 이윤 창출과 온실가스 감축 효과를 동시에 얻고자 함
    - 바이오매스 연료량을 '20년에 80만TOE, / '30년 370만TOE, '50년 1,050만TOE로 확대계획
  - 베트남은 바이오매스 전력 프로젝트 개발을 지원하기 위한 메커니즘 수립 ('20.3, 총리결정)으로 공시단가 상승
    - \* (바이오매스 열병합 발전) 1,634 VND/kWh = 7.03 UScents/kWh = 88원/kWh
    - \*\* (기타 바이오매스) 1,968 VND/kWh = 8.47 UScents/kWh = 102원/kWh
  - 바이오매스 전력 부문에 투자 유치계획이며, 바이오매스 발전은 660 MW(' 20년), 1,200 MW(' 25년) 및 3,000 MW(' 30년) 증가 예정

- 베트남은 재생에너지 사업관련 법인소득세 감세 및 수입관세 면제 시행
  - 청정개발체제 사업에 포함된 재생에너지 전력 발전소를 설립하는 새로운 업체에 대해 15년 동안 10%의 법인소득세 감세
  - 신재생에너지 생산 관련 원자재·재료, 부품·장비·기계 등 5년간 수입관세 면제

< 신재생에너지 개발사업·품목에 대해 수입관세 면제 >

사업	품목
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 태양열 에너지, 풍력 에너지, 생물 가스, 지열 에너지, 조수 에너지 개발 사업</li> <li>- <u>전력 발전소, 전력 전송·전력 분배 투자 사업</u></li> <li>- <u>재생에너지 관련 기계, 설비, 조립 부품에 대한 투자 사업</u></li> <li>- 청정개발체제(CDM) 사업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기계 및 설비(원자재와 재료 포함)</li> <li>- 전문 인력을 위한 24인승 이상의 운송 차량</li> <li>- 조립, 설비, 기계 및 운송 차량에 사용되는 부품, 예비 부품, 주형</li> <li>- 국내에서 생산되지 않는 건설자재</li> </ul>

### 3. 문제제기

#### ① 미시행시의 문제점

- (해외건설 손실) 해외 석유화학플랜트, 조선해양플랜트 등 수년간 EPC 분야 적자가 누적되고 있고, '17년 해외 철도분야 EPC 플랜트에서도 큰 손실 기록
- 저가수주 방지, 수주 경쟁력 강화 및 효율적인 리스크 관리 방안 필요
- \* '16년 중동 수주 전년대비 35.2% 감소한 107억 달러, '15년 대형 조선 3사 적자규모 약 8조5천억, '17년 4분기 현대로템 플랜트 해외 EPC 부분 480억원 총당금 설정

#### <글로벌 프로젝트 손실 사례>

UAE 루와이스 정유 프로젝트	사우디 사이바 NGL PKG 1,2,3,4	사우디 쿠라야 민자발전
계약금액 36억불	계약금액 27억불	계약금액 21억불
기간 2012.12~2014.01(50개월)	기간 2011.06~2014.05(36개월)	계약연도 2011
추정손실 4.050억원	추정손실 3.350억원	추정손실 공사기간 6개월 지연
주요원인 원가 산정 시 연약지반에 대한 고려 부족	주요원인 사업타당성 분석 시 현장 위치, 환경에 대한 판단 착오, 마찰을 위한 무리한 수주	주요원인 집중호우에 대한 대비 부족
사우디 쿠라야 민자발전	UAE 두바이 제벨알리 M 복합화력발전소	사우디 아람코 열병합 발전소
계약금액 21억불	계약금액 17억불	계약금액 4.7억불
계약일자 2011	계약일자 2007.03~2010.06(39개월)	계약일자 2011
추정손실 약 100억원	추정손실 6,000억원	추정손실 공사 착수 4개월 지연
주요원인 견적단계(원가산정)에서 작업 패키지 누락(BOP 1set)	주요원인 발전소 프로젝트에 대한 경험 부족, 성능보장 부족으로 장기간 종료하지 못하고 있음	주요원인 인력확보 문제, 근로자들의 출입국 승인 지연

※출처 : 플랜트 조선 컨퍼런스 2016, 국제 프로젝트 관리 표준(ISO 21500)과 국가직무능력표준(NSC)의 이해와 활용 (2016.01)

- (신남방 시장 경쟁력 약화) 해외 플랜트 진출 국가로는 경제성장성을 기준으로 동남아시아 시장이 유망하나, 개발도상국들의 저가공세로 재생연료 EPC 사업 경쟁력 약화
- \* 인도네시아, 베트남, 방글라데시, 스리랑카는 경제개발에 따른 인프라 수요가 연 10% 이상 큰 폭으로 증가할 전망
- 동남아시아 재생연료는 국가별로 다양하고 풍부하나, 반입이 불가하여 국내 실증 불가
- 국내 유사 재생연료라 하더라도 품종이나 생육환경, 보관방법 등의 차이로 현지 맞춤형 재생연료 플랜트 EPC 기술 필요

#### < 참고 : 신남방정책 >

1. 베트남(V) · 인도네시아(I) · 필리핀(P)(VIP) 국가와 협력 강화
  - 협력기금 확대, FTA 고도화
2. 기술, 문화예술, 인적교류 확대
  - 교통, 에너지, 수자원 관리, 스마트 정보통신 분야 협력 강화
3. 사람중심 경제협력 확대
  - 신재생에너지, 경전철, 서민주택, 상하수도 등 국민 생활과 직결된 분야
  - 도서지역 전력공급 확대를 위한 '에너지 자립섬' 시범사업 추진

- **(사업실적 미확보)** 관련 사업실적 부재와 독자적인 시스템 미보유로 O&M 사업 진출 곤란
  - 핵심공정에 대한 라이선싱 확보와 현지 재생연료를 사용한 장기운전 실적 확보로 EPC와 O&M 패키지 사업 수주 지원 필요
- **(해외 탄소배출권 미확보)** 신기후체제(Post-2020)의 파리협정이 채택('15.12월)·발효('16.11월)됨에 따라 동남아시아 재생연료 플랜트시장 진출을 통한 해외 탄소배출권 확보\*로 관련 기업들의 탄소 배출 부담\*\* 감소 가능 및 강화된 온실가스감축 목표\*\*\* 달성에 기여
  - \* 국내 배출권 거래제 현황('15년 기준) : 할당 대상 업체(524개), 할당량(5억 3,975만톤), 실제 배출량(5억4,265만톤)
  - \*\* 1톤당 탄소배출권 가격 증가('15년:11,744원 → '19년 12월 23일: 40,900원)
  - \*\*\* 신기후체제 출범에 대비, '30년 배출전망치 37%(국내 32.5%, 산림/국외 4.5%) 감축계획

**< 참고 : 2021년 정부연구개발투자 방향 및 기준 >**

Ⅲ. 기술분야별 투자전략 - 3. 에너지·자원

- 전 지구적 기후변화와 정부 에너지 전환정책의 성공적 달성을 위해 온실가스 감축에 기여도가 큰 분야를 중심으로 전략적 투자

Ⅲ. 기술분야별 투자전략 - 5. 기계·제조

- 미세먼지 저감, 온실가스 감축 등 국제환경 규제에 대응하여 기계·제조 분야 친환경화 및 성능 고도화 등에 지원 강화

- **(ICT 융합 기술경쟁력 미확보)** 가격 및 기술적인 경쟁력 확보를 위해 선도적인 IT 기술과 플랜트 유지관리 기술의 융합 필요

**< 참고 : 2021년 정부연구개발투자 방향 및 기준 >**

Ⅲ. 기술분야별 투자전략 - 5. 기계·제조 - 자동차, 조선, 플랜트

- 기계·제조 분야와 인공지능, 빅데이터 등 ICT 기술 융합을 가속화하여 주력산업 고도화 및 제조업 전반의 스마트화를 통해 미래 신시장을 선점

- **(사업 리스크)** 맞춤형 수출은 뚜렷한 비즈니스 모델을 가지고 있고 적시성, 경제성이 매우 중요하기 때문에 기반기술, 산업융합, 제도기반 구축이 동시에 추진되어야 함
  - 사업성 확보를 위해서는 현지 실정에 맞는 재생연료 플랜트 EPC와 O&M

사업 수주 병행 필요

- 또한, 사업 리스크 관리를 위해서는 동남아시아 국가별 사업환경(정책, 법·제도, 인허가, 문화 등)에 대한 철저한 조사와 지원 필요

**< 참고 : 2021년 정부연구개발투자 방향 및 기준 >**

라. R&D 주자시스템 고도화 - [R&D 투자의 효율성 제고]

- ④ (R&D PIE 확대?고도화) 혁신성장 핵심분야를 중심으로 적용을 확대하고, 투자필요영역?규제개선 등을 패키지화하여 사업기획 및 투자 강화

Ⅲ. 기술분야별 투자전략 - 3. 에너지·자원 - (3) 평가 및 시사점

- (시사점) R&D 패키지와 연계하여 핵심기술 확보, 국민 수용성 개선 등 분야별 해결해야 할 핵심문제들을 중심으로 전략적 투자 필요

### III. 사업추진 당위성(Why)

#### 1. 추진 필요성 및 경위

##### □ 필요성 및 요구배경

- 하강국면\*에 있는 해외수주 극복을 위해 글로벌 시장환경 다변화 대응과 미래 시장 선도를 위한 고부가가치 핵심기술 개발 및 실증 필요
  - \* 해외건설 수주현황(해외건설협회): '14년 660.1억불 → '15년 461.4억불 → '16년 281.9억불 → '17년 290.1억불 → '18년 321.2억불 → '19년 223억불
- 플랜트분야는 턱키 프로젝트 수주산업으로 고수익을 기대할 수 있으나, 개발위험 또한 커서 민간의 독자적인 연구개발이 어려우므로,
  - 정부주도\*의 해외 맞춤형 플랜트 기술개발·확산을 통해 신산업·신시장 선점\*\* 기반마련 지원
    - \* 에너지·자원·환경·기후변화 등의 플랜트는 공공성이 강한 국가 기간산업
    - \*\* 당사국의 주요 바이오매스 연료 및 부지 제공과 국내의 기술력 및 실증 연구 투자로 안정적인 현지 맞춤형 사업실적 확보 가능
- 확보가 용이한 재생연료를 활용한 동남아 맞춤형 플랜트 시장의 조기 진입을 위해 패키지(설계·조달·시공+운영·유지관리)기반 진출 모델과 Track Record 확보 필요
  - 성장하는 동남아 플랜트시장에 조기 대응하고, 정부의 신남방정책에 기여 가능한 수요 맞춤형 기술개발 필요
- 현재 유럽, 일본, 중국 등이 경쟁적으로 진출을 시도하고 있으나, 우리나라는 해외 실증실적이 미비한 상황\*으로 경쟁력 적기 확보\*\*를 위한 기술개발 시급
  - \* 현재, 국내 화이트바이오 분야는 산업 생태계가 형성되지 않은 초기 단계로 대표기업(Anchor) 부재 상태이며, 시장장출 및 해외진출을 위한 지원 시급
  - \*\* 미활용 재생연료의 적극적인 활용 및 분산전원 확보로 동남아시아 현지에 합리적인 에너지 공급체계 구축에 기여
- 기 구축된 동남아시아(베트남, 태국, 인도네시아 등) 네트워크 체계를 활용하여 해외공동연구를 통한 지식생태계 및 해외시장 기반의 산업생태계 동시 구축 필요
  - 베트남의 경우, 재생에너지 비중 확대 및 온실가스 배출 감축을 위한 2030

재생에너지 개발전략 추진 중으로 Win-Win 전략\* 추진이 적절한 시기

- \* (베트남) 바이오가스 생산량, 재생에너지 전략발전량 확대 ↔ (우리나라) 동남아 시장 진출 및 사업화 점유율 확대

## □ 추진근거

### ○ 과학기술기본계획

- 4차 과학기술기본계획 : 인프라-실증솔루션-비즈니스 모델 연계 실증 R&D 지원, 국가경쟁력 강화 첨단기술분야로 친환경 스마트플랜트 지정
- 제6차 건설기술진흥기본계획(2018~2022) : 해외 수요 대응형 건설기술 개발
- 제1차 국토교통연구개발사업종합계획(2018~2027) : 스마트 자원플랜트

### ○ 국정운영계획

- 신기후체제 주요선진국 미션이노베이션 : 바이오매스 등 청정에너지 분야에 '21년까지 약 1.12조 우선 집중 투자
- 신남방정책 : 에너지, 교통 등 기술, 인적교류 확대, 에너지 자립섬 사업

### ○ 관련법

- 기계설비법(2020년 시행) : 국제협력 및 해외시장 진출 지원(제5조의8-9)
- 해외건설촉진법 : 해외건설 시장개척을 위한 연구·조사사업 지원(제15조의4)

## □ 추진경위

- '13.05 : 동남아 수출형 바이오매스 통합에너지 복합플랜트 기획 착수
- 17.05 : 플랜트 R&D 협의회(국토부-산업부) 결과에 따라 국토부 추진
  - \* 산업부 과제와의 중복성이 없으므로, 추진하되, 기 개발 완료 또는 개발 중인 산업부의 연구성과와 적극연계·활용 방안 검토 및 추진
- '19.02 : 국내 미활용 바이오매스 통합 활용 체계 구축 사업 다부처(국토부, 산림청, 농진청) 공동 기획
  - (범위 및 주요 내용) 지역 단위의 바이오매스 관리-운송-활용의 유통체계를 연결하여 국내 미활용 바이오매스 통합 활용체계를 구축
    - \* (국토부) 바이오매스 에너지화 플랜트 모듈화 기술 및 통합 실증설비 구축
- '20.01 : 해외수주액 급감\*에 따른 동남아시아 맞춤형 수출을 위한 미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 실증 플랫폼 구축사업 추진
  - \* '19년(223억불)의 경우 전년대비 약 31% 감소

## 2. 시급성

### □ 해외플랜트 수주액 급감

- '19년 해외플랜트 수주액이 '14년 대비 60% 이상 급감하여 국내 경제침체의 주요한 원인으로 작용
  - 수주 촉진을 위해 에너지/환경융합산업인 바이오매스 플랜트 육성을 통한 공중 다변화와 수주 지속성 유지가 시급
  - 신남방정책 대상국가 등 해외시장 적기진출 및 해외건설·플랜트 수주 제고를 위한 실용화 기술 확보

### □ 신남방정책 정책 목표 달성

- 동남아 플랜트 시장 급성장\*에 대응하고, 정부의 신남방정책 목표 달성에 기여하기 위한 기술개발 지원이 시급
  - ☞ (신남방정책특별위원회 제4차 회의, '19.12) 우리측 관심 분야와의 결합 가능성 등을 고려하여 기대 성과가 높은 현지 수요 적극 발굴
    - \* 인도네시아, 베트남, 방글라데시, 스리랑카는 경제개발에 따른 인프라 수요가 연 10% 이상 큰 폭으로 증가할 전망
    - \*\* 해외 플랜트 주요 진출 대상이었던 중동은 선진국과의 기술 격차, 개발도상국의 저가 공세로 수주에 한계로 수주·수출 대상 다변화 시급
- '17년 신남방정책 표명으로 상생번영 공동체 정책 목표 달성 시급
  - 중소·중견기업의 신남방 지역 에너지·교통 등 중점분야 사업 진출
  - 글로벌 개방형 혁신 플랫폼 구축 및 과학기술·신산업 협력
  - 각국의 수요에 따른 고부가가치 맞춤형 협력모델 적용
- 현지의 긴급한 재생연료 시장수요(에너지, 자원, 환경, 기후변화 등) 분야에 대한 국내 강소기업의 동남아시아 시장 진출로 사람중심의 기술·경제 국제협력 강화

### □ 기술경쟁력 조기 확보

- 현재 유럽, 일본, 중국 등이 경쟁적으로 진출을 시도하고 있으나, 우리나라는 해외 실증실적이 미비한 상황으로 경쟁력 적기 확보를 위한 기술개발 시급
  - 현재, 국내 화이트바이오 분야는 산업 생태계가 형성되지 않은 초기 단계로 대표기업(Anchor) 부재 상태이며, 시장장출 및 해외진출을 위한 지원 시급

- 미활용 재생연료의 적극적인 활용 및 분산전원 확보로 동남아시아 현지에 합리적인 에너지 공급체계 구축에 기여

□ 당사국의 재생에너지 비중 확대 정책

- 베트남의 경우, 재생에너지 비중 확대 및 온실가스 배출 감축을 위한 2030 재생에너지 개발전략 추진 중으로 Win-Win 전략 추진이 적절한 시기
- (베트남) 바이오가스 생산량, 재생에너지 전략발전량 확대 ↔ (우리나라) 동남아 시장 진출 및 사업화 점유율 확대

※ 총리결정문 08/2020 / QD-TTg 2020 ('20.3.5) : 바이오매스 전력그리드 프로젝트 개발 지원 개정 등

\* 전기 비용 : ('14) 1,220(64원)VND/kWh →('20) 1,634VND(86원)/kWh (부가세 미포함)

☞ 최근 베트남 정부의 바이오매스 프로젝트에 대한 전력 단가를 감안하면 B/C 2.0 이상의 높은 경제성 확보 가능

### 3. 국고지원 타당성

□ 동남아의 정치적 리스크 완화

- 동남아의 정치적, 제도적 사업 리스크 완화를 위한 정부주도의 국제협력 및 연구개발 필요
  - 플랜트는 턴키 프로젝트 수주산업으로 고수익을 기대할 수 있으나, 초기 사업지출시 개발위험 또한 커서 민간의 독자적인 연구개발이 어려움
  - 플랜트분야의 경우 자체적인 기술개발을 통한 새로운 분야를 개척하는 고위험\*을 감수하기 보단 해외 기술을 활용한 매출 신장\*\*에만 주력
    - \* 플랜트는 대체로 라이선스(원천기술 : 기본설계)가 요구되는 대규모 시스템 기술로 민간 투자의 리스크가 큼
    - \*\* 국내 대기업의 경우에 라이선스를 구매하여 해외사업 수주에 대응하거나, 라이선스가 불필요한 상세설계 및 시공분야에 주로 진출
  - 신규시장 진출을 위해서는 '기술-인력-제도-정책'의 종합적인 지원 필요

□ 국가경쟁력 강화

- 에너지·자원·환경·기후변화 등의 플랜트는 공공성이 강한 국가의 기간산업 분야로 국가경쟁력과 직결되므로 정부의 집중적 지원 필요
  - 해외 맞춤형 재생연료 플랜트 기술개발 및 확산을 통해, 신산업·신시장 창출 및 세계시장 선점이 가능
  - 핵심기술 개발 및 상용화 성공률 제고를 위하여 정부 주도의 해외 실증 시설 구축 및 기술 검증 필요

□ 해외플랜트건설 수주 회복을 위한 투자

- 침체된 해외플랜트건설 수주를 촉진하기 위해 정부-공공기관-민간의 연구개발 투자사업을 통한 공중 다변화와 수주지속성 유지 필요
  - 주요 선진국이 해외플랜트건설 시장을 주도하고 있고, 후발국인 중국, 터키 등이 가격 경쟁력 등을 바탕으로 빠르게 성장 중
- 미활용 자원의 재생연료화 소요비용 등을 최소화하여 경제성 있는 수요 맞춤형 친환경 에너지·자원 플랜트 기술개발 확대
  - 에너지·환경 문제 동시 해결 및 저탄소 청정에너지원의 안정적 확보
- 한국의 생산 요충지로 인식됐을 뿐 소비시장\* 으로서 덜 부각된 동남아시아와의 국가 간 획기적인 경제적 협력 강화와 제한된 시장진출의 한계 극복 및 해외시장 경쟁력 확보를 위해 단계적 R&D를 통한 정부주도의 개선 역할 필요
  - \* 동남아시아 복합플랜트 시장 규모 : ('11) 4,813억달러 → ('14) 7,503억달러 → ('17) 10,632억달러

□ 국제협력 강화

- 동남아시아 주요국들과의 정부주도의 국제협력을 통한 안정적인 현지 실증과 신남방정책 목표 달성에 기여
- 당사국의 주요 재생연료 및 부지 제공과 국내의 기술력 및 실증연구 개발비용 투자로 안정적인 현지 맞춤형 사업실적\* 확보
  - \* 실질적인 비즈니스 모델 창출을 통한 상호 국가간 지속적인 협력 도출 가능

□ 해외탄소배출권 확보

- RPS 대상 공공기관 및 정부의 해외탄소배출권 확보 수단으로 필요

## IV. 기술개발 내용(What)

### 1. 사업 개념 및 범위

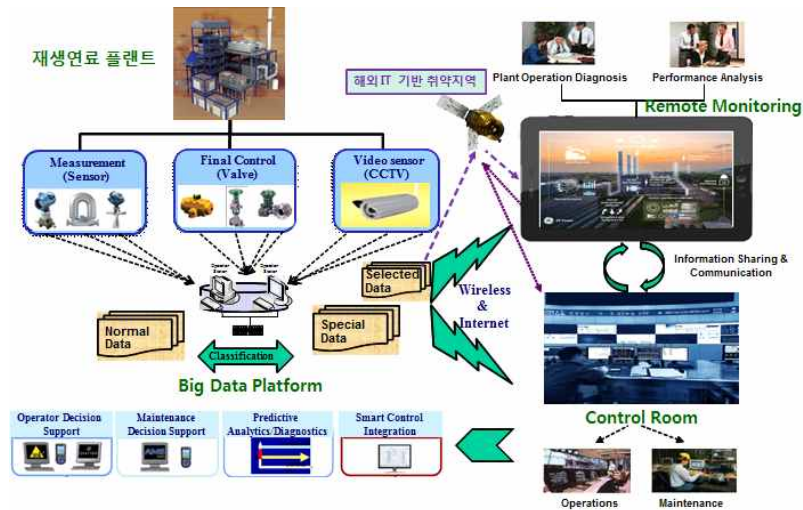
- 신시장 사업에 진출하기 위한 재생연료 사업화 패키지(맞춤형 EPC + 스마트 O&M +사업지원 솔루션) 실증 플랫폼 구축 사업
  - 동남아시아 맞춤형 재생연료 플랜트 건설기술 개발을 통하여 각 국의 재생연료에 특화된 EPC 기술을 확보
  - 지능정보기술을 기반으로 재생연료 플랜트를 유지관리하는 스마트 O&M 기술 개발
  - 정책, 법, 규제, 인허가 등 현지 사업지원 솔루션 지원



### 2. 핵심 개발내용

- (1세부) 동남아시아 맞춤형 EPC 개발
  - (목표) 재생연료 핵심공정의 독자적인 라이선싱 확보
  - 수요국(베트남) 및 바이오매스 원재료(4모작 왕겨 등)에 부합하는 바이오매스 발전 모델로 구성하여 차별성 강화

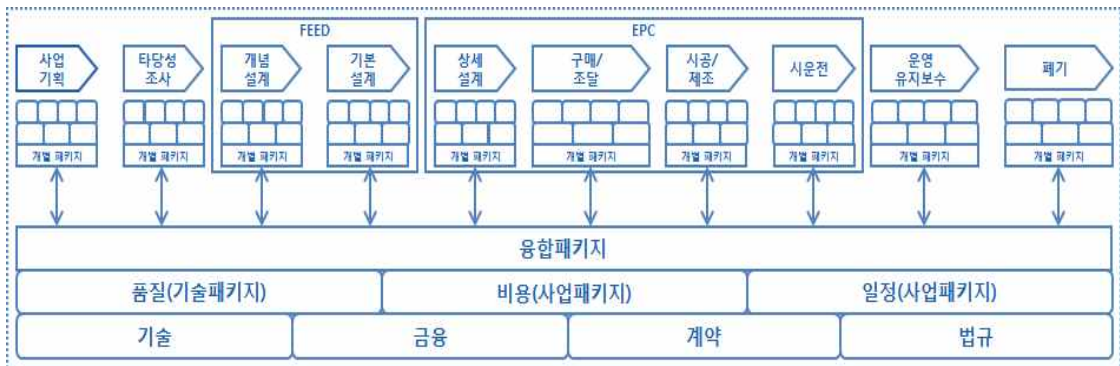
- 베트남 현지에서 대량 발생하는 왕겨 등을 이용하여 에너지를 공급하고, 공정 부산물은 현지 건축소재로 활용
  - (1-1세부) 바이오매스 전처리 기술개발
  - (1-2세부) 바이오매스 연료탄 생산 기술개발
  - (1-3세부) 바이오매스 에너지 생산 기술개발
  - (1-4세부) 바닥재 건축 소재화 기술개발
- (2세부) 재생연료 플랜트 그리드용 스마트 O&M 기술 개발
- (목표) 재생연료 모듈화 플랜트 실증을 통한운영관리 시스템 구축
  - 재생연료 플랜트 그리드 통합운영관리시스템 설계 기술개발
  - 재생연료 플랜트 그리드 통합운영관리시스템 구축 기술개발
  - 재생연료 플랜트 그리드 통합운영관리시스템 분석 기술개발
  - 재생연료 플랜트 그리드 통합운영관리시스템 운영 및 실증 기술개발
  - 재생연료 플랜트 그리드 통합운영관리시스템 표준 모델 개발



< 지능정보기반 재생연료 플랜트 스마트 통합관리 시스템 >

- (3세부) 현지 맞춤형 사업화패키지 실증 플랫폼 구축
- (목표) 동남아시아 재생연료 사업화패키지 플랫폼 구축
  - 개별 패키지(맞춤형 EPC, 스마트 O&M) 연계 및 통합
  - 현지 재생연료 플랜트 건설 사업관리 실증 기술
  - 사업화지원 토탈 솔루션 개발\*
- \* 정책, 법·제도, 인허가, 시장수요, 문화 등 사업진출 관련 정보 수집 및 제공
- 당사국과의 협력체계 구축 연구\*

- \* 재생연료, 부지 및 유틸리티 활용, 맞춤형 전문인력 양성, 기술 및 인력 교류 등
- 해외탄소배출권 확보가 가능한 해외 CDM 사업 모델 수립



<사업화 패키지 적용 개념>

### 3. 연차별 연구개발 내용

#### □ 연차별 연구내용

	미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발				
	연차별 추진계획				
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
<b>목표</b>	현지 수요 맞춤형 플랜트 설계 기반 구축	현지 수요 맞춤형 플랜트 제작	현지 수요 맞춤형 플랜트 건설 및 시운전	현지 수요 맞춤형 플랜트 운전 데이터 확보	현지 수요 맞춤형 EPC 및 스마트 O&M 패키지 구축
<b>1세부</b>	○ 현지 수요 맞춤형 바이오매스 발전시스템 설계	○ 바이오매스 전처리 설비, 연료탄생산 설비, 에너지 생산설비 제작	○ 바이오매스 전처리 설비, 연료탄생산 설비, 에너지 생산설비 설치 및 공정별 시운전 ○ 바닥재 소재화 설비 설계 및 제작	○ 현지 수요 맞춤형 바이오매스 발전시스템 설치 완료 및 성능 시험 ○ 바닥재 소재화 시험	○ 현지 수요 맞춤형 바이오매스 발전시스템 성능 최적화 ○ 바닥재 소재화 시제품 제작 ○ 상용급 바이오매스 발전시스템 기본 설계
<b>2세부</b>	○ 재생연료 플랜트 그리드 통합운영 관리시스템 설계	○ 재생연료 플랜트 그리드 통합운영 관리시스템 구축	○ 재생연료 플랜트 그리드 통합운영 관리시스템 분석	○ 재생연료 플랜트 그리드 통합운영 관리시스템 운영 및 실증	○ 재생연료 플랜트 그리드 통합운영 관리시스템 표준 모델 개발
<b>3세부</b>	○ 당사국과의 협력 체계 구축 ○ 해외 탄소배출권 확보가 가능한 해외 CDM 사업 모델 수립	○ 사업화지원 토탈 솔루션 개발	○ 현지 재생연료 플랜트 건설 사업관리	○ 개별 패키지 최적화	○ 개별 패키지(맞춤형 EPC, 스마트 O&M) 연계 및 통합

### 4. 차별성 및 연계성

#### □ 기존 사업과의 차별성 및 연계성

<기존 사업과의 차별성 및 연계성>

사업명	수행기간	연구내용	차별성	연계성
차세대 바이오매스 연구단	2010 ~ 2019	미세조류에 기반한 바이오 오일 제조 원천기술	바이오매스 에너지 자원화 실증연구와는 연료물질, 기술수준, 설비규모 등에서 차이	향후 바이오매스 연료제조 원천기술이 확립되면 본 사업과 연계 가능
친환경 에너지타운 시범사업	2015 ~ 2017	유기성 폐기물, 태양광 등 신재생에너지 지역맞춤형 범부처 사업	동남아시아 현지 맞춤형 패키지 사업과는 사업목적, 연구 내용 등에서 차이	향후 동남아시아 현지 폐기물 에너지화 사업으로 확대될 경우 사업모델로써 활용 가능
폐자원 에너지화 기술개발사업	2013 ~ 2020	생활폐기물, 음식물, 하수슬러지 등 폐자원 에너지화 실증 연구사업	동남아시아 현지 맞춤형 패키지 사업과는 사업목적, 연구 내용 등에서 차이	향후 동남아시아 바이오매스 활용 기술의 일부로써는 개발기술 성과활용을 위해 본 사업에 활용 가능

□ 유사과제와의 차별성 및 연계성

<유사과제와의 차별성 및 연계성>

유사과제명	사업명	수행기관명	수행기간	차별성 및 연계성
EFB를 이용한 바이오 탄화 고형연료 생산 시스템 개발	산업부, 에너지국제 공동연구 (에특)	(주)씨이에스 (University Putra Malaysia)	2011. 12~ 2014. 11	원료를 EFB로 특정하고 <b>탄화 기술</b> 이 주요 개발 기술임 * EFB : (empty fruit bunch, 고체 팜 바이오매스)
동남아 시장 타겟형 분산발전용 고효율 연소 시스템 개발	산업부, 에너지국제 공동연구 (전력기금)	(주)규원테크 (PT. Karya Gunung Puding, 인도네시아)	2016. 12~ 2019. 05	동남아에서 사용할 수 있는 <b>목재펠릿 보일러</b> 를 제작하는 과제로 <b>연소기술</b> 과 <b>비산회 최소화 기술</b> 에 집중
인도네시아 조림사업 연계형 10MW급 초임계 CO <sub>2</sub> 바이오매스 발전 시스템 개발 및 실증 플랜트 건설 사전 타당성 조사	산업부, 에너지국제 공동연구 (전력기금)	두산중공업 (PT. KORINTIGA HUTANI, 인도네시아)	2017. 07~ 2017. 08	실제 기술개발 사업이 아닌 타당성 조사 사업으로, 스팀 발전 대비 <b>초임계 CO<sub>2</sub> 발전 경쟁력 평가</b> 에 집중
목질계 바이오매스의 경제적 복합 연속 전처리 공정 기술 개발	산업부, 에너지국제 공동연구 (에특)	한국에너지기술연구원 (University of British Columbia, 캐나다)	2013.12. ~ 2015.11	<b>목질계</b> 바이오매스를 액체 연료로 변환하기 위한 전처리 기술 개발로 고형 연료 개발이 아님
파이버 함유 바이오매스를 재처리한 고효율 바이오연료의 제조 기술	산업부, 에너지국제 공동연구 (에특)	(주)유림산업 (Pcs, 미국)	2013.12. ~ 2015.11	목질계 바이오매스를 <b>펠릿화</b> 하는 연구까지만 포함되어 있음
친환경 wood-chip, wood-pellet 겸용 산업용 보일러 개발	산업부, 신재생에너지 기술개발 (에특)	일도바이오테크	2009.12 ~ 2011.11	<b>보일러 개발 과제</b> 로 일부 내용은 본 과제 연계 가능 * 1 Ton/hr 우드 칩 증기 보일러 설계 및 시제품 제작
농업부산물 폐자원 이용 20톤/일급 열분해 가스화를 통한 고부가가치 자원화 및 고효율 에너지 이용 기술 개발	산업부, 신재생에너지 기술개발 (에특)	대원지에스 아이	2009.12 ~ 2012.11	왕겨를 포함한 농업부산물 활용하는 것은 유사하지만 <b>열분해 가스화 기술 개발</b> 이 주요 개발 기술로 공정에서 차별됨
구동스토커식 완전연소 기술개발을 통한 대형 펠릿연소시스템의 개발	산업부, 신재생에너지 기술개발 (에특)	(주)동방환경 기연	2011. 12 ~ 2013. 11	펠릿 연소보일러 과제로 일부 기술 활용 가능
체인스토커방식 산업용 목재펠릿 증기보일러 기술개발	산업부, 신재생에너지 기술개발 (에특)	(주)지구촌지브이	2013. 12 ~ 2016. 09	펠릿 연소보일러 과제로 일부 기술 활용 가능 * 2 ton/hr급 연소장치 및 증기보일러 시제품
8MWth급 상용 목질계 바이오매스 가스화기 개발 및 실증	산업부, 신재생에너지 핵심기술 개발(R&D)	(주)에스지이 에너지	2018. 10 ~ 2022. 09	바이오매스 <b>가스화 기술</b> 과 이를 이용한 <b>증기터빈 발전</b> 과제로 개발 기술이 다름

## 5. 실행전략

	전처리 기술	연료탄 제조기술	에너지화기술	스마트운전기술	수용성
기존 기술	- 전처리 및 소재화 기술	- 하수슬러지 건조 기술	- 바이오매스 발전 기술	- 지능정보 기술	
연계 / 실행 전략	- 핵심 단위 설비는 기존 사업 성과물을 활용하여 스케일업하고, 단순 부품, 장비는 민간 상용 장치 활용하여 산학연간 연계 극대화				- 인근 산업단지 수용성 확보를 위한 안전 및 환경설비구축 방안 수립
	- 전처리 설비의 스케일업 팩터 도출 - 바이오매스 연료 건조 시스템 최적화를 통한 신뢰성 확보	- 연료탄 제조 설비의 스케일업 팩터 도출 - 에너지화 설비 연계 시스템 최적화를 통한 신뢰성 확보	- 에너지화 설비의 스케일업 팩터 도출 - 단위시스템 통합 및 연계 시스템 최적화를 통한 신뢰성 확보	- 통합관리시스템 설계 - 통합시스템 운영 및 유지관리 최적화를 통한 사업화 패키지 확보	
법/제도 개선	- 정책, 법·제도, 인허가, 시장수요, 문화 등 사업진출 관련 정보 수집 및 제공을 위한 사업화지원 토탈 솔루션 개발 연구				

### □ 중장기 연계로드맵



## V. 기술개발 목표(What)

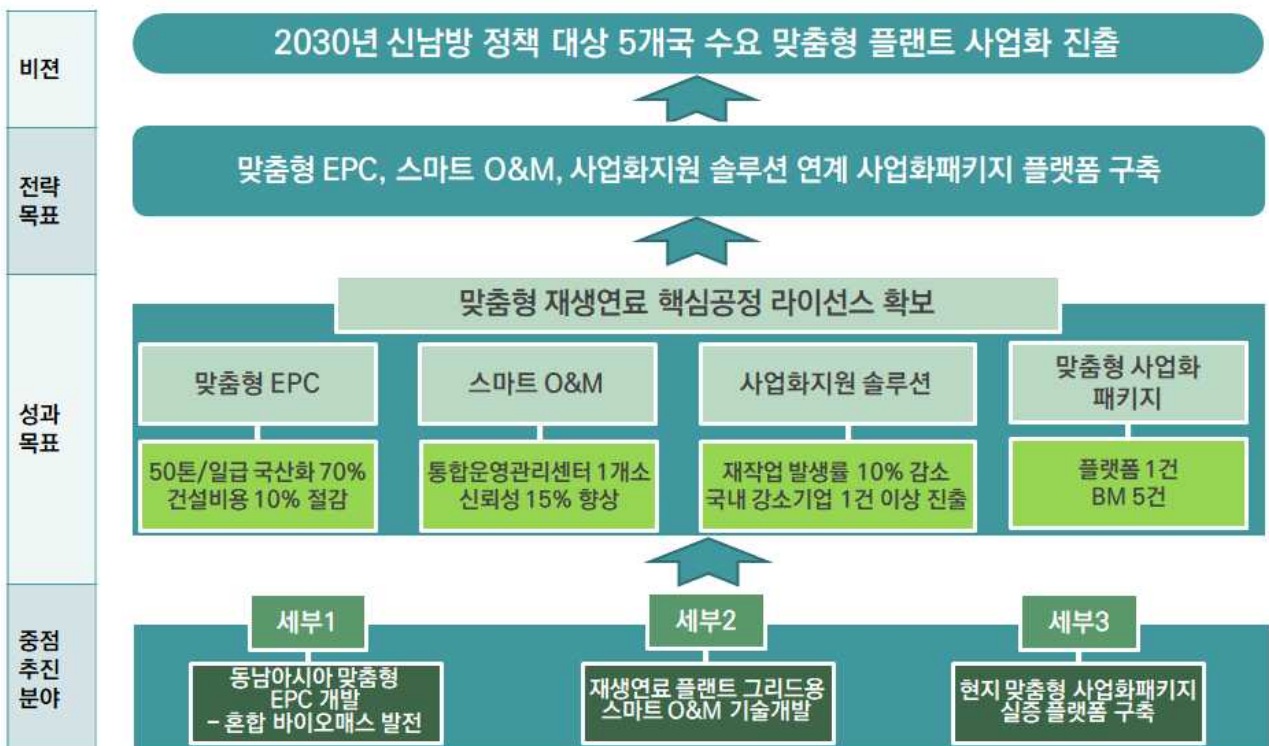
### 1. 사업 목표

#### □ 비전

- 해외시장 수익성 제고 및 수주 신시장 창출을 위해 신남방 정책 대상국가 수요 맞춤형 실증 플랫폼 구축

#### □ 사업목표

- 왕겨, 야자 등 미활용 바이오매스로 재생연료를 활용하는 클린에너지 플랜트 건설기술 개발을 통하여 동남아 등 해외건설 신시장 진출에 기여
  - 재생연료 핵심공정의 독자적인 라이선싱 확보
  - 재생연료 모듈화 플랜트 실증을 통한 O&M 데이터 확보
  - 동남아시아 재생연료 모듈화 플랜트 실증시설 구축(1개)
- \* 해외 현지 조달이 가능한 재생연료 사업화 패키지(맞춤형 EPC + 스마트 O&M + 사업지원 솔루션) 실증 플랫폼 구축 사업





<'30년 신남방 5개국 사업화 진출>

## 2. 성과 목표

### ① 최종성과물

- 맞춤형 바이오매스 플랜트(50TPD) FEED (Front End Engineering Design)
  - 기본설계도서 1건 이상
- 동남아 맞춤형 고효율 바이오매스 플랜트 비즈니스 모델
  - 동남아시아 비즈니스 모델 5개국 이상
- 맞춤형 비즈니스별 온실가스저감효과 정량분석을 위한 산출기법
  - 온실가스저감효과 산출기법 5건 이상
- 맞춤형 바이오매스 플랜트 실증설비 1건 구축
  - 50TPD 바이오매스 플랜트 구축 및 운영(100hr×5회)
  - 바이오매스 플랜트 콤팩트화 및 복합화를 통한 건설비용 10% 절감
  - 4000kcal/kg 이상 고품질 바이오펠렛 제조
  - 핵심설비 국산화율 70% 이상
- 통합관리 거점센터 1개소 구축
- 맞춤형 사업화패키지 플랫폼 1건 구축
- 국제협력 업무협약 1건 이상 체결
- 국내 강소기업 동남아시아 사업화 1건 이상 진출

### ② 정량성과지표

성과지표명	단위	1단계 목표					
		2020	2021	2022	2023	계	가중치
계재학술지의 우수성 (표준화된 영향력지수)	%	-	53	55	55	-	0.2
특허 SMART	-	-	3.8	4.0	4.0	-	0.3
우수기술이전	건	-	-	1	1	2	0.2
국산화율	%	-	-	50	70	-	0.3
SCI(E) 논문 수	%	-	-	2	3	5	-
특허 출원 수	%	1	2	3		6	-
특허 등록 수	%	-	1	2	3	3	-
기술료(억원)	%	-	-		5	5	-
시제품수	건	-	-		3	3	-

③ As is - To be

핵심항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준(모습)		향후 수준(모습)
		'21년 수준	최종 목표수준	
	~'20	'21	'25(종료년도)	'25(종료이후)~
비즈니스 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별 소규모 단위 비즈니스 모델 수립</li> <li>* 일부 해외지역 대상 사전 타당성 조사 완료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>동남아 맞춤형 바이오매스 플랜트 비즈니스 모델 발굴 착수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>동남아 맞춤형 바이오매스 플랜트 비즈니스 모델 확보(5개국 이상)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 및 해외 주요국 기업 간 공동 해외 진출 모델 확보</li> </ul>
온실가스 저감	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 온실가스 저감기술 및 해외 배출권 확보 추진</li> <li>* 신기후체제 출범에 따라, 탄소배출 37% 감축 계획(30년)</li> </ul>	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스 저감효과 산출기법 확보(5건 이상)</li> <li>고품질 바이오펠릿 개발</li> <li>* 고발열량 및 저탄소함유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>동남아 현지국가 온실가스 감축 기여도 향상 및 해외 배출권 확보</li> </ul>
실증설비·플랜트 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 중·소규모 바이오매스 플랜트 구축·운영</li> <li>* 핵심설비는 해외도입이 대부분이며, 선진국 대비 바이오에너지 활용기술 격차는 7.4년</li> </ul>	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>상용급(50톤/일) 바이오매스 플랜트 복합화</li> <li>* 건설비용 10% 저감</li> <li>-핵심설비 국산화율 70% 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵심설비 국산화율 80% 이상</li> </ul>
사업화	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업 생태계가 형성되지 않은 초기단계로 대표 기업 부재</li> <li>* 중소기업 위주이며, 국내 수주 등에 한계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상용화 R&amp;D를 통한 해외진출 방안 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>맞춤형 사업화패키지 플랫폼 구축</li> <li>-국내 강소기업 해외 사업화 진출(1건 이상)</li> <li>* 대기업-중소기업 상생·협력 모델 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오기술 접목 융합형 신산업 발굴</li> <li>* 동남아 현지 수요국 대상 거점형 인프라 확충</li> </ul>

3. 기대효과

□ 고용창출 기대효과

○ 재정지출 고용효과: 256명

- 256명 = 269억원('총정부출연금 예산)×0.95명/억원\*

\* 2020년 재정사업 고용영향평가 가이드라인('20.4') <표2 - 예산비목별 고용유발계수> 참조

○ 재생연료 플랜트 기술 확립 및 수출 증대로 관련 분야 전문인력 양성 및 고용창출에 기여

□ 정치적, 사회적 기대효과

○ RPS 대상 기업 및 국내 기업들의 동남아시아 현지투자 및 지원으로 기업 이미지 개선

○ 해외 현지에서의 탄소배출권 확보로 RPS 대상 기업들의 비용 절감

- 미활용 재생연료의 적극적인 활용 및 분산전원 확보로 동남아시아 현지의 합리적인 에너지 공급체계 구축에 기여

□ 기술적 기대효과

○ 동남아시아 시장의 국내 기술 보급 및 지원으로 유럽, 일본, 중국 중심의 시장에서 국내 기업의 참여 기회 확대

## VI. 실증후보지 검토(WHERE)

### 1. 베트남

□ 베트남 내 왕겨를 원활하게 수급 가능하고, 기타 시설물(하수처리장 등)과 연계 가능한 지역을 대상으로 검토

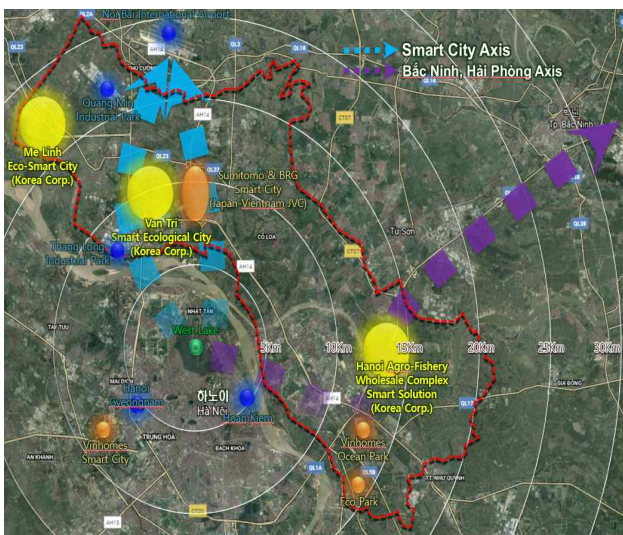
○ (주요 후보지) 베트남 수도 하노이는 현재 홍강북부 지역을 우리나라 70~80년대 강남과 유사하게 개발하기 위하여 수도건설종합계획 수정중

- 하노이 농수산물도매센터(Hanoi Agro-Fishery Wholesale Complex) 부지\* 를 활용하고 한국기업과의 협업체계를 구축하여, 농수산물센터에서 나오는 왕겨·과채류 부산물 등을 이용한 전력생산 및 공급 추진 가능

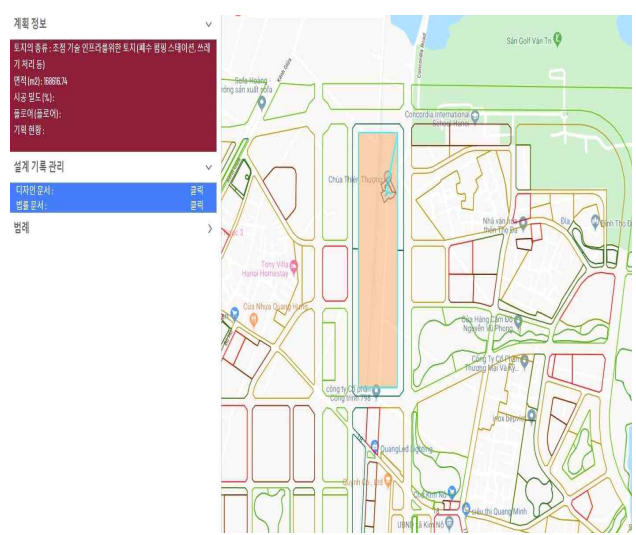
\* KIND의 타당성조사 컨설팅 사업 지원

- 이외에도 하노이 홍강북부 동안(Van Tri Smart Ecological City) 및 메링 (Me Linh Eco Smart City) 지역에 한국기업들이 추진하고 있는 스마트시티 개발과 연계하여 추진 가능

- 동안지역 Van Tri Smart Ecological City 개발사업 부지 인근에 폐수 및 폐기물 처리를 위한 토지이용계획 상 공공부지가 지정되어 있으며, 이를 활용하여 사업추진 연계 가능



<하노이 농수산물도매센터 부지 위치>



<폐수·폐기물 처리 토지이용계획>

□ 베트남 주요 투자대상 지역을 중심으로 추진현황, 주변환경 등을 고려하여 테스트베드 후보지 타당성 검토

① 타이빈 성

- (원재료) 베트남 북부의 쌀 생산지 중 하나로 왕겨 등 원재료 수급가능
  - ※ 국제·농업교류 양해각서 체결('18년, 영주시)
- (산업단지) 하노이-하이퐁-꽝닌 등 경제개발 삼각지역에 인접하고 있으며, 건축 자재 등이 주요품목(띠엔하이 공업단지)
  - \* 자재 생산을 위한 석유·가스 등 공급 필요함에 따라 연계 가능
- (개발계획) 국가관광 개발지역으로 생태관광, 문화관광, 바다관광 등 관광 산업의 잠재력 높음

② 홍이엔 성

- (산업단지) 리트엥켓 산업도시 내 건설예정\*이며, 주변에 한국기업 다수 입주하고 있어 에너지 공급 등에 연계 가능
  - \* LH, 홍이엔성 경제협력 산업단지 예비시행 약정서 체결('19.8)
  - \* 베트남 최초 한국형 산업단지 조성·운영(日 스미토모-싱가폴-베트남 합작회사 등이 기존 산업단지 시장 주도)

③ 동탑 성

- (원재료) 메콩강을 이용하여 원료\* 수송이 용이하고 400톤/일 원재료 확보 가능
  - \* Vo Thi Thu Ha(VTTH)는 6개의 도정 공장 보유
- (복합신도시) FLC그룹\*에서 La Vista Sadec 복합신도시(15m3 규모) 건설 추진중이며, 메콩델타 지역 관광중심도시로 잠재력 높음
  - \* 베트남 10대 기업이자 부동산개발기업

④ 룡안 성



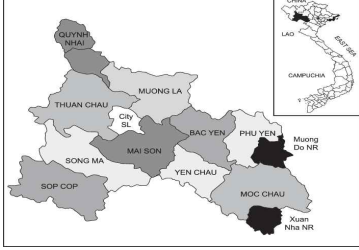

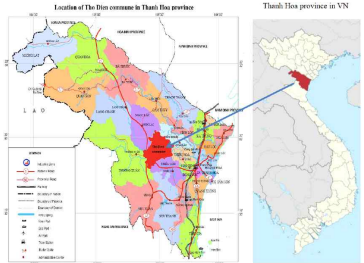
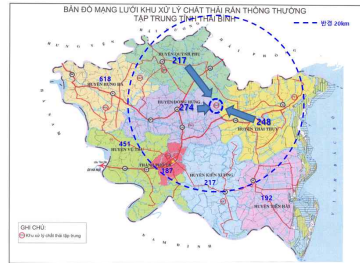
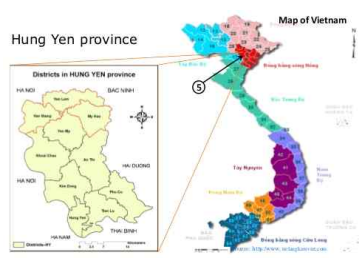

- (원재료) 메콩강 인근 성 중 쌀 생산량이 가장 많은 지역으로 왕겨 등 원재료 확보 가능
- (산업단지) 섬유염색, 플라스틱 등 분야의 산업단지(호치민 경계와 2km)로 정전 등 일부 이슈사항이 있어 수요처 확보용이

⑤ 팡응아이 성

- (산업단지) 농·임산물 산업을 기본으로 경제특구인 산업단지가 있으며 물류 비용이 저렴함(두산 비나항, 다낭-팡응아이 고속도로 등)
- (탄소제로섬) 폐플라스틱 재활용 기술, 해수담수화 설비 등을 연계하여 에너지 자립섬(안빈섬, 리손섬 등) 실증 추진 가능
- \* 팡응아이성 정부, 한국(SK이노베이션, 두산중공업)·베트남 기업들의 협력으로 친환경 기술 보급 추진
- 베트남 현지 한국기업 산업단지는 첨단 기술과 산업 클러스터 형성에 있어 베트남 경제성장에 기여하고 있으며, 기타 후보지로 검토 가능
- \* 북부지역 : 박닌, 하노이, 하이퐁, 타이응우옌 등
- \* 남부지역 : 동나이, 호치민, 바리아-붕따우, 빈즈엉 등

< '16~'17년 한국 對베트남 투자현황 >

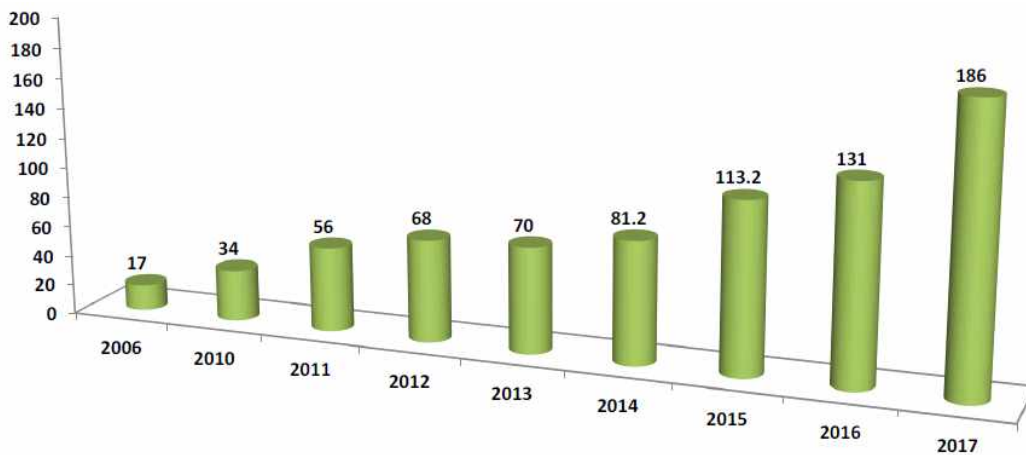
투자자	위치	투자활동
삼성전자	하노이 황마이 군	R&D 센터 설립(3억 달러 투자)
삼성 SDI	박닌 꾸에보 산업단지	핸드폰 배터리(1억 1,1176만 달러 투자)
LG 디스플레이	하이퐁 짱주에 산업단지	디스플레이 패널 모듈(15억 달러 투자)
LG 이노텍	하이퐁 짱주에 산업단지	카메라 모듈
삼성반도체	하남 동반 산업단지	LED 디스플레이(3억 달러 투자)
태광산업(주)	호치민 히엵 프억 산업단지	비료
태광실업	껀띠 흥푸 산업단지	신발생산(1억 7,100만 달러 투자)
코오롱인더스트리	빈즈엉 바우방 산업단지	에어백 및 산업자재 (1,400만 달러 투자)
루맨스	빈즈엉 미퓌크 산업단지	LED 디스플레이(3,000만 달러 투자)
삼성 SDS 하이테크	하노이	물류산업
효성	바리아-붕따우 까이맵 산업단지	폴리프로필렌, LPG(12억 달러 투자)

위치	<p>꽝빈성(Quang Binh) 레뚜이(Le Thy)현 일대</p> 	<p>메콩델타(Long An, Tien Giang, Dong Thap, Can Tho 등) 일대</p> 	<p>손라성(Son Na) 일대</p> 	<p>호치민 나베(Nha Be)일대</p> 
	부지면적	10ha	38ha	8ha
용량	25MW	10MW	5MW	5MW
원료	우드칩	왕겨	바이오매스/유기성폐기물	바이오매스/생활폐기물
설비	500톤/일×2기	420톤/일	200톤/일	200톤/일
추진현황	D사의 부지활용 가능	H사 및 현지 RPC(미곡종합처리장) 업체와 MOU 체결	베트남 공기업 우렌코(URENCO) 협의	G사의 부지활용 가능
주변환경	인근 태양광 단지 연계	인근 산업단지 연계	친환경에너지타운 추진 연계	인근 신도시 연계
위치	<p>타인호아성(Thanh Hoa) 빔선(Bim Son) 일대</p> 	<p>타이빈성(Thai Binh) 동흥(Dong Hung) 일대</p> 	<p>흥이엔성(Hung Yen) 일대</p> 	<p>꽝응아이(Quang Ngai) 일대</p> 
	부지면적	20ha	25ha	140ha
용량	12MW	17MW	6MW	5MW
원료	바이오매스/생활폐기물	왕겨/생활폐기물	바이오매스/사업장폐기물	왕겨/사업장폐기물
설비	560톤/일	739톤/일	300톤/일	200톤/일
추진현황	인민위원장 관심 지역	국제 농업교류 MOU('18년, 영주시)	경제협력 산업단지 예비시행 약정서 체결('19.8, LH)	D사의 베트남법인 사업 연계가능
주변환경	인프라(송전망) 구비	농업지구 연계	한국형 산업단지 조성·운영 연계	Dung Quat 경제특구

## 2. 인도네시아

### □ 현황

- 인도네시아는 저급자원인 도시형폐기물(MSW)와 팜농장에서 생산되는 오일이외 폐자원인 EFB (Empty Fruits Bunch)등을 이용한 바이오매스로부터 에너지화는 사업을 매년 급속히 성장하는 신재생에너지 사업으로 부각되고 있음



< Waste to energy 현황, 2017년 On-grid에 186MW 생산용량 >

- 인도네시아 주요 바이오매스 자원은, Palm오일에서 나오는 찌거기로부터 생산되며, 또한 도시형쓰레기등이 해마다 증가하는 추세이고,
  - 주정부와 지방정부에서 공격적으로 바이오매스 또는 폐기물 자원화, 에너지화를 추진중에 있음. 다만, 자본이 부족하여 해외 투자유치를 적극적으로 활용하는 사업으로 수행중

No	Potential (MWe)	Unit	Sumatera	Kalimantan	Jawa-Bali-Madura	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total
1	Palm oil	MWe	8,812	3,384	60	-	323	-	75	12,654
2	Sugar cane	MWe	399	-	854	-	42	-	-	1,295
3	Rubber	MWe	1,918	862	-	-	-	-	-	2,781
4	Coconut	MWe	53	10	37	7	38	19	14	177
5	Rice husk	MWe	2,255	642	5,353	405	1,111	22	20	9,808
6	Corn	MWe	408	30	954	85	251	4	1	1,733
7	Cassava	MWe	110	7	120	18	12	2	1	271
8	Wood	MWe	1,212	44	14	19	21	4	21	1,335
9	Cow dung	MWe	96	16	296	53	65	5	4	535
10	MSW	MWe	326	66	1,527	48	74	11	14	2,066
Total potential		MWe	15,588	5,062	9,215	636	1,937	67	151	32,654

< 바이오매스로부터 전력생산 잠재량 전망치, 2017년 >



### 3. 필리핀

- 실증설비 입지를 위한 기본적인 고려사항으로는 인근에 송배전시설 등 전력 관련 기반 시설이 갖추어져 있고, 바이오매스 원료가 풍부하여 수급이 원활한 곳을 우선적으로 검토

< 바이오매스 복합플랜트 실증시설 입지 조건 >

구분	고려사항	
기본적 입지조건	지속적 원료수급	• 주변에 바이오매스 원료가 풍부해야 함
	Substation 위치	• Substation까지의 거리는 비용과 직결
	용수 확보 가능성	• 발전에 필요한 용수가 확보되어야 함
	원료 수송 원활	• 원료 발생지로부터 최적의 동선으로 수송
건설 가능성	공사측면	• 지형 및 지질 등이 적합한 곳 • 시공 조건이 유리한 곳 • 공사 재료의 확보가 용이한 곳
	방재측면 환경보전측면	• 지형의 변화에 따른 흙의 미끄러짐 등 붕괴우려가 없는 곳 • 주변 수역의 수자원 이용에 영향이 적은 곳
	토지이용측면	• 관련 법규상 문제가 없는 곳 • 토지이용 계획상 바이오매스 처리시설 입지 가능한 곳 • 자연환경(경관, 생태계)상 입지가 가능한 곳
	경제적 측면	• 처리시설 건설비, 부대공사비 등의 소요가 경제적인 곳
용지취득 가능성	소유형태 및 주민동의	• 토지 취득이 가능한 곳 • 주민 동의가 용이한 곳

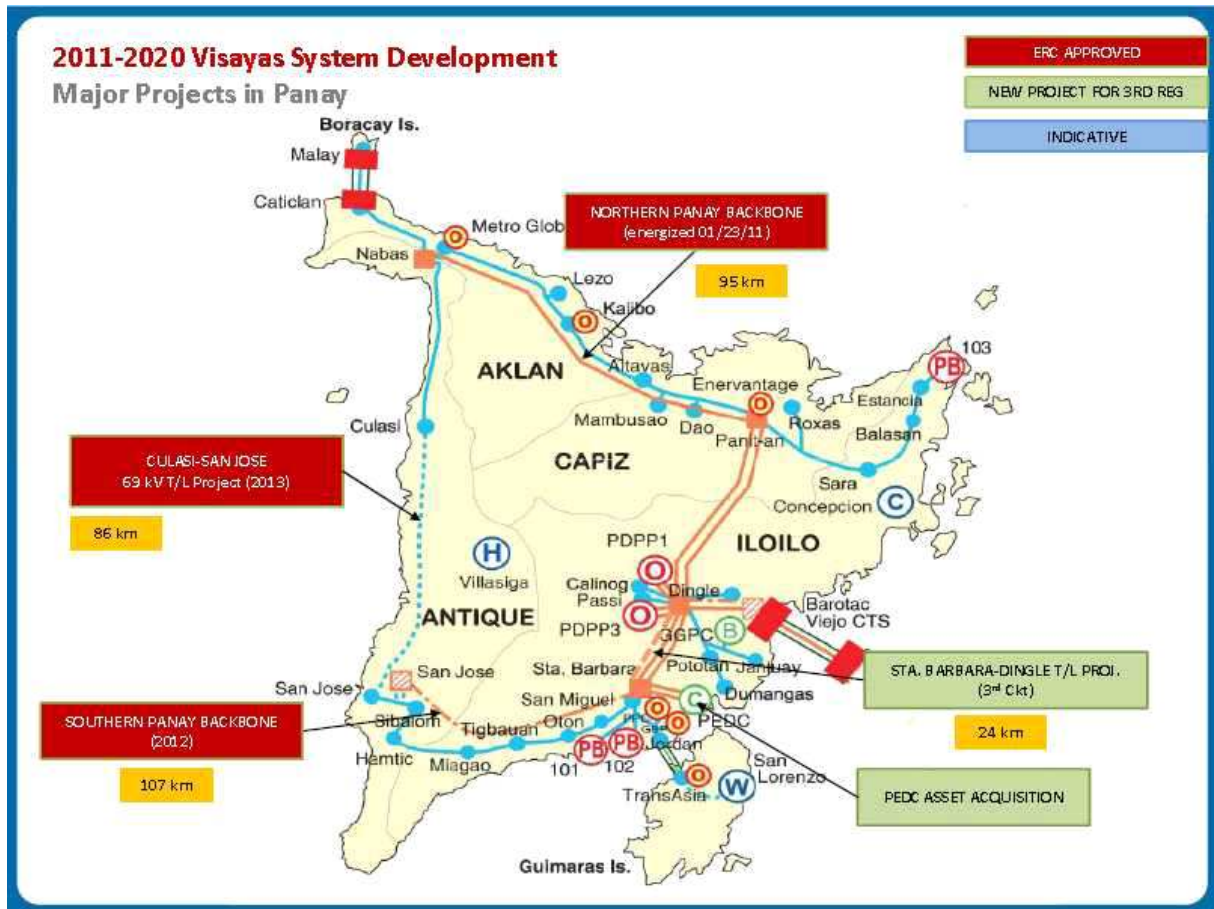
- 일로일로 주는 필리핀 서부 Visayas 지방에 속한 주로 Panay 섬 남동부에 위치하고 있으며, 일로일로 주에는 43개의 시가 있으며, 그 중 포토탄은 일로일로주의 중앙에 위치하며 first class(by income)에 속함



< 필리핀 포토탄 인근 실증 후보지 >

○ 송전선로 및 계통 연계

- 발전소 부지에서 약 1~2km 거리에 송전탑 및 substation이 존재
- 국가전력망 NGCP에 직접 연결하지 않고 변전소로 연결할 수 있으며, FIT 단가는 6.63 페소/kW로 결정됨



○ 주변 도로

- National highway(Illilo capiz road)가 포토탄을 관통하고 있으며, 가장 가까운 거리의 항만은 약 20km 떨어진 Port of ILOILO가 있고 포토탄시 주변에는 SUAGE강이 흐름

○ 후보지 1: Bray. CATOOGAN

- Bray. CATOOGAN 후보지는 주도로(Barotac Nuevo 포토탄 provincial Rd.)와 인접
- 후보지 바로 앞에는 강 지류가 흐르고 있고 부지 진입로와 연결되어 있는 도로를 따라 마을이 형성
- 포토탄 시내와 약 0.8km 정도 떨어져 있고 포토탄 ILECO II substation과

약 1.2km 정도 떨어져 있음 부지 면적은 약 3ha 정도



부지 진입로  
(마을 큰 도로와 연결되어 있음)



부지사진  
(현재 나대지 상태로 있음)



부지 앞  
(진입로 건너편에 강지류가 흐르고 있음)



부지 뒷면  
(소단위 마을이 형성되어 있음)

< 후보지 1: Bray. CATOOGAN 현황 >

○ 후보지 2: Bray. MALUSGOD

- Bray. MALUSGOD 후보지는 주도로(Pototan Badiangan RdI Rd.)와 인접
- 후보지 바로 옆에는 강 지류가 흐르고 있고, 인근 지역에 주택단지 건설 예정
- Pototan Market로부터 500m 포포탄 ILECO substation과 약 1.7km 정도 떨어져 있고 부지면적은 약 3ha

○ 후보지 3: Bray. BAGACAY

- Bray. BAGACAY 후보지는 주도로(Janiuay Mina Pototan Rd.)와 인접
- 후보지 숲풀 나대지와 농경지 사이에 강 지류가 흐르고 있고 인접해 있는 주도로를 따라 드문 드문 주택이 형성
- 포포탄 Ooblacion으로부터 약 2km 정도 떨어져 있고 부지면적은 약 15ha

	
부지 진입로 (다리 밑 강이 흐르고, 다리 건너편 길은 포토탄 주도로와 연결)	부지사진 (현재 나대지 상태로 있음)
	
부지 앞 도로	부지 맞은편 (농경지가 위치하고 있음)

< 후보지 2: Bray. MALUSGOD 현황 >

	
부지 진입로 (포토탄 시장 및 시장비서 동행)	부지 뒷편 (현재 나대지 상태로 있음)
	
농경지 및 농경지 뒤편 숲풀까지 모두 부지에 해당함	부지 옆편 강지류가 흐름

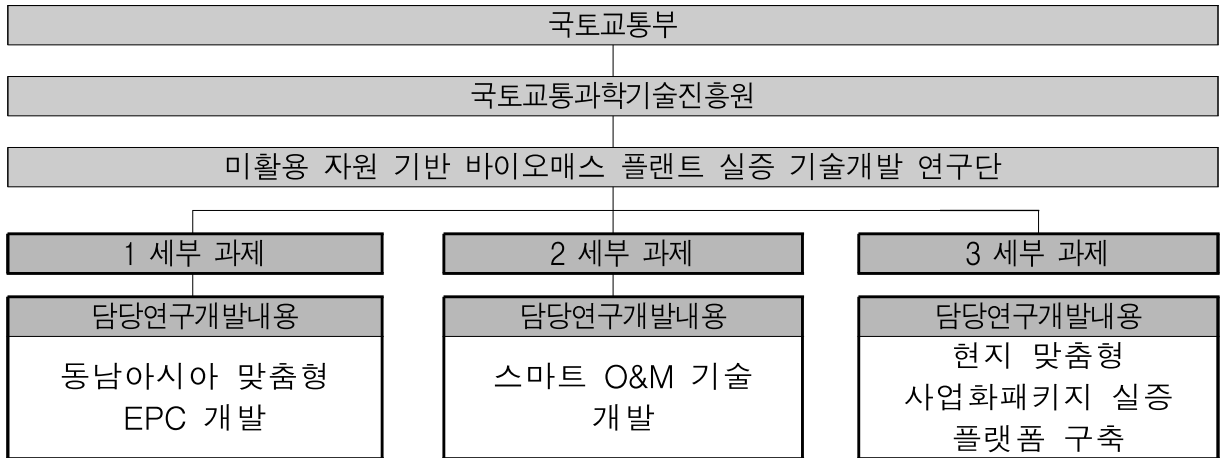
< 후보지 3: Bray. BAGACAY 현황 >

## Ⅶ. 사업 추진방안(HOW)

### 1. 추진체계 및 전략

□ 추진체계

- (추진체계) 미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발은 연구단급(산·학·연 협동 연구체계)으로 사업추진



- 사업추진 주체별 역할분담

주체	역할 및 기능
주관부처 (국토교통부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업총괄 부처(최상위 의사결정기관)</li> <li>• 사업의 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정</li> <li>• 사업 시행계획 수립</li> <li>• 사업 투자우선순위 결정 등</li> </ul>
전문기관 (국토교통과학기술진흥원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구단 기획·평가·운영위원회 구성·운영</li> <li>• 연구단 진도 및 실적 점검</li> <li>• 연구단 및 중점, 세부과제 선정·단계·최종평가</li> <li>• 사업진도 및 연구개발 성과에 대한 검증 및 평가 수행</li> <li>• 각 기술 분야 산학연 전문가들로 구성된 평가위원회를 이용하여 관계법령에 따라 선정평가, 연차 단계평가, 최종평가 등을 시행(연차평가, 현장실태 점검, 중간실적 및 계획 평가, 최종성과 평가)</li> <li>• 기술 확산 및 정책 활용성 검토 등</li> </ul>
연구단 (연구단장)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업추진을 위한 컨소시엄 구성</li> <li>• 세부과제 진도관리·자체평가·참여기관 간 역할배분 등</li> <li>• 연구성과 관리 및 사업화 지원</li> <li>• 연구성과 보급·확산 및 홍보</li> </ul>
연구개발사업 협의체 (사업협력기관)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통합과제와 세부과제 간 사업추진 방향과 운영에 대한 실무 협의</li> <li>• 세부과제 간 과제, 예산 조정 협의</li> <li>• 후속과제 기획 협의</li> </ul>

## □ 추진전략

- 중견·중소기업 주도의 현지 수요기반 융복합 R&D 추진
  - 수요자 관점의 연구개발을 확대하기 위해 가치사슬과 연관성이 높은 중견·중소기업이 주도적으로 컨소시엄을 형성하고 세부 요소 기술은 출연연구소, 대학이 역할을 분담
- 개발기술의 완성도 제고를 위한 단계적 검증과 실증을 통해 상용화 기반 마련
  - 기술의 완성도 제고를 위해 연구기반구축, 핵심설비 국산화, 기존 파일럿 설비 스케일업, 실증설비 검증 등의 단계적 또는 동시 병행적 추진
- 해외 생산거점 확보를 위한 국제교류 및 협력 추진
  - 현지 국가, 유관기관과의 업무협약을 통하여 현지 공동연구 기획, 사업화 부지 조사, 원료 수급 등에 관한 교류·협력을 추진
- 사업특성을 고려한 효율적인 사업관리 및 개발성과의 확산체계 구축
  - 중장기 산업기술개발사업으로 연구개발사업의 성공적인 추진 및 상용화·실용화 등 현장적용 확대를 위한 민간과의 협력
  - 연구개발 성과물의 실용화 및 현장적용 강화를 위한 실용화 단계별 세부적인 지원방안을 수립

## 2. 과제 선정·관리·평가계획

- **(과제 선정방식)** 사전기획 내용 및 기술수요 조사 등을 반영한 Top-down(지정공모) 방식을 통해 평가기준에 따른 선정
- **(과제 관리방식)** 성과관리 방안
  - 본 플랜트 기술개발 사업은 세부과제 수행 기관 선정에서부터 종료 후 추적 평가에 이르기 까지 전주기를 모니터링하고 관리
- **(과제 평가 방안)** 세부과제별 성과목표를 정성적 및 정량적으로 평가
  - (1세부) 현지 수요 맞춤형 재생연료 플랜트 EPC 개발에 대한 정성적 및 정량적 평가 실시
  - (2세부) 맞춤형 재생연료 플랜트의 스마트 운영 및 관리 결과에 대한 정성적 및 정량적 평가 실시
  - (3세부) 개발한 사업화지원 솔루션에 대한 정성적 및 정량적 평가 실시

### 3. 소요예산 및 재원조달 계획

소요예산(수정 필요)

○ 연차별 투자계획

(백만원)

미활용 자원을 이용한 바이오매스 플랜트 핵심기술 실증 및 실용화 기술개발사업('21~'25)	총사업비	연차별 투자계획				
		'21	'22	'23	'24	'25
합 계	35,868	5,915	6,144	7,986	9,416	6,407
○ 국 고	26,900	4,436	4,608	5,989	7,062	4,805
■ 출연						
○ 민간매칭 등	8,968	1,479	1,536	1,997	2,354	1,602

\* 민간매칭은 향후 정부투자에 따라 변경가능

재원조달계획

○ 재원분담율 : 국고(회계) : 지방비 : 민자 = 75 : 0 : 25

- 대기업, 중견, 중소기업 모두 참여가 예상되나, 핵심기술개발을 주도하는 기업은 중소기업 위주로 구성될 예정이므로, 중소기업형의 분담비율 25% 수준으로 민간 분담비율을 설정함

\* 공모시 대기업과 중소기업 참여수에 따라 민간 분담비율은 변경 가능

○ 기존 재원범위 내에서의 수용 가능성

- 계획된 소요예산은 국토교통부 R&D 예산 규모에서 수용 가능
- 민간부담금의 경우 총 연구개발비의 25% 수준이며 본 사업의 경우 지원 대상이 대기업/중소기업으로 중점분야별 참여 기업 규모를 감안하여 민간 부담금 적용 비율을 차등 적용
- 재원조달 문제로 인한 본 사업의 지연 가능성은 매우 적은 것으로 판단

- (인력투입계획) 책임연구원 기준으로 참여율·참여기간(12개월)을 고려하여 세부별·연차별 필요 소요 인력 산정

< 세부 과제별 소요인력 >

(단위 : 명)

분류		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
총괄		61	65.6	64.1	62.5	56.0	309.2
세부 1	동남아시아 맞춤형 EPC 기술개발	30.3	32.5	31.7	35.2	30.2	159.9
세부 2	스마트 O&M 기술 개발	17.2	18.9	17.2	13.2	13.1	79.6
세부 3	현지 맞춤형 사업화패키지 실증 플랫폼 구축	13.5	14.2	15.2	14.1	12.7	69.7

- (예산산정 방법) 연구활동을 수행하는데 소요되는 적정 비용을 산정하고, 이를 토대로 세부과제의 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 도출
- 인건비는 「2017년 학술연구용역 인건비 기준단가」 책임연구원을 기준으로 작성

< '17년 학술연구용역인건비 기준단가 >

등급	월 임금	연 임금
책임연구원	3,110,229 원	37,322,748 원
연구원	2,384,881 원	28,618,572 원
연구보조원	1,594,213 원	19,130,556 원
보조원	1,195,701 원	14,348,412 원

- 항목별 예산은 국토교통과학기술진흥원 「연구비 산정 서식」을 작성기준으로 활용
  - (직접비) 연구장비·재료비, 세부과제 연구비, 연구활동비 등
  - (연구수당) 인건비의 20% 이내로 산정
  - (간접비) 인건비+직접비의 10% 이내로 산정
- 민간부담금 비율은 「국가연구개발규정」에따라서 75% : 25%로 산정 (중앙행정기관 75%이내)
  - 민간부담금 중 현금 : 현물의 비율은 중소기업을 기준으로 10% : 90%로 산정
- 최소 연구단위인 세세부과제를 수행하는데 소요되는 적정 비용을 산정하고 이를 토대로 세부과제와 핵심과제의 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 확정
  - 연구단 예산은 상향식 방법에 의해 결정되어진 예산을 일정 수준의 민간부담 비율 책정하여 정부출연, 민간출연으로 구분하여 연구단 예산 도출

□ 전체사업 소요예산(안)

< 항목별 소요예산(안) >

(단위 : 백만원)

예산항목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
인건비	1,366	1,469	1,435	1,400	1,672	7,342	22.8%
직접비	3,592	3,494	4,779	6,334	3,380	21,579	67.2%
간접비	540	560	700	850	560	3,210	10.0%
합계	5,498	5,523	6,914	8,584	5,612	32,131	100.0%

**< 세부과제 별 소요예산(안) >**

(단위 : 천원)

세부과제	세부 기술	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
맞춤형 EPC	(1-1) 바이오매스 전처리 기술개발	686,800	853,400	1,160,600	1,502,200	964,000	5,167,000	16.1
	(1-2) 바이오매스 연료탄 생산 기술개발	858,500	1,066,750	1,450,750	1,877,750	1,205,000	6,458,750	20.1
	(1-3) 바이오매스 에너지 생산 기술개발	1,717,000	2,133,500	2,901,500	3,755,500	2,410,000	12,917,500	40.2
	(1-4) 부산물 회수 및 소재화 기술개발	171,700	213,350	290,150	375,550	241,000	1,291,750	4.0
	소계	<b>3,434,000</b>	<b>4,267,000</b>	<b>5,803,000</b>	<b>7,511,000</b>	<b>4,820,000</b>	<b>25,835,000</b>	80.4
스마트 O&M	(2-1) 재생연료 플랜트 통합운영관리시스템 설계 기술개발	240,000	106,800	80,000	53,400	53,400	533,600	1.7
	(2-2) 재생연료 플랜트 통합운영관리시스템 구축 기술개발	360,000	160,200	120,000	80,100	80,100	800,400	2.5
	(2-3) 재생연료 플랜트 통합운영관리시스템 분석 기술개발	120,000	53,400	40,000	26,700	26,700	266,800	0.8
	(2-4) 재생연료 플랜트 통합운영관리시스템 운영·실증 기술개발	360,000	160,200	120,000	80,100	80,100	800,400	2.5
	(2-5) 재생연료 플랜트 통합운영관리시스템 표준 모델 개발	120,000	53,400	40,000	26,700	26,700	266,800	0.8
	소계	<b>1,200,000</b>	<b>534,000</b>	<b>400,000</b>	<b>267,000</b>	<b>267,000</b>	<b>2,668,000</b>	8.3
사업화패키지	(3-1) 개별 패키지 연계 및 통합 기술	186,750	150,000	133,500	116,750	80,000	667,000	2.1
	(3-2) 현지 재생연료 플랜트 건설 사업관리 실증 기술	224,100	180,000	160,200	140,100	96,000	800,400	2.5
	(3-3) 사업화 진원 토달 솔루션 기술 개발	186,750	150,000	133,500	116,750	80,000	667,000	2.1
	(3-4) 해외 CDM 사업 모델 수립 기술개발	149,400	120,000	106,800	93,400	64,000	533,600	1.7
	소계	<b>747,000</b>	<b>600,000</b>	<b>534,000</b>	<b>467,000</b>	<b>320,000</b>	<b>2,668,000</b>	8.3
<b>합 계</b>	<b>5,381,000</b>	<b>5,401,000</b>	<b>6,737,000</b>	<b>8,245,000</b>	<b>5,407,000</b>	<b>31,171,000</b>	97.0	
기평비	<b>163,000</b>	<b>167,000</b>	<b>208,000</b>	<b>255,000</b>	<b>167,000</b>	<b>960,000</b>	3.0	
<b>총 계</b>	<b>5,544,000</b>	<b>5,568,000</b>	<b>6,945,000</b>	<b>8,500,000</b>	<b>5,574,000</b>	<b>32,131,000</b>	100	

**< 재원별 소요예산(안) >**

(단위 : 백만원)

재원	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율	
국고	4,123	4,217	5,260	6,438	4,222	24,260	75.0%	
민자	현금	138	131	166	215	139	789	2.5%
	현물	1,237	1,175	1,488	1,931	1,251	7,082	22.5%
	소계	1,375	1,306	1,654	2,146	1,390	7,871	25.0%
합계	5,498	5,523	6,914	8,584	5,612	32,131	100.0%	

□ 세부과제별 소요예산

- 동남아시아 맞춤형 EPC(설계·조달·시공) 기술 개발

**(세부과제 1) 항목별 소요예산(안)**

(단위 : 천 원)

예산항목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
인건비	772,650	960,075	1,305,675	1,689,975	1,084,500	5,812,875	22.5%
직접비	231,7950	2,880,225	3,917,025	5,069,925	3,253,500	17,438,625	67.5%
간접비	343,400	426,700	580,300	751,100	482,000	2,583,500	10.0%
합계	3,434,000	4,267,000	5,803,000	7,511,000	4,820,000	25,835,000	100.0%

**< (세부과제 1) 연구활동별 소요예산(안) >**

(단위 : 천원)

세부기술	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
1-1	686,800	853,400	1,160,600	1,502,200	964,000	5,167,000	20.0%
1-2	858,500	1,066,750	1,450,750	1,877,750	1,205,000	6,458,750	25.0%
1-3	1,717,000	2,133,500	2,901,500	3,755,500	2,410,000	12,917,500	50.0%
1-4	171,700	213,350	290,150	375,550	241,000	1,291,750	5.0%
합계	3,434,000	4,267,000	5,803,000	7,511,000	4,820,000	25,835,000	100.0%

< (세부과제 1) 자원별 소요예산(안) >

(단위 : 천 원)

재원	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율	
국고	2,500,000	3,200,000	4,352,000	5,633,000	3,615,000	19,300,000	74.7%	
민자	현금	94,000	107,000	1,46,000	1,88,000	121,000	656,000	2.5%
	현물	840,000	960,000	1,305,000	1,690,000	1,084,000	5,879,000	27.0%
	소계	934,000	1,067,000	1,451,000	1,878,000	1,205,000	6,535,000	22.8%
합계	3,434,000	4,267,000	5,803,000	7,511,000	4,820,000	25,835,000	100.0%	

○ 스마트 O&M(운영·유지관리) 기술 개발

< (세부과제 2) 항목별 소요예산(안) >

(단위 : 천 원)

예산항목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
인건비	270,000	120,150	90,000	60,075	60,075	600,300	22.5%
직접비	810,000	3,60,450	270,000	180,225	180,225	1,800,900	67.5%
간접비	120,000	53,400	40,000	26,700	26,700	266,800	10.0%
합계	1,200,000	534,000	400,000	267,000	267,000	2,668,000	100.0%

< (세부과제 2) 연구활동별 소요예산(안) >

(단위 : 천원)

세부기술	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
2-1	240,000	106,800	80,000	53,400	53,400	533,600	20.0%
2-2	360,000	160,200	120,000	80,100	80,100	800,400	30.0%
2-3	120,000	53,400	40,000	26,700	26,700	266,800	10.0%
2-4	360,000	160,200	120,000	80,100	80,100	800,400	30.0%
2-5	120,000	53,400	40,000	26,700	26,700	266,800	10.0%
합계	1,200,000	534,000	400,000	267,000	267,000	2,668,000	100.0%

< (세부과제 2) 재원별 소요예산(안) >

(단위 : 천 원)

재원	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율	
국고	900,000	400,000	300,000	200,000	200,000	2,000,000	74.9%	
민자	현금	30,000	14,000	10,000	7,000	7,000	68,000	2.6%
	현물	270,000	120,000	90,000	60,000	60,000	600,000	22.5%
	소계	300,000	134,000	100,000	67,000	67,000	668,000	25.1%
합계	1,200,000	534,000	400,000	267,000	267,000	2,668,000	100.0%	

- 현지 맞춤형 사업화패키지 실증 플랫폼 구축

< (세부과제 3) 항목별 소요예산(안) >

(단위 : 천 원)

예산 항목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
인건비	16,8075	135,000	120,150	105,075	72,000	600,300	22.5%
직접비	504,225	405,000	360,450	315,225	216,000	1,800,900	67.5%
간접비	74,700	60,000	53,400	46,700	32,000	266,800	10.0%
합계	747,000	600,000	534,000	467,000	320,000	2,668,000	100.0%

< (세부과제 3) 연구활동별 소요예산(안) >

(단위 : 천원)

세부기술	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율
3-1	186,750	150,000	133,500	116,750	80,000	667,000	25.0%
3-2	224,100	180,000	160,200	140,100	96,000	800,400	30.0%
3-3	186,750	150,000	133,500	116,750	80,000	667,000	25.0%
3-4	149,400	120,000	106,800	93,400	64,000	533,600	20.0%
합계	747,000	600,000	534,000	467,000	320,000	2,668,000	100.0%

< (세부과제 3) 재원별 소요예산(안) >

(단위 : 천 원)

재원	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비율	
국고	560,000	450,000	400,000	350,000	240,000	2,000,000	74.9%	
민자	현금	19,000	15,000	14,000	12,000	8,000	68,000	2.6%
	현물	168,000	135,000	120,000	105,000	72,000	600,000	22.5%
	소계	187,000	150,000	134,000	117,000	80,000	668,000	25.1%
합계	747,000	600,000	534,000	467,000	320,000	2,668,000	100.0%	

#### 4. 위험요인 및 극복방안

##### ○ 기술개발의 한계 및 극복방안

역량		환경	
		기회 (O)	위협 (T)
강점 (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우수한 바이오매스 에너지 생산기술</li> <li>• 정부주도형의 바이오에너지 기술개발 활성화</li> </ul>	SO 전략	ST 전략
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오매스 에너지 맞춤형 플랜트 개발에 의한 에너지 공급체계 확보</li> <li>• 분산형 에너지 공급 및 자립화로 경제성 확보</li> <li>• 부산물 활용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중국, 터키, 인도 등 신흥개도국의 저가공세</li> <li>• 동남아시아 시장 선진국과의 경쟁력 미흡</li> </ul>
약점 (W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선진국 대비 플랜트 설치, 운영 및 유지관리 경험 부족</li> <li>• 현지 연료에 대한 실적부족으로 신남방국가 진출에 대한 한계</li> </ul>	WO 전략	WT 전략
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현지 수요에 맞는 하수슬러지와 바이오매스 연료탄 제조 및 에너지화 기술개발로 건설 및 운영 경험 확보</li> <li>• 4모작 왕겨 및 현지 하수슬러지를 이용한 맞춤형 건설 및 운영 경험 확보로 신남방국가 진출 확대 기반 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부산물의 적극적 활용을 통한 바이오매스 원료 비용 절감을 통하여 경제성 확보</li> <li>• 국가 R&amp;D사업에 의한 현지 수요 맞춤형 재생연료 플랜트의 기술력과 신뢰성 확보를 통하여 경쟁력 강화</li> </ul>

##### ○ 해외진출의 한계 및 극복방안

- 해외에 적합하고 우리가 개발 경험을 가지고 있는 분야는 기술 고도화를 통해 해외 수출시장 및 틈새시장 공략
- 베트남 정부(건설부)의 현지 맞춤형 재생연료 실증사업에 참여의사 표명으로 바이오매스 원료 및 부지제공 등의 협의 추진 중
- 해외 생산거점 발굴을 위해 후보지 관련 현지 정부 및 규제기관, 연구기관과 국제 교류협력을 통한 조사분석 및 국제공동연구 등 추진

## 5. 신재생에너지(바이오매스) R&D 투자 패키지와의 연계방안

### □ 중점기술(투자필요영역)

#### ○ 신재생에너지(바이오에너지)

- (미활용 바이오매스 에너지화) 미활용 자원(농림 부산물, 하수슬러지 등) 의 에너지화 설계·시공·운영 기술개발 및 실증에 부합하며 연계·투자필요
- (해외 바이오매스 자원확보) 동남아시아 현지 바이오매스를 통한 고품질의 목재펠릿, 바이오 활성탄 생산기술 확보을 위한 국제공동연구에 부합하며 연계·투자 필요
- (플랜트 실증 보급 확대) 열병합 분산발전, 해외 플랜트 실증 등을 통해 사업화 기반마련에 부합하며 연계·투자 필요

### □ 제도개선

- 진흥건설기본계획('18~'22) 및 시행계획 등에 고부가가치 기술확보를 위한 메가스트럭처, 플랜트 R&D 추진
  - 해외건설 시장 진출을 다변화 할 수 있는 플랜트 핵심기술 과제 발굴 및 연구개발 지속 추진
- \* 중소형 모듈러 LNG 기술, 현지 맞춤형 재생에너지기술, 수소생산 인프라 기술, 친환경 복합 플랜트, 바이오매스 및 지하복합 플랜트 기술 등

□ 부처협업

○ (R&D PIE) 부처 주요정책 등을 R&D 사업과 연계하여 추진

\* (정책) 건설산업 혁신 방안('18.6, 관계부처합동) ⇨ (R&D PIE) 신재생에너지 R&D 패키지 투자 모델('19.01, 과기부/산업부/국토부)

1 기술혁신 → 4차 산업혁명을 선도하는 글로벌 산업

◇ R&D 강화, 스마트 인프라 등 기술로 승부하는 건설시장의 확대를 통해 건설산업을 낡은 전통산업 → 혁신친화적 산업으로 전환

As-Is	To-Be
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 생산성 OECD 하위 3위(18.7달라)</li> <li>■ 호산업 중 R&amp;D 투자 최하위(0.2%)</li> <li>■ 해외수주 최근 3년간 56% 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 노동생산성 40% 향상</li> <li>■ 매출 대비 R&amp;D투자 1%로 확대</li> <li>■ 2천억\$ 이상 수출달성('18~'22)</li> </ul>

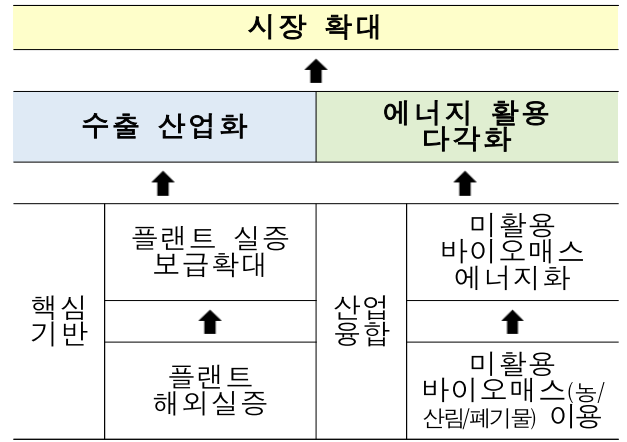
(1) 스마트 건설기술 활성화

□ (공공 R&D 강화) 건설자동화, 스마트 유지관리 등 첨단 건설기술 개발에 '27년까지 약 1조원을 투자'에다 추진하여 핵심기술 보급

【 주요 스마트 건설기술 R&D 사업(안) 】

구분	주요 기술	투자비용 및 기대효과
 <p>건설 자동화</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIM 플랫폼 구축</li> <li>• 건설자동화 로봇 적용</li> <li>• 공장형 시공(모듈러, 기상시공)</li> <li>• 건설자동화 로드맵 수립('18.7)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약 2,000억원('20~'27)</li> <li>• 건설 생산성의 획기적 제고 및 안전사고 예방</li> </ul>
 <p>스마트 유지관리</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT, 빅데이터 기반 최적의 유지보수 기술 개발</li> <li>• 시설물 내부손상 탐지 및 수명 자동 예측 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약 1,400억원('20~'26)</li> <li>• 선제적 시설물 관리로 인명피해·사회적비용 ↓</li> </ul>
 <p>스마트 건설재료</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고분자 탄소재료를 활용한 철근 대체제 개발</li> <li>• 나노소재를 이용한 내내구성 콘크리트 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약 1,600억원('20~'26)</li> <li>• 구조물의 내진성능과 내구성·강도·유연성 ↑ → 비용절감, 재해피해 경감</li> </ul>
 <p>메가스트럭처 + 플랜트</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초장대교량, 부유식(floating) 해저터널, 인공섬 기술 개발</li> <li>• 국한지 자원화 플랜트, 바이오 매스 및 지하복합 플랜트 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약 5,100억원('20~'25)</li> <li>• 해외수요가 높은 공종의 집중개발로 원천기술 및 글로벌 경쟁력 확보</li> </ul>

건설산업 혁신방안



신재생에너지 R&D 패키지 투자모델

○ (부처간 협업) 시장의 아이디어와 목소리가 R&D에 효율적으로 반영될 수 있도록 시장수요 및 해외진출 연계 추진

부처	협력방안
산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 에너지기술개발사업의 바이오매스 에너지화 기술 연계</li> <li>• 기존 에너지 그리드 연계 방안에 대한 지원</li> <li>• 바이오매스 발전에 대한 인센티브 제도 수립 지원</li> <li>• 플랜트 수출 지원</li> </ul>
외교부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ODA사업 연계 플랜트 운영인력 역량 강화 지원</li> </ul>
농림축산식품부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외 농촌개발 사업 연계 방안 마련</li> </ul>
농촌진흥청	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지용 현지 바이오매스 작물 발굴 지원</li> </ul>

- (타부처 유관사업 연계) 농진청 해외농업기술개발사업(KOPIA)을 연계하여 연료공급 시스템\*을 구축하고, 해외 실·검증 완료 후 스마트시티(K-City, 베트남)와 연계하여 대규모 사업화 추진 가능

\* 농촌에서 수집한 왕겨는 바이오매스 원료로 사용하고, 왕겨 가공 시 생성된 규소는 벼농사 시 비료 등으로 재활용하여 상호연계·보완 가능

- 농업용 바이오매스 활용사업으로 국내 에너지자립형 농업폐기물 활용방안 (스마트팜 등) 모델수립과 이를 통한 해외수출 모색

\* (사)해외농업자원개발협회 등을 통해 베트남 현지 농업자원을 연계한 체계구축도 가능

- (해외진출 플랫폼) 대·중소기업, 민관협력투자사업(PPP, Public Private Partnership) 연계 등을 통해 시장진출 가능성 제고

\* KIND, 해외건설협회, KOICA, 중소기업진흥공단, 유관 EPC기업 등으로 구성하여, 발주처 기술수요와 기업 전문성이 현장에서 상시 매칭되는 상용기술 개발체계 구축

#### [참고] PPP사업(KIND) 연계방안 검토

- (R&D 연계) 핵심기술 개발·검증 이후 연계하여 사업화 추진(KIND) 가능\*
  - \* 단, 해외건설업자로 등록된 우리나라 기업체(EPC) 참여 및 PPA(Power Purchase Agreement) 기반의 수익성 확보 필수
- (PPP 추진방향) 참여업체 구성, 사업화모델, PPA 조건 등 사업선정·투자 심의위원회를 통해 검토
  - 신남방정책 대상인 동남아시아 국가(베트남 등)는 우선 고려
  - 해외 정부, EPC 업체 등과 협의 시 협조(PPP 가이드라인 제공 등) 가능 등

#### □ 인력양성 연계

- (해외건설 전문가) 해외 건설사업 고부가가치 역량강화 및 플랜트 생애주기 통합해결책을 제공할 수 있는 고급인력 양성사업 연계 추진(해건협 등)

**BỘ XÂY DỰNG  
CỤC HẠ TẦNG KỸ THUẬT**

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc**

Hà Nội, ngày 21 tháng 9 năm 2017

**THƯ BÀY TỎ QUAN TÂM**

*Về dự án xử lý chất thải thành năng lượng từ nhiên liệu sinh khối Biomass*

Kính gửi: Ông Kim Byung-Soo – Viện trưởng Viện Chấn hưng khoa học kỹ thuật giao thông đất đai (KAIA) Hàn Quốc

Chính phủ Việt Nam hiện quan tâm tới dự án xử lý chất thải thành năng lượng bằng cách tận dụng nguồn tài nguyên sinh khối Biomass chưa được sử dụng trong nước. Do đó, Cục Hạ tầng kỹ thuật - Bộ Xây dựng Việt Nam (Ministry of Construction; MOC) mong muốn hợp tác tích cực về dự án xử lý chất thải thành năng lượng từ nhiên liệu sinh khối do Bộ Đất đai, Hạ tầng và Giao thông Hàn Quốc (Ministry of Land, Infrastructure and Transport; MOLIT) tài trợ không hoàn lại. Khi dự án được tiến hành về sau, Cục Hạ tầng kỹ thuật sẽ hỗ trợ các nội dung sau:

1. Hợp tác và cùng nghiên cứu quốc tế giữa Việt Nam và Hàn Quốc.

Đồng thời Cục Hạ tầng kỹ thuật - Bộ Xây dựng sẽ phối hợp với chính quyền địa phương Việt nam để hỗ trợ cho dự án:

2. Cung cấp đủ mặt bằng đất đai để đầu tư xây dựng nhà máy xử lý chất thải rắn sinh hoạt và hệ thống phụ trợ.

3. Cung cấp đủ rác thải sinh hoạt và các loại chất thải khác để xử lý.

Trân trọng./.

Nơi nhận:

- Như trên;
- Cục trưởng để (b/c)

**KT. CỤC TRƯỞNG  
PHÓ CỤC TRƯỞNG**  
  
*Nguyễn Quốc Tuấn*  
**Nguyễn Quốc Tuấn**

Hà Nội, ngày 21 tháng 9 năm 2017

### THƯ BÀY TỎ QUAN TÂM

*Về dự án xử lý chất thải thành năng lượng từ nhiên liệu sinh khối Biomass*

Kính gửi: Ông Kim Byung-Soo – Viện trưởng Viện Chấn hưng khoa học kỹ thuật giao thông đất đai (KAIA) Hàn Quốc

Chính phủ Việt Nam hiện quan tâm tới dự án xử lý chất thải thành năng lượng bằng cách tận dụng nguồn tài nguyên sinh khối Biomass chưa được sử dụng trong nước. Do đó, Cục Hạ tầng kỹ thuật - Bộ Xây dựng Việt Nam (Ministry of Construction; MOC) mong muốn hợp tác tích cực về dự án xử lý chất thải thành năng lượng từ nhiên liệu sinh khối do Bộ Đất đai, Hạ tầng và Giao thông Hàn Quốc (Ministry of Land, Infrastructure and Transport; MOLIT) tài trợ không hoàn lại. Khi dự án được tiến hành về sau, Cục Hạ tầng kỹ thuật sẽ hỗ trợ các nội dung sau:

1. Hợp tác và cùng nghiên cứu quốc tế giữa Việt Nam và Hàn Quốc.

Đồng thời Cục Hạ tầng kỹ thuật – Bộ Xây dựng sẽ phối hợp với chính quyền địa phương Việt nam để hỗ trợ cho dự án:

2. Cung cấp đủ mặt bằng đất đai để đầu tư xây dựng nhà máy xử lý chất thải rắn sinh hoạt và hệ thống phụ trợ.

3. Cung cấp đủ rác thải sinh hoạt và các loại chất thải khác để xử lý.

Trân trọng./.

Nơi nhận:

- Như trên;
- Cục trưởng để (b/c)

KT. CỤC TRƯỞNG  
PHÓ CỤC TRƯỞNG  
  
Nguyễn Quốc Tuấn

## 참여 의사 확인서

바이오매스 자원을 이용한 에너지화사업에 대하여

수신: 국토교통과학기술진흥원(KAIA) 김병수 원장님

베트남 정부는 자국내의 미활용되고 있는 바이오매스 자원을 이용한 에너지화 사업에 많은 관심을 가지고 있다. 이에, 베트남의 건설부(Ministry of Construction)는 한국의 국토교통부(Ministry of Land, Infrastructure and Transport; MOLIT)에서 추진하는 바이오매스 에너지화 무상지원 사업에 대한 적극적인 협조 의사를 밝힌다. 향후 이 사업이 진행되면 협조할 사항은 다음과 같다.

1) 베트남과 한국간의 공동심포지움 및 국제공동연구 추진.

또한 건설부 - 기술 인프라국은 베트남 지방 정부와 협력해서 프로젝트에 아래와 같이 지원한다:

2) 바이오매스 에너지화 실증시설 설치 운영을 위한 부지 및 유틸리티 제공.

3) 처리를 위한 생활 폐기물 및 기타 폐기물 제공.

접수처:

- 상기

- 국장 (보고용)

국장을 대신하여

부국장

Nguyen Quoc Tuan

(날인 서명)

## □ 해외 현지 실증실적(Track-Record) 확보 필요

- (국내시장 미성숙) 국내 바이오매스 공정, 플랜트 구축·운영 등은 상용화 수준이나, 환경오염 제기·목재펠릿 수입증가 등이 문제점으로 지적되어 시장성장이 더딘 상황

☞ (시사점) 세계 수준의 EPC 기술경쟁력을 확보하였으나,  
 - EPC 이외의 제조기반의 강소기업의 저변 부족  
 - 인식 부족 등으로 인한 국내 시장 성장 기반 취약

- (해외수주 발주방식 변화) 설계·건설 및 운영유지관리를 포함한 일괄발주 형태로 전환\*되는 추세로, 관련 실적 없이는 사업 참여가 원천적으로 불가

\* EPC 중심의 분리발주 → 사업기획+EPC+O&M 일괄 발주

- 개별 패키지 연계(EPC + O&M + 사업지원 솔루션) 해외수요 맞춤형 플랜트 실증 및 통합관리 사업 추진 필요

☞ (시사점) 해외시장 다변화 및 진출 확대를 위해서는 현지 맞춤형 기술개발 및 실증을 통한 Track Records 확보가 핵심

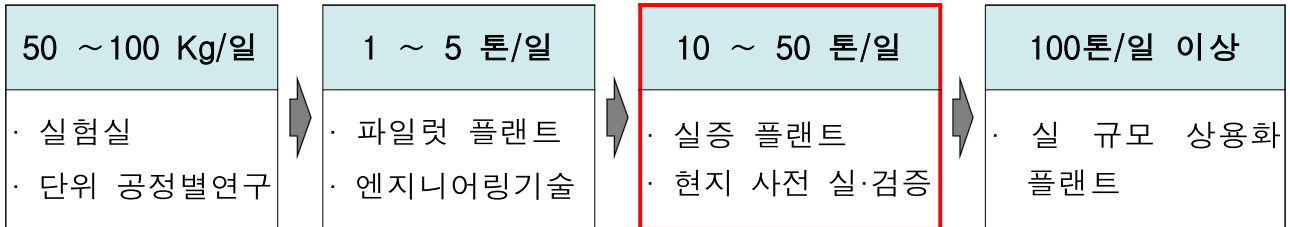
- (원할한 원재료 확보) 현지에서 무상수준으로 공급 가능한 왕겨, 사탕수수, 팜나무 등은 국내 반입불가 항목으로 해외 실증이 불가피
- 국내 바이오매스 원료는 대부분 목재펠릿 또는 우드칩을 수입(베트남, 사용량의 74%)하여 사용중이나, 성상이 균일하지 않아 상등품은 아님
- 또한, 산림바이오매스 등의 경우 높은 원료비로 경제성이 낮음 (인건비, 운송비, 처리비 등 포함 20~30만원/톤)

☞ (시사점) 현지에서 원할한 원재료 공급이 가능하며, 향후 상등품의 원료(목재펠릿, 우드칩 등)도 역수입을 통해 수입대체 효과 가능

○ 실증실적 확보 방안(안)

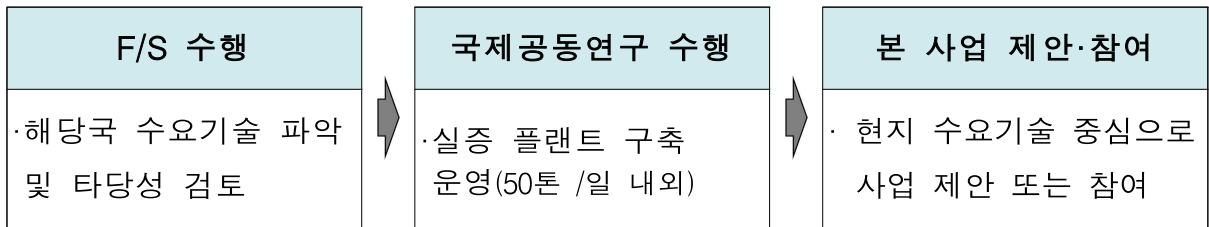
- 단계별 Scale-up 전략으로 기 개발된 공정·설비 등을 연계하여 현지화 하고, 상용급 플랜트 구축·운영을 통해 현지에 사전 실·검증 추진

< 기술개발 단계별 스케일 업 방안 >



- 현지 정부/지자체 단위 사업을 활용한 실증을 적극 추진하고, 도시 및 산업단지 등 대규모 건설사업과 연계한 패키지모델로 사업화 추진

○ 타당성조사사업과 R&D를 연계하여 해외사업 추진의 성공률 제고



Team Korea (정부+공공+민간) 네트워크를 활용한 사업화 추진  
 \* (정부) 국토부 및 외교공관 + (공공) KAIA 거점, KIND, 해건협 + (민간) 유관기업 및 연구소

- 향후, 권역별로 거점을 두어 국가별 실증사업 추진시 기술·시장 정보를 국내기업에 제공하고 국내 기술의 현지 매칭서비스를 제공하는 허브 역할 수행 가능

### 참고3

## 바이오매스 다부처공동기획 개요

### □ 바이오매스분야 다부처공동기획사업 추진현황

- '국내 미활용 바이오매스 통합 활용 체계 구축 공동기획' 추진하였으나 최종 선정대상 제외('19.2)

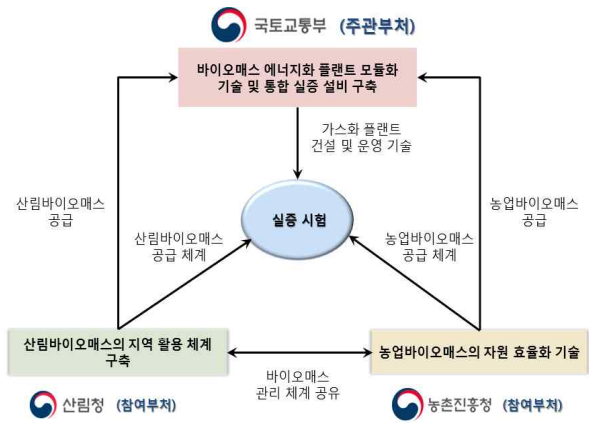
(사업목적) 바이오매스 관리-운송-활용 전주기로 국내 미활용 바이오매스 통합 활용 체계를 구축하고 이를 통한 지역발전 모델발굴 및 혁신성장 동력확보

(사업범위) ① 지역 단위 산림/농업 바이오매스의 자원량 조사 및 관리 체계, ② 지역 내 바이오매스 운송 체계, ③ 지역 내 에너지 활용 모델 발굴, ④ 바이오매스 에너지화 플랜트 모듈화 기술 (기술 국산화), ⑤ 바이오매스 가스화 실증 연구 및 플랜트 운영 기술

(최종성과물) 바이오매스 가스화 플랜트, 농업바이오매스 전용 보일러, 지역 단위 바이오매스 공급-관리 체계 등



< 다부처공동기획사업 구성(안) >



< 사업추진 체계 >

- (부처협의체) 8개 부처의 협의체로 R&D 참여(산림청, 농진청), 성과확산(산업부, 환경부) 등 논의

부처	담당자	담당부서	참여여부		
			사전기획	공동기획	최종
산림청	한동길 사무관	산림정책과	○	○	○
농림부	배태현 사무관	과학기술정책과	○	X	X
산업부	윤재웅 사무관	신재생에너지보급과	○	○	X
과기부	이상협 단장	연구재단	X	○	X
환경부	신석효 서기관	환경연구개발과	X	X	X
국토부	서정관 사무관	기술정책과	○	○	○
중기부	곽후근 실장	중소기업기술정보진흥원	○	○	X
농진청	김승연 사무관	연구정책과	X	○	○

□ 바이오매스분야 다부처 정책 연계·활용방안

- 공동기획시 협의체 운영에 따른 부처간 의견수렴 활용
  - (산업부) 바이오에너지 확대를 위한 바이오매스 활성화 필요
  - (농림부, 농진청, 산림청) 바이오매스를 자원으로 활용할 계획이나, 수요가 적어 원재료 재배·활용시 어려움 존재
  - (환경부) 바이오매스를 폐기물로 정의하여 용도전환(에너지화)에 대하여 추가적인 검토 필요
- (기재부) 바이오경제 시대의 글로벌 주도권 확보를 위해 범부처 역량을 집중하여 시장선점을 위한 경쟁력 확보 필수
  - \* 바이오산업 혁신 정책방향 및 핵심과제('20.1)

바이오산업의 특성
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R&amp;D 승자가 시장을 독식하는 기술집약산업</li> <li>■ R&amp;D 전체 과정에서 경제효과 창출</li> <li>■ 他분야와 융합하여 신시장을 창출하는 융합산업</li> <li>■ 생명과 직결되어 윤리문제를 수반하는 규제산업</li> </ul> <p style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">⇒ 도전적모험적 연구가 필요하며 혁신적 기술의 사업화 및 신산업에 대한 수용성 확대가 필수</p>

5대 추진전략
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 글로벌 경쟁력 강화를 위한 R&amp;D 혁신</li> <li>② 바이오 분야 전문 인력 중점 육성</li> <li>③ 시장성장 촉진을 위한 규제·제도 선진화</li> <li>④ 바이오 생태계 조성 및 해외진출 지원</li> <li>⑤ 바이오기반 기술융합 사업화 지원</li> </ul>

- 각 부처의 현황과 의견을 반영하여, 바이오매스를 국가 자원으로 구축하는 방향으로 개선 추진

## 참고4

### 국토부 관점(부처성격)의 경제성 확보 방안

□ 해외 수요에 맞는 한국형 플랫폼 기반 시장진출이 최종목표로, 바이오매스 플랜트 시장 확장에 초점

○ (플랜트 수출) 해외 잉여의 바이오매스 에너지화 플랫폼은 동남아시아, 인도, 아프리카 등의 시장이 크며, 조속히 국산화 라이선스를 획득\*하여 진입 필요

\* 바이오매스 형상·상태, 최종 생산물(전력, 수소, 합성연료 등)에 따라 엔지니어링 설계, 플랜트 기술 등이 필요

< 바이오매스 기술적 잠재량, IPCC(International Panel on Climate Change) >

지역	초지,산지면적 (Mha)	보호지 (Mha)	사료용 초지 제외 (Mha)	기술적 잠재량 (GJ/ha/yr)	기술적 잠재량 (총, EJ/yr)
북미	659	103	391	165	19
유럽,러시아	902	76	618	140	17
태평양 OECD	515	7	332	175	17
아프리카	1,086	146	386	250	69
아시아	556	92	335	285	4
남미	765	54	211	280	45
중동, 북아프리카	107	2	93	125	0.2
합계	4,605	481	2,371	220	171

주 : 바이오매스의 기술적 잠재량 합계는 171 EJ/yr이나 사료용 초지가 바이오매스 생산 지역으로 변환될 경우 288 EJ/yr까지 증가할 수 있다.

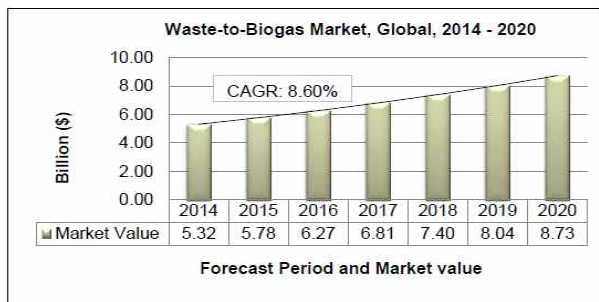
※ 171EJ의 에너지는  $171 \times 10^{18}$ J이며, TOE로 환산할 경우 4.1GTOE에 달하는 양(원유 41억톤)

## 참고5

## 경제성 분석

- 전세계 바이오매스 기반 바이오에너지\* 시장은 '20년 기준 463.4억 달러, 바이오에너지 전체 시장 연평균 증가율은 23.9%로 성장 추세
  - \* 바이오에너지: 바이오가스, 바이오매스 고형연료, 바이오디젤/에탄올 등
- 전세계 바이오가스 시장은 '20년 기준 87.3억 달러, 연평균 증가율은 8.60%로 기대
  - 화석연료 부족과 환경규제 강화로 바이오매스로부터 에너지 추출에 대한 필요성 증대에 따라, 바이오가스 분야 관련 업체 증가 예상
- 전세계 바이오매스 고형연료 시장은 '20년 기준 136.1억 달러, 연평균 증가율은 14.0%로 기대
  - 고형연료는 열과 전력 생산에 대한 적용이 증가함에 따라, 시장 규모는 계속 증가
- 바이오디젤과 바이오에탄올을 포함한 바이오연료 시장은 '20년 기준 240.0억 달러, 연평균 49.0% 성장할 것으로 예상
  - 셀룰로오스 에탄올은 바이오디젤을 대체하는 바이오연료 시장의 주요 부분을 차지

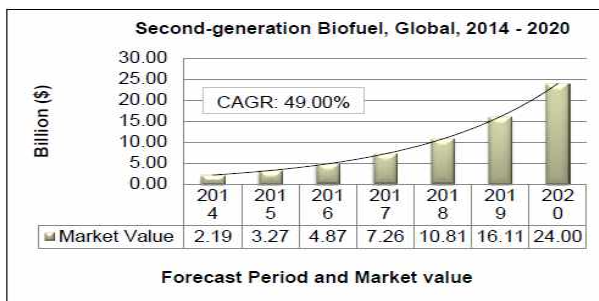
<바이오가스 시장>



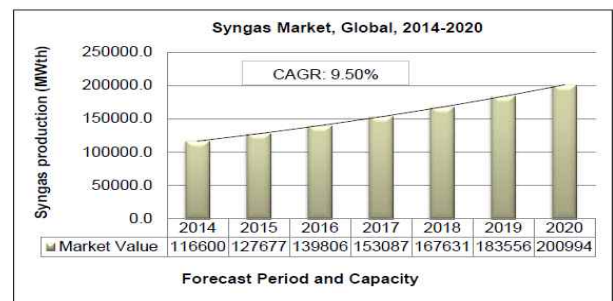
<바이오고형연료 시장>



<바이오연료 시장>



<합성가스 시장>



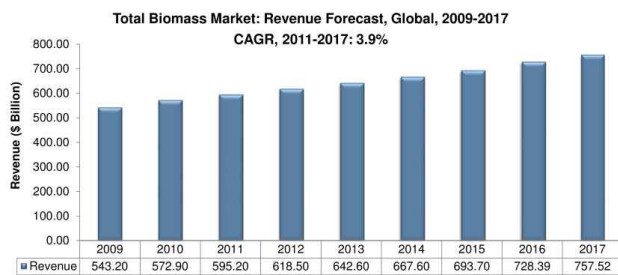
※ 출처: Frost & Sullivan, Technologies Enabling Biomass to Bioenergy(TechVision), 2015

□ 전세계 바이오매스 설비\* 시장은 '17년 기준 7,575억 달러, 동남아시아 지역 시장은 10.8억 달러로 연평균 성장률 14.1% 기대

\* 바이오매스 처리설비(펠릿, 브리켓 성형기), 바이오매스 연소설비(보일러, 가스화기, 보조설비 등)

- 전세계 정부의 기존 화석연료 의존성 탈피와 대체 재생에너지로의 이행에 따라 '17년 전세계 바이오매스 설비 시장은 7,575억 달러, 연평균 증가율은 3.9%로 기대
- 에너지 가격 상승과 재생에너지 이행으로 '17년 동남아시아 바이오매스 설비 시장은 10.8억 달러, 연평균 증가율은 14.1%로 기대
- 동남아 바이오매스 플랜트 시설은 '11년 183개소에서 '17년 516개로 증가

<전세계 바이오매스 설비 시장>



<동남아시아 바이오매스 설비 시장>






출처: Frost & Sullivan, Strategic Analysis of the Southeast Asian Biomass Equipment Market, 2013

□ 북미 및 유럽 지역은 바이오매스 플랜트 시장이 성숙단계, 아태평양 지역은 성장단계로 수년 내에 북미 및 유럽 시장을 추격할 것으로 전망

- 유럽은 온실가스 배출량 감축을 위해 정부지원의 목재펠릿 사용 정책에 따라, 바이오매스 고형연료 시장에서 가장 큰 비중을 차지
- 중국은 정부 주도로 석탄 대체용 바이오매스 기반 연료 도입을 적극적으로 추진함에 따라, 가장 빠른 성장을 보일 것으로 예상
- 북아메리카는 전세계 바이오연료 시장을 주도

- 현재 북미 및 유럽은 합성가스의 화학원료 활용 분야의 주요 시장
- 인도 및 중국과 같은 아태평양 지역 국가들은 합성가스의 사용에 더 많은 관심을 갖고 있어, 이들 국가에서 합성가스 수요가 증가할 것으로 예상

국가	지역별 바이오매스 플랜트 적용성				
	Bioethanol	Biogas	Pyrolytic Oil	Syngas	Pellets
 북미지역	High	High	High	High	High
 유럽지역	High	Medium	High	High	High
 아태평양지역	Medium	High	Low	Medium	Medium

출처: Frost & Sullivan, Technologies Enabling Biomass to Bioenergy(TechVision), 2015

- 일본은 바이오매스 발전사업 경제성 확보를 위해 해외자원 활용한 바이오매스 발전소 건설 가속화
  - 바이오매스 자원 개척이 진행됨에 따라 국내 자원만으론 한계, 바이오매스 발전 요구에 부응하기 위해 일본 기업들은 해외로 눈을 돌리고 있음
    - 산길 정비, 벌목 종사자 확충 및 방치 간벌재 수집 및 이송 등 국내 바이오매스 자원 활용에 대한 제약을 해소하기 위해,
    - 말레이시아, 인도네시아, 베트남 등에서 많이 생산되는 왕겨, 야자 기름이나 껍질 등의 바이오매스 자원에 집중

- '17년 4월부터 개정 신재생 에너지 특별 조치법\* 시행으로 신재생 에너지인 바이오매스 발전에 유리한 상황 전개
  - \* 건설자재 바이오매스: 13엔/kWh, 일반 바이오매스 폐기물: 17엔/kWh, 농업 부산물: 24엔/kWh, 미활용 목재: 32엔/kWh(40엔/kWh: 2MW 미만 '15년 4월부) 출처: KEMRI 전력경제 REVIEW 제 21호
- '16년 4월 말, 자원에너지청에 따르면 바이오매스 발전의 발전량은 앞으로 가동될 발전소를 포함해 '14년 4월 수치인 94만kW에서 대폭 증가한 371만kW로 나타남
- 일본에서는 팜유뿐만 아니라, 신전력으로서 야자 껍질(PKS)을 이용한 발전에도 나서고 있음
  - 업계에서는 팜유를 생산하는 과정에서 야자 껍질은 폐기물이 되기 때문에 향후 널리 활용될 것으로 전망

	사업자	소재지	투자액 (억 엔)	발전량 (만 kW)	가동개시 연도
팜유	에나리스	치바현 북이바라키시	200	16.1	2014년
	SB에너지 (소프트뱅크 그룹)	와카야마현 고보시	-	11.3	2019년
야자 껍질 (PKS)	이렉스	오이타현 사이키시	170	5	2016년
		후쿠오카현 부젠시	200	7.5	2018년
	유나이티드 리뉴어블 에너지	아키타현 아키타시	125	2	2016년
	서밋 에너지 (스미토모상사그룹)	아이치현 한다시	200	7.5	2017년
		야마가타현 사카타시	250	5	2018년
	산요제지	돗토리현 돗토리시	70	1.7	2016년
	스미토모 임업	홋카이도 몬베쓰시	150	5	2016년
	에네비전 (도미타상사 그룹)	에히메현 마쓰야마시	50	1.2	2017년
에어워터	후쿠시마현 이와키시	200	7.5	2020년	

\* 출처: Kotra(김광수 일본 도쿄무역관), “日, 태양광 발전 대신하는 ‘바이오매스 발전’이 뜬다”, 해외시장뉴스, 2016-10-28

- 국내 바이오매스 플랜트 산업은 '15년 기준 기업체수 28% 증가, 고용인원 4.9% 증가, 매출액 12.9% 증가를 나타냄
  - 국내 바이오매스 플랜트의 '15년도 기업체수는 128개소로, 전년 대비 28% 증가
    - 바이오매스 플랜트 중 바이오 고형연료, 바이오가스 분야가 크게 증가하였고, 우드칩, 목재펠릿이 약간 감소
  - 국내 바이오매스 플랜트의 '15년도 고용인원은 1,511명으로, 전년 대비 4.9% 증가
    - 바이오매스 플랜트 중 바이오 고형연료, 목재펠릿 보일러 분야가 크게 증가하였고, 바이오디젤, 우드칩, 목재펠릿이 크게 감소
  - 국내 바이오매스 플랜트의 '15년도 매출액은 1조 2390억 원으로, 전년 대비 12.9% 증가
    - 바이오매스 플랜트 중 바이오 고형연료가 급격하게 증가하였고, 하수슬러지 고형연료, 우드칩, 목재펠릿 보일러 분야가 크게 증가
    - 매출액의 대부분은 내수(95.9%)이고, 바이오매스 플랜트 중 바이오디젤, 바이오중유가 내수의 76.6%를 차지

구분		바이오디젤	바이오가스	바이오중유*	바이오고형연료	우드칩	목재펠릿	목재펠릿보일러	하수슬러지고형연료	계
기업체	(개소) <sup>주1)</sup>	12	3	9	45	22	19	10	18	128
	증감률(%) <sup>주2)</sup>	0.0	50.0	12.5	87.5	△4.3	△5.0	66.7	20.0	28.0
고용	(명)	325	20	164	328	182	135	176	181	1,511
	증감률(%)	△23.5	△9.1	16.3	95.2	△13.7	△15.6	26.6	3.4	4.9
매출액	(억 원)	7,752	146	1,776	864	640	605	274	332	12,390
	내수	7,332	146	1,776	864	610	605	219	332	11,884
	수출	421	-	-	-	30	-	55	-	506
	해외공장	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	증감률(%)	0.8	35.2	6.3	253.1	44.8	21.6	44.4	59.6	12.1

출처: 한국에너지공단, 2015년 신재생에너지 산업통계, 2016

□ 국내 바이오매스 발전 사업 현황

- '16년말 기준 국내 바이오매스 누적 발전설비량은 1,618MW로 1년에 170MW 증가
- 정부로부터 발전사업 허가를 받아 '20년까지 완공될 대형(수십 MW 이상) 바이오매스 전소(全燒) 발전소는 1,143MW
- 전기위원회에서 이미 발전사업인허가를 취득한 중소규모 사업은 200MW

원료	사업자	발전소명	투자액 (억 원)	발전량 (MW)	가동개시 연도
우드칩	동서발전	동해바이오매스발전소	1,415	30	2013년 11월
우드펠릿	남동발전	영동화력 1호기 (연료전환)	960	125	2017년 7월
폐목재	대림그룹	포승바이오매스 집단에너지	2,400	43	2018년 6월
우드칩	중부발전 (중부바이오에너지)	군산바이오매스 발전소	5,850	200	2019년 8월
농업부산물	SMG에너지	군산바이오매스 발전소	8,500	200	2021년 3월
우드펠릿	한국수력원자력, 한양 (광양그린에너지)	광양 황금산단 바이오매스발전소	6,800	220	2020년 6월
우드펠릿	서부발전, 보임에너지	여수바이오매스발전소	1,947	44	2019년 말
PKS	GS EPS	당진바이오매스발전소	3,000	105	2015년 9월
우드펠릿	한국수력원자력, 덕평 에너지 등 (포항신재생에너지)	포항신재생바이오 에너지발전소	3,000	80	2020년 말
우드칩	동서발전	고흥바이오매스발전소	2,000	40	2019년 12월
우드칩	남부발전	삼척바이오매스발전소	미정	100	추진중
우드펠릿, 우드칩	그린에너지	구미바이오매스발전소	1,290	30	2020년
우드펠릿	남동발전	영동 2호기 (연료전환)	미정	200	계획중

\* 출처: 각 사업자 홈페이지 및 보고도자료 참고

□ 국내외 바이오매스 발전사업 경제성 분석 사례

- (국내) 수입 우드펠릿을 연료로 국내에 전력용량 9.9MW, 열용량 30.98Gcal/h 열병합발전 플랜트에 대한 경제성분석 결과, 연결열부하 120Gcal/h에서 IRR 6.2% 이상으로 시중 금리보다 높은 수익률 나타냄
  - 사업규모가 커질수록 침투부하보일러 가동으로 수익성이 떨어져 연결열부하 100Gcal/h~140Gcal/h가 적정 사업규모로 분석
- 사업의 민감도를 분석한 결과, 바이오매스 연료가격이 가장 큰 영향을 미치고, 연료가격 5% 상승시 IRR 1.3% 하락, 5% 하락시 IRR 1.2% 증가

<경제성 분석 조건>

<민감도 분석 결과, 항목별 ±5%변경>

구분	바이오 열병합발전	IRR
연료	우드펠릿	
발열량	HHV 4,300kcal/kg	
연간 투입량	88,056ton/y	
전처리비용	연료량의 1.6%×10만원/ton	
구입비용	210,000원/ton	
원산지	말레이시아	
부지 매입비	26,913백만원	
설비 투자비	52,527백만원	
열배관 투자비	18,772백만원	

\* 출처: 최재영, 설용건, “9.9MW급 바이오매스 열병합발전 타당성 연구”, 신재생에너지, 2014

- (필리핀) 현지 왕겨를 연료로 전력용량 7.55MW 발전플랜트에 대한 경제성분석 결과 IRR 17.0%, 투자 회수기간이 10.19년으로 사업성이 높은 것으로 나타남
  - 민감도 분석 결과, IRR은 각각 투자비 변동에 따라 최대 24.3%~최소 11.5%, 왕겨 구입비에 따라 최대 17.9% ~최소 16.1% 및 수거운반비에 따라 최대 17.6%~최소 16.4%로 변화
  - 세 가지 항목 중에서도 투자비의 변동폭에 따라 IRR의 변화가 가장 크게 나타났으며, 이를 통해, 사업수행 시 투자비의 선정이 매우 중요

<시설 개요>

구분		세부 내용
시설개요	위치	포토탄 시내 인근
	시설용량	7.55MW(소내소비 1MW/판매 6.55MW)
	왕겨 반입량	200톤/일
	처리방식	스토커식 소각로 (24시간 연속 연소방식)
	연간 운영일수	320일(7,680시간)
	예상 건설기간	2014년 1월 ~ 2015년 12월
	예상 운영기간	건설 후 15년
투자비	25,356,828,200원	
운영비 (1Php=26.89원)	원료단가 600Php/ton 수거운반비 20,054,400Php/yr 인건비 5,551,000Php/yr 기타(약품, 유지보수 등) 투자비의 6.5%	
수입 (1EUR=1,445.77원)	전력판매단가 6.63 Php/kWh, 7,680시간, 15년 CER단가 0.26 EUR/tCO2(2013.04.29. 기준), 10년간	

<민감도 분석 결과>

구분		IRR(%)	투자비 회수기간(년)
투자비	시나리오 1(-20%)	24.3	7.25
	시나리오 2(-10%)	20.3	8.63
	BASE	17.0	9.82
	시나리오 3(10%)	14.1	12.01
	시나리오 4(20%)	11.5	14.26
왕겨 구입비	시나리오 1(-20%)	17.9	9.73
	시나리오 2(-10%)	17.4	9.95
	BASE	17.0	10.19
	시나리오 3(10%)	16.5	10.45
	시나리오 4(20%)	16.1	10.71
수거 운반비	시나리오 1(-20%)	17.6	9.89
	시나리오 2(-10%)	17.3	10.04
	BASE	17.0	10.19
	시나리오 3(10%)	16.7	10.36
	시나리오 4(20%)	16.4	10.52

\* 출처: 한국환경공단, “해외 폐자원 및 바이오매스 에너지화 사업개발(제3호): 필리핀 바이오매스(왕겨) 7.55MW 발전사업”, 최종보고서, 2013. 05

□ 바이오매스 프로젝트 기반 전력 공시가격 상승과 기타 부산물 재활용을 통한 경제성 재분석

○ 베트남 바이오매스(왕겨) 발전사업 타당성에 관한 연구에서 제시한 결과에 베트남 총리령('20.3)에 따른 공시가격을 적용

\* 이석홍, 이교성, 신용승, 김용관, 이근우, 안지예. (2015). 베트남 바이오매스(왕겨) 발전사업 타당성에 관한 연구. 신재생에너지, 11(1), 12-19.

- 70원/kWh 적용 시, B/C 1.99, IRR 8.69%인 것으로 추정되며,
- 최근 베트남 정부의 바이오매스 프로젝트 전기 가격\*을 감안하면 B/C 2.0 이상의 높은 경제성이 있을 것으로 파악

\* 1,968 VND/kWh = 8.47 UScents/kWh(102원/kWh)

< 전력단가 변경에 따른 민감도 분석 >

구분		B/C	IRR	비고
전력단가 (원/kWh)	28원	0.79	-	
	58원	1.64	4.11%	
	70원	1.99	8.69%	
	105원	2.98	18.34%	
	140원	3.97	26.17%	

○ 베트남 현지 왕겨가격은 계절에 따라 3~23 \$/ton수준으로 형성되며, 왕겨비용이 가장 높은 25,000원일 경우에도 B/C 2.32로 높은편임

전력단가	왕겨 비용	B/C	IRR	비고
105원 /kWh	10,000원	3.47	19.88%	
	15,000원	2.98	18.34%	
	20,000원	2.61	16.80%	
	25,000원	2.32	15.26%	

○ (기타 부산물 활용) 바이오매스(왕겨)를 이용한 전기·열 생산과 부산물을 활용한 소재 생산을 포함하여 경제성 확보 가능

- 왕겨로부터 추출한 무기용액은 silica(이산화규소)가 95%이상으로 건축용 소재의 방수코팅용액으로 사용·판매가 가능함
- 또한 왕겨 펠릿 연소 후 발생하는 재 성분은 건축자재에 혼합하여 콘크리트 대용으로 사용 가능