

321005-  
2

영농형  
태양광  
적용  
SW  
개발 및  
통합  
플랫폼  
구축

농업에너지  
자립형  
산업모델  
기술개발  
2022년도  
최종  
보고서

2023

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
농업에너지자립형산업모델기술개발 2022년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004396-01

# 영농형 태양광 적용 SW 개발 및 통합 플랫폼 구축

2023. 05. 30

주관연구기관 / (주)에스엠소프트  
협동연구기관 / (재)녹색에너지연구원  
/ (사)한국영농형태양광협회

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "작물별 생산성을 고려한 영농형 태양광 표준모델 개발 및 실증"(개발기간 : 2021. 04. ~ 2022. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2023. 05. 30

주관연구기관명 : (주)에스엠소프트

(대표자) 박영님



협동연구기관명 : (재)녹색에너지연구원

(대표자) 주동식



참여기관명 :

(사)한국영농형태양광협회 (대표자) 김지식



주관연구책임자 : 이 민

협동연구책임자 : 임철현

참여기관책임자 : 남재우

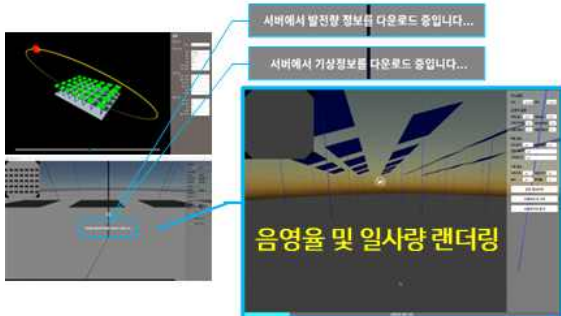
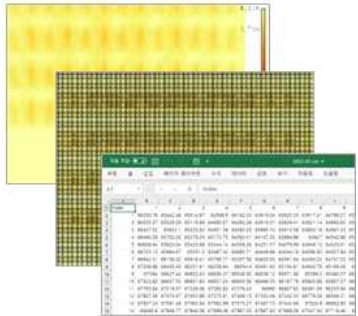



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

## < 요약 문 >

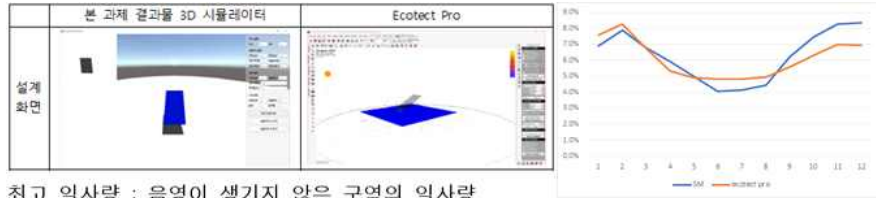
사업명	농업에너지 자립형산업모델 기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			-
내역사업명 (해당 시 작성)	에너지자립형 저장·관리기술개발			연구개발과제번호			321005-2
기술 분류	국가과학기술 표준분류	EE0904	35%	EE0202	35%	LB0505	30%
	농림식품 과학기술분류	RA0406	40%	RC0102	40%	AA0103	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	-						
연구개발과제명	작물별 생산성을 고려한 영농형 태양광 표준모델 개발 및 실증						
전체 연구개발기간	2021. 04. 01 - 2022. 12. 31( 1년 9개월)						
총 연구개발비	총 965,000 천원 (정부지원연구개발비: 800,000 천원, 기관부담연구개발비 : 165,000 천원)						
연구개발단계	기초[ ] 응용[ ] 개발[ <input checked="" type="checkbox"/> ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)	-						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)	-						

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	○ 전국 단위 영농형 태양광 모니터링, 스마트 관리 통합플랫폼 구축
	전체 내용	<p>○ 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 고도화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영농형 태양광에 특화된 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 영농형태양광 설치 지역의 위/경도 기반 태양 궤적 정보 생성</li> <li>▪ 작물의 크기에 따라 단위 면적을 조정 할 수 있도록 하여 데이터 일반화로 발생 할 수 있는 사각지대 최소화</li> <li>▪ 설치정보와 환경정보를 입력받아서 태양광 발전에 적합한방향과 위치에 패널을 자동 배치 후, 사용자가 설치 요소를 수정할 수 있는 UI 제공</li> <li>▪ 태양궤적에 따른 구조물의 음영과 태양광패널의 투과율 까지 반영한 정밀한 차광률 계산</li> <li>▪ 평균 광량을 예측하여 재배 가능한 작물 분석</li> <li>▪ 기상청 데이터를 활용한 분석 시뮬레이션을 제공</li> </ul> </li> <li>- 일반 사용자를 위한 Web Interface <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 설치 용량과 대지 면적 및 도시 정보만 입력하면 연간 예상 발전량과 재배 가능 작물을 분석하고 예상 수익 및 월 평균 광량 정보 등 단순하지만 일반 사용자가 필요로 하는 정보 제공</li> <li>▪ SMP 및 REC 가격 변동을 반영하여 수익 분석 제공</li> <li>▪ 발전량과 수확량 예측 SW를 활용하여, 사용자가 영농형태양광 설치 의사결정을 할 수 있도록 발전수익과 작물수확량을 종합한 ROI를 농업인이 쉽게 사용할 수 있는 Web기반 Tool 제공</li> <li>▪ 영농협회의와의 협업을 통한 재배 가능 작물 분석 DB 구축 및 지속적인 누적으로 더 나은 재배법 연구를 위한 자료로 활용 가능</li> </ul> </li> <li>- 전문가를 위한 Application <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 사용자가 원하는 설치 환경 정보를 선택적으로 사용할 수 있도록 다양한 기능 제공</li> <li>▪ 설치 용량, 태양추적 방식, 설치 높이, 설치 배열 및 크기, 태양광 패널 정보 등 설치 정보를 상세 조정할 수 있도록 설정 기능 제공</li> <li>▪ 기간별 데이터 조회를 위한 설정 기능 제공</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 향상된 시뮬레이션 기능 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기상청 데이터 기반 발전량 및 작물 영향 정도를 확인할 수 있는 시뮬레이션 기능 제공</li> <li>▪ 3D Visualization된 음영지역과 음영에 영향을 주는 구조물을 시각적으로 확인해서 설계에 반영할 수 있는 시뮬레이션 기능 제공</li> </ul> </li> <li>○ 영농형 태양광 적용에 따른 작물생육 및 수확량 예측 모델 연동 SW 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 작물별 생육(광합성) 및 수확량 예측 모델과 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 모델의 연동을 위한 데이터 표준화, 입출력 인터페이스 개발</li> <li>- 기존 시스템에 적용된 서버와 데이터 연동이 가능하도록 인터페이스 API 개발 및 표준화 제공</li> <li>- 집적된 생육데이터를 활용하여, 사용자가 자신의 지역에 맞는 작물과 영농형태양광 유형을 선택하여, 작물의 최적 재배방법을 찾는 Web 기반 Tool 제공</li> </ul> </li> <li>○ 클라우드 기반 영농형 태양광 원격모니터링 및 스마트 농장(생육) 관리 통합플랫폼 개발·구축 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 영농형 태양광 통합 플랫폼 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기구축 시스템과의 데이터 연계를 위한 Open API 설계</li> <li>- 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영을 위한 DB 구조 설계</li> <li>- 공공 정보 서비스, 태양광발전 수집 데이터 관리, 생육환경 수집 데이터 관리, 농가 활용 데이터 분석 기능, 컨설팅 관리 시스템 등 기능 제공</li> <li>- 플랫폼 관리자를 통해서만 가능했던 일방향적인 데이터 공유체계를 플랫폼 사용자 간에도 가능하도록 IaaS 형태로 전환</li> <li>- 인공지능을 활용한 작물 생육환경 최적화 서비스 모델 서비스 추가 등 플랫폼에서 제공하는 서비스 다양화</li> <li>- 영농형 태양광 시범사업 등 거점에 특화된 서비스 모델 개발 및 보급 창구로 활용하도록 플랫폼 개선</li> </ul> </li> <li>2. 기구축 실증단지과 협업과제를 통한 신규 구축 사이트를 활용한 통합 플랫폼 성능 검증</li> <li>3. 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영·관리 매뉴얼 작성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관리자, 정보제공자, 이용자를 구분하여, 각 이용주체별로 별도의 운영·관리 매뉴얼 작성</li> </ul> </li> </ol> </li> </ul>
--	--	---

<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 영농형 태양광 전용 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영농형 태양광 “연구를 위한” 분석 목적의 시뮬레이션 기능 제공</li> </ul> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>&lt;시뮬레이션 구동 화면&gt;</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>&lt;시뮬레이션 결과 파일&gt;</p>  </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영농형 태양광 “수요자를 위한” 가상 설치 시뮬레이션 기능 제공</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>
---------------	---

- 음영 전산모사 (Ecotect Pro 비교)



최고 일사량 : 음영이 생기지 않은 구역의 일사량  
 최고 일사량 : 음영이 생기지 않은 구역의 일사량  
 평균 음영률 = 음영을 반영한 일사량 / 음영을 반영하지 않은 총 일사량

SM	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
최고 일사량	120.4	142.3	175.9	169.1	181.4	143.6	140.6	120.7	154.8	154.7	114.3	115.6	144.45
최저 일사량	76.6	69.3	87.3	79.8	92.9	85.5	83.2	71.0	81.5	77.3	58.6	59.9	76.91
평균 음영률	6.9%	7.9%	6.8%	5.9%	5.0%	4.1%	4.2%	4.4%	6.2%	7.5%	8.3%	8.3%	<b>6.3%</b>

Ecotect Pro	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
최고 일사량	75.7	99.0	138.5	166.7	182.1	165.8	157.1	164.0	139.8	127.3	88.3	73.0	131.44
최저 일사량	25.3	35.6	53.1	67.3	78.4	73.3	69.9	68.8	56.2	47.3	32.9	27.7	52.98
평균 음영률	7.6%	8.3%	6.7%	5.3%	4.9%	4.8%	4.8%	4.9%	5.6%	6.3%	7.0%	6.9%	<b>6.1%</b>

- 발전량 전산모사 (Solar Pro 비교)

<월별 발전량 수치 비교표>

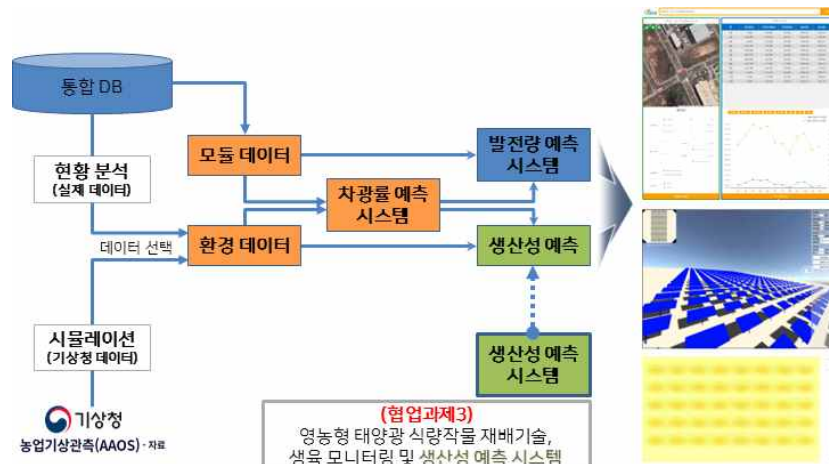
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
sm	117.51	138.87	171.66	164.97	176.98	140.09	137.21	117.76	151.01	150.95	111.53	112.80	<b>1,691.34</b>
기상청	76.31	101.72	131.07	156.69	158.24	166.40	193.87	133.51	128.91	95.21	75.36	70.11	<b>1,487.41</b>
solar pro	103.94	111.68	136.46	146.47	147.88	126.77	120.43	130.91	128.79	136.05	101.28	93.40	<b>1,484.06</b>
ecotect_pro	75.72	97.13	137.07	166.67	182.07	165.78	157.14	164.03	139.78	127.34	88.29	73.01	<b>1,574.03</b>

<월별 발전량 편차 비교표>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
sm vs solar pro	+13%	+24%	+26%	+13%	+20%	+11%	+14%	-10%	+17%	+11%	+10%	+21%
sm vs ecotect_pro	+55%	+43%	+25%	-1%	-3%	-15%	-13%	-28%	+8%	+19%	+26%	+54%
solar pro vs ecotect_pro	+37%	+15%	+0%	-12%	-19%	-24%	-23%	-20%	-8%	+7%	+15%	+28%



○ 작물생육 및 수확량 예측 모델 연동 인터페이스



(협업과제3)  
 영농형 태양광 식량작물 재배기술,  
 생육 모니터링 및 생산성 예측 시스템

※ 작물의 생육 분석을 위한 일조량과 일사량 정보 제공  
 생산성 예측시스템은 3협업과제의 정보 제공 수준

○ 전국 단위 영농형 태양광 모니터링, 스마트 관리 통합플랫폼 구축

- 영농형 태양광 통합플랫폼



전국 / 지역 현황



태양광 발전 현황



※ 통합플랫폼 페이지 일부 발취

생육 환경 현황 - 기온



생육 환경 현황 - EC



작물 생산 정보



농가 페이지

- 영농형 태양광 통합플랫폼 - 관리자 페이지



관리자 로그인 페이지



관리자 메인 페이지



관리자 정보 관리



RestAPI-Farm 관리 페이지



RestAPI-PV 관리 페이지



RestAPI-Device 관리 페이지

- 영농형 태양광 실증센터

영농형태양광 설치현황

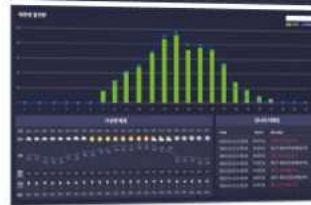
영농형태양광발전소가 설치된 전체 규모와 형태 및 출력량, 발전효율 등 발전 현황 정보를 제공합니다.

전국 현황

영농형태양광발전소의 전국 분포 현황과 기상특보 발령 및 고장 발생 지역을 시각적으로 제공합니다.

재배 작물 통계

영농형태양광발전 설치 농가의 재배 작물 분류와 감수율, 및 당도 변화를 통해 작물 영향을 평가·관리합니다.



발전량 / 기상청 예보 / 고장정보

영농형태양광발전소의 실시간 운전 현황을 볼 수 있으며, 한국의 지역 별 평균 발전 시간과 경작지 CCTV 링크를 제공합니다. 기상청 예보와 발전량 및 고장정보를 모니터링 합니다.

평균 발전 시간 / 경작지 CCTV

생육현황 / 환경정보  
농구와 대조구의 환경정보와 시간대 별 일사량 차이를 통해서 영농형태양광의 환경 영향을 평가·관리합니다.



<p>연구개발성과 활용계획 및 기대 효과</p>	<p>○ 연구개발성과 활용 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전국 단위 통합플랫폼으로써 지역별 비교자료로 활용</li> <li>- 작물 재배 지원과 발전량 증대를 위한 ICT 기술 지원</li> <li>- 영농형태양광 시스템 및 재배기술 표준화로 원가를 낮추고 시스템 확산 고속화</li> <li>- 통합플랫폼을 활용한 A/S 관련 일자리 창출</li> <li>- 작물재배 DB정보를 활용하여 영농형태양광 사업주에게 영농 교육 및 정보 제공</li> <li>- 영농형 태양광 예측기술을 활용한 ICT 사업 경쟁 우위 확보</li> <li>- 영농형 태양광 재배 기술 확보를 위한 연구 지원</li> </ul> <p>○ 기대 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영농형 태양광 재배기술 확보를 위한 작물재배 BigData 구축</li> <li>- 농업과 태양광 발전을 공동 영위함으로써 안정적인 수입창출을 통한 농가의 고부가가치 창출 및 영농형 태양광 확산에 기여</li> <li>- 영농형 태양광 보급으로 에너지 자립 활성화</li> <li>- 영농형 태양광 통합플랫폼 마련으로 확산 시 발생할 수 있는 문제에 대한 사전 준비 및 손실을 최소화와 관련 일자리의 확대</li> </ul>										
<p>연구개발성과의 비공개여부 및 사유</p>	<p>공 개</p>										
<p>연구개발성과의 등록·기탁 건수</p>	<p>논문</p>	<p>특허</p>	<p>기술이전 기술료 제품화</p>	<p>고용창출 교육지도 인력양성</p>	<p>소프트 웨어</p>	<p>기타</p>	<p>생명자원</p>		<p>화합물</p>	<p>신품종</p>	
<p>연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황</p>	<p>구입기관</p>	<p>연구시설· 장비명</p>	<p>규격 (모델명)</p>	<p>수량</p>	<p>구입 연월일</p>	<p>구입가격 (천원)</p>	<p>구입처 (전화)</p>	<p>비고 (설치장소)</p>	<p>ZEUS 등록번호</p>		
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>영농형 태양광</p>		<p>입체 시뮬레이터</p>		<p>모니터링</p>		<p>스마트관제</p>		<p>통합플랫폼</p>		
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Agrophotovoltaic</p>		<p>3D Simulator</p>		<p>Mornitoring</p>		<p>Smart Control</p>		<p>Intergrating Platform</p>		

최종보고서							보안등급				
							일반[ <input checked="" type="checkbox"/> ], 보안[ <input type="checkbox"/> ]				
중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업명	농업에너지 자립형산업모델 기술개발사업					
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)	에너지자립형 저장·관리기술개발						
공고번호	농축2021-27호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	-						
				연구개발과제번호	321005-2						
기술분류	국가과학기술 표준분류	EE0904	35%	EE0202	35%	LB0505	30%				
	농림식품과학기술분류	RA0406	40%	RC0102	40%	AA0103	20%				
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	작물별 생산성을 고려한 영농형 태양광 표준모델 개발 및 실증									
	영문	Development and Demonstration of Agrovoltaic system Solar Standard Model Considering Productivity by Crops									
연구개발과제명	국문	영농형 태양광 적용 SW 개발 및 통합 플랫폼 구축									
	영문	Development of SW and Integration Platform for Agrovoltaic system									
주관연구개발기관	기관명	(주)에스엠소프트			사업자등록번호	411-81-41592					
	주소	(58323) 전남 나주시 도민길 50			법인등록번호	201111-0023286					
연구책임자	성명	이민			직위	이사					
	연락처	직장전화	061-333-8517			휴대전화	010-7310-2014				
		전자우편	min.lee@smssoft.co.kr			국가연구자번호	11183993				
연구개발기간	전체	2021. 04. 01 - 2022. 12. 31( 1년 9개월)									
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2021. 04. 01 - 2021. 12. 31(9개월)								
			2022. 01. 01 - 2022. 12. 31( 1년)								
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원	기관부담						그 외 기관 등의 지원금		연구개발비 외 자원금	
	연구개발비	연구개발비		지방자치단체		기타( )		합계			
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	800,000	11,500	153,500	-	-	-	-	811,500	153,500	965,000	
1단계	1년차	300,000		50,000	-	-	-	300,000	50,000	350,000	
	2년차	500,000	11,500	103,500	-	-	-	511,500	103,500	615,000	
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편		비고				
공동연구개발기관	(재)녹색에너지 연구원	김근호	선임	010-8574-0876	ggh1242@pel.re.kr		책임	출연연			
	(사)한국영농형 태양광협회	남재우	이사	010-4003-0513	garmer@kava.or.kr		책임	사단법인			
위탁연구개발기관											
연구개발기관 외 기관											
연구개발담당자 실무담당자	성명	이은찬			직위	부장					
	연락처	직장전화	061-333-8517			휴대전화	010-8624-4686				
		전자우편	oc.lee@smssoft.co.kr			국가연구자번호	11202190				

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2023년 5월 30일

연구책임자: 이민

주관연구개발기관의 장: (주)에스엠소프트 대표이사

공동연구개발기관의 장: (재)녹색에너지연구원

위탁연구개발기관의 장: (사)한국영농형태양광협회장

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하





< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 ..... p. 001

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 ..... p. 017

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ..... p. 166

4. 목표 미달 시 원인분석 ..... p. 178

5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도 ..... p. 179

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ..... p. 179

<별첨 자료>

별첨1. 자체평가의견서 ..... p. 181

별첨2. 연구결과활용계획서 ..... p. 185

# 1. 연구개발과제의 개요

## 가. 필요성

### 1) 국가 정책

- 정부는 재생에너지 3020 계획에 따라 재생에너지 발전 비중을 2030년까지 20%로 확대키로 하면서 올해에도 재생에너지 보급 목표 달성 및 보급 확대를 위해 흔들림 없는 신재생에너지 확대 추진을 공언
- 특히 태양광 분야에서는 농촌지역에 2030년까지 태양광 10GW 신규 공급할 계획이며 이는 전체 신규 설비용량 (48.7GW)의 20%를 차지하고 있어 농촌 태양광에 관한 관심이 증대되고 있음



<그림 11. 재생에너지 3020 계획 중 농촌 태양광 비중 및 정부 지원 방향 >

- 영농병행 태양광(농업과 태양광 발전 병행)이 재생에너지 3020 계획(재생에너지 비율 20%) 달성을 위한 유력한 대안이며 농가 소득 증진 및 태양광 보급 확대에 기여 할 것으로 기대
  - 국내의 신재생 보급 목표(2030년 국내 전체 전력량의 20%, 68GW) 달성을 위해서는 태양광 약 37GW( >2GW/년) 설치가 필요하고 영농병행 태양광이 유력한 대안 임
  - 현 태양광 보급용량(4.1GW) 중 63%가 농촌에 설치되었으나, 수익 외지 유출이 농가의 태양광 설비 수용성을 낮춘 주된 요인으로, 영농여건의 지속적 악화 (FTA 비준, 쌀 소비량 감소, 고령화 등)로 소득감소가 예상되는 농가에 새로운 소득사업 필요
  - 농업인이 주체가 되는 태양광 병행 발전소 보급을 통해 농가 소득 증진 및 태양광 보급 확대
    - 2030년 태양광 보급 목표 50%(~18GW)를 본 시스템으로 생산 시 18만 농가 혜택(※ 농가당 100kW 설치 시, 농업진흥구역 81만ha 중 약 5% 소요)
- 농림축산식품부는 2019년 2월에 재생에너지팀을 구성하여 주요 쟁점을 점검하고 제도적·기술적 기반을 정비중에 있음
  - 영농형 태양광 부지로 사용될 농업진흥구역 밖 농지에 대한 일시 사용기간을 8년에서 20년으로 연장 검토 중
  - 영농형 태양광에 적합한 작물선정과 재배모델을 지역 농업기술원 및 농업기술센터를 통해 실증 중
- 농업인 태양광 발전사업의 체계적 지원을 위한 법적 근거 마련을 위해 정운천 의원이 발의한 ‘농업인 태양광 발전사업 지원법’의 제정을 통해 정책자금 지원, 우선구매, 실태조사, 컨설팅 지원 등 관련 근거 마련 중
  - 영농형 태양광 발전에 대한 사업의 정의, 표준규격 및 재배모델 마련, 사후관리, 기술개발 및 연구지원 조항반영 영농형 태양광의 추진기반 마련

## 2) 농업의 현실

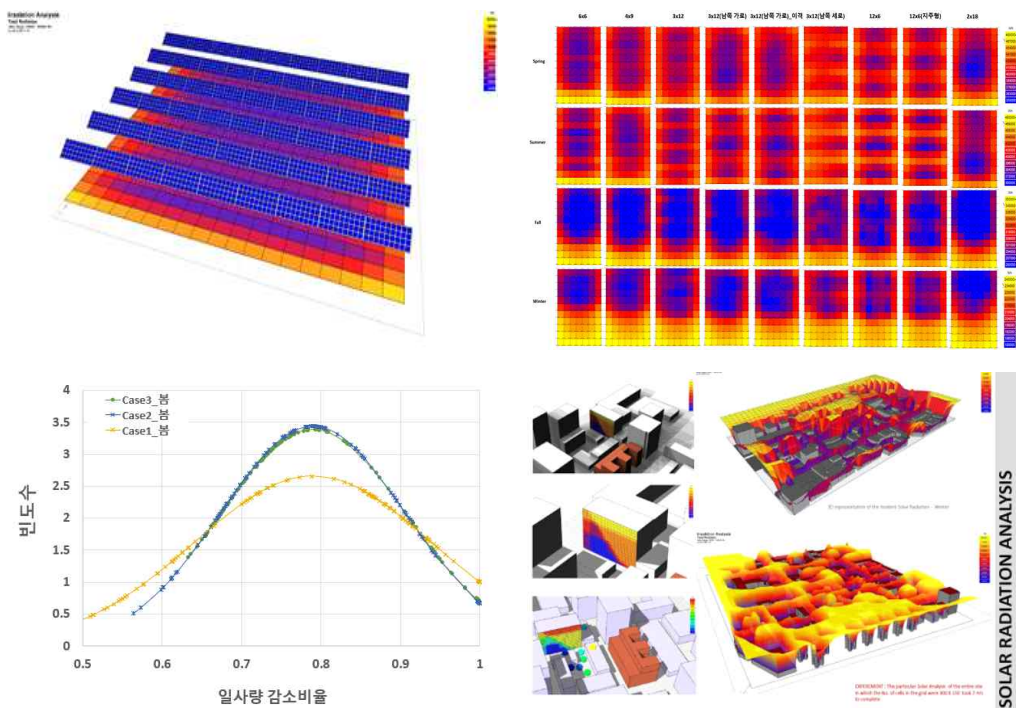
- 농업인구 감소, 소득정체 및 고령화 등 지속적인 농업환경의 악화로 소득 감소가 예상됨에 따라 지속적인 농가의 농외 소득사업이 필요함.
- 태양광 보급용량 중 대부분이 농촌에 설치되고 있으나 발전수익 대부분 외지로 유출됨에 따른 수용성 감소는 태양광 발전 보급에 걸림돌이 됨
  - 2030년 태양광 보급 목표 50%(~18GW)를 본 시스템으로 생산 시 18만 농가 혜택(※ 농가당 100kW 설치시, 농업진흥구역 81만ha 중 약 5% 소용)
  - "쌀농사는 3.3㎡(1평)에서 얻는 소출 1.8kg, 연간 매출액이 2,500원 수준, 같은 면적에서 태양광을 하면 15배 향상 가능함



<그림 12. 날로 열악해져 가는 농촌 현실>

## 3) 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 현황 및 고도화 필요성

- 농업적 관점에서 바라봤을 때, 영농형 태양광 발전 시스템 구조물 구축 전에 작물의 생육환경을 사전에 파악할 수 있는 시스템 하부 일사량(조도) 분석이 필수적으로 선행되어야 함.
- 現 연구단계에서는 건축설계나 건축공학 분야에서 주로 사용되는 'Autodesk Ecotect Analysis 2011 (이하 에코텍)' 프로그램을 통한 시스템 하부 일사량 분석을 진행하였음.



<그림 13. Autodesk ecotect를 활용한 하부 일사량 분석법>

- 하지만, 에코텍 프로그램의 경우 2015년 이후 판매 중단으로 인해 프로그램 자체의 유효성과 타당성 입증에 난해한 실정임
- 또한, 전 세계적으로 Solar Pro, PVSYST 등 태양광 발전량 및 음영 예측 프로그램은 존재하나 태양광 시설 하부 일사량 예측 프로그램은 전무한 상황이므로 영농형 태양광 전용 일사량 및 음영 시뮬레이션 프로그램 개발이 필요함

#### 4) 클라우드 기반 태양광 및 생육 모니터링 현황/고도화 필요성

- 발전량 통계 및 분석을 위한 알고리즘을 적용하여 농업과 태양광 발전의 최적 운용 방안을 도출 필요
- ICT 센서(일사량, 수분, 온도 등)들을 기반으로 농업환경을 모니터링 하고 스마트 팜 기술(관수 시스템, 양액공급 장치, 수확장치 등)을 통해 영농형 태양광 통합관리 시스템 개발 필요



<그림 14. 영농형 태양광 통합관리 시스템 개발 사례 >

#### 5) 국내 태양광 통합 플랫폼 구축 현황

- 재생에너지 보급설비에 대한 사후관리를 위해 AS센터 운영 및 표본조사·샘플추적 조사 등을 위해 한국에너지공단에서 구축, 일정 용량 이상 설비의 경우 로컬 모니터링 실시 ⇒ 원별, 기관별 다양하게 산재되어 있는 에너지 데이터를 결합하여 공단 주도의 효율적 정보 제공을 위한 신재생설비의 빅 데이터 운영 체계 구축
- 지역별, 에너지원별 가동현황과 운영현황, 에너지유형별 생산량 요약정보를 모니터링



<그림 15. 한국에너지공단 통합모니터링 시스템 >

### 가. 연구개발과제의 목표 및 내용

#### 1) 연구개발과제의 최종 목표

- 영농형 태양광 전용 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 개발
- 작물생육 및 수확량 예측 모델 연동 표준화 및 인터페이스 개발
- 전국 단위 영농형 태양광 모니터링, 스마트 관리 통합플랫폼 구축



<그림 16. 영농형 태양광 적용 SW 개발 및 통합 플랫폼 구축 >

## 2) 연구개발과제의 단계별 목표

구분	기술개발 목표		단위	기존기술	연차별 개발 목표		평가 방법
					1차년도	2차년도	
S/W	음영 전산모사	상용 S/W data 일치도	%	Ecotec pro	90	95 이상	수치 비교
		실증결과 비교	%	95	90	95 이상	일사량 센서
	발전량 전산모사	상용 S/W data 일치도	%	Solar pro	90	95 이상	수치 비교
		실증결과 비교	%	90	90	95 이상	누적발전량 비교
플랫폼	기존 사이트 구축/연계		개소	-	4	5	현장평가
	신규 사이트 구축/연계		개소	-	-	3	현장평가
	on-line 플랫폼 구축		개소	-	-	1	현장평가
	off-line플랫폼 구축		개소	-	-	1	현장평가
HW	센서 Gateway 디바이스 항온항습		식	-	-	-20~60, 0~95%	공인기관을 통한 신뢰성시험

### 가) 플랫폼 구축 계획

- 기존 사이트 활용 : 농림축산식품부 지원 기 구축 영농형 태양광 실증단지 활용
  - “한국형 태양광 이모작 (농업&태양광발전 병행) 스마트 영농 시스템 개발“과제 구축 영농형 태양광 시스템 4개소 (충북 오창 15kW 2개소/전남 나주 10kW 2개소) 활용
  - ”영농형 태양광 재배모델 실증지원사업“ 구축 영농형 태양광 시스템 5개소 (전남 일대 15kW 급 5개소) 활용
- 신규 사이트 활용 : (협업과제 1-2) 신규 구축 영농형 태양광 시스템 활용
  - ‘21년도 농업에너지 자립형산업모델 기술개발사업 협업과제 1-2 신규 구축 영농형 태양광 시스템 3개소 플랫폼 구축

### 나) 단계별 목표 평가 방법

순번	평가항목 (성능지표)	평가환경
1	음영 전산모사	- 기존 상용 음영 전산모사 SW (Ecotec pro) 대비 개발 SW 간 수치 비교 일치율 분석 - 또한, 개발 SW 전산모사 수치와 현장 일사량 센서의 실측값 비교
2	발전량 전산모사	- 기존 상용 발전량 전산모사 SW (Solar pro) 대비 개발 SW 간 수치 비교 일치율 분석 - 또한, 개발 SW 전산모사 수치와 현장 발전량 실측값 비교
3	플랫폼 구축/연계	- 제품의 품질을 종합적으로 평가한 후 인증 심의위원회를 통해 인증 여부 결정
4	센서 Gateway 디바이스 항온항습	- 공인기관에 의뢰하여 영하20~영상60도에서 항온테스트 및 습도 0%~95%환경에서 항습테스트

### 3) 연구개발과제의 내용

- 영농형 태양광 클라우드 기반 통합 플랫폼 고도화 및 표준화
- 작물 수확량 예측 모델 연동 SW 개발
- 기존&신규 영농형 태양광 시스템 기반 현장 실증
- 작물 생육 및 플랫폼 운영 관리 매뉴얼 도출

#### 가) 개발 목표

##### [1차년도]

##### (1) <주관기관> ㈜에스엠소프트

- (가) 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 기본 설계
- (나) 클라우드 기반 통합 플랫폼 설계 및 개발
- (다) 데이터 취득장치(RTU-Remote Terminal Unit)를 위한 범용 프로그램 개발
- (라) 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영을 위한 DB 구조 설계

##### (2) <공동기관 1> (재)녹색에너지연구원

- (가) 소프트웨어 고도화를 위한 실증단지 보강/운용
- (나) 농업환경 데이터, 태양광 발전량 실측, 측정 데이터와 전산모사값 비교 및 검증

##### (3) <공동기관 2> (사)한국영농형태양광협회

- (가) 국내 영농형태양광 추진 현황조사 (정부사업 구축시스템 현황 조사)
- (나) 2차년 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영·관리 매뉴얼 작성 준비
- (다) 영농형 태양광 대상 작물 생육 모니터링 및 플랫폼 운용 기술 도출
- (라) 발전수익과 작물수확량을 종합한 ROI 분석 Tool 로직 개발

##### [2차년도]

##### (1) <주관기관> ㈜에스엠소프트

- (가) 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 개발
- (나) 플랫폼 개선 및 실증단지 활용 SW 고도화
- (다) 이기종 센서 데이터 수집을 위한 Gateway 디바이스 제작
- (라) 작물생육 및 수확량 예측 모델 SW 개발 및 표준화

##### (2) <공동기관 1> (재)녹색에너지연구원

- (가) 소프트웨어 고도화를 위한 작물(논,밭,과수)에 따른 실증단지 운용
- (가) 농업환경 데이터, 태양광 발전량 실측, 측정 데이터와 전산모사 값 비교 및 검증

##### (3) <공동기관 2> (사)한국영농형태양광협회

- (가) 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영·관리 매뉴얼 작성
- (나) 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계
- (다) 작물 최적 생육모델 로직 개발

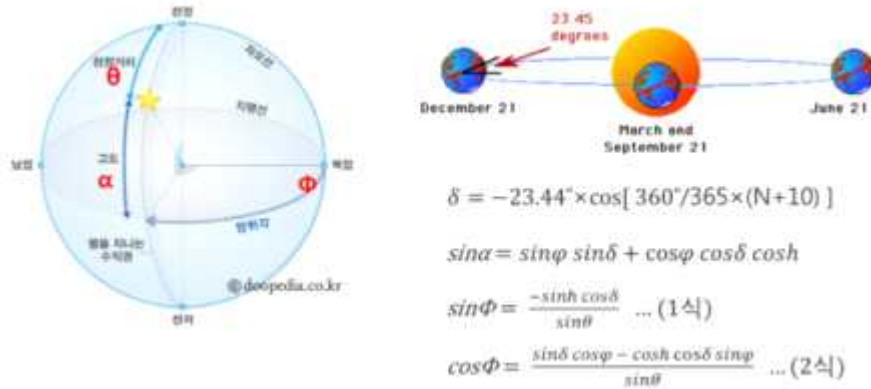
나) 개발 내용 및 범위

[1차년도]

(1) <주관기관> ㈜에스엠소프트

(가) 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 설계

- 위/경도 좌표를 기준으로 한 수식 기반 태양 위치 산출 프로그램 제작
- 태양의 위치 산출 계산식 : 위도와 로컬 시간에 대해 해당 지역의 태양 고도와 방위 계산
  - 시간에 따른 태양의 고도( $\alpha$ )와 방위( $\phi$ )를 계산하기 위해 식(1)을 사용하여 적위( $\delta$ )를 계산
  - 태양의 고도( $\alpha$ )와 방위( $\phi$ )는 지역별로 다를 수 있으므로, 적위( $\delta$ )는 물론이고, 위도( $\phi$ )와 시간각( $h$ )에 의존한 위 식으로 계산. 시간각은 남중고도 시간인 12시를  $h=0$  으로 함



<그림 17. 위도/경도에 따른 태양 위치 산출 계산식>

◦ 발전량 예측 알고리즘 설계

$$- \eta c = \eta T_{ref} (1 - \beta_{ref} (T_m - T_{ref})) \text{ ---(1)}$$

태양광 발전 시스템의 효율은 시스템의 온도 상승에 따른 효율 예측을 (1)번 수식과 같음 (모듈 온도가 올라갈수록 효율 저하가 나타남)

- $\eta c$  : 모듈 실제 효율
- $\eta T_{ref}$  : 모듈 표준효율
- $\beta_{ref}$  : 온도 계수(0.0025)
- $T_m$  : 모듈 온도
- $T_{ref}$  : 표준온도(24도)

$$- T_m = b_1 \times T_a + b_2 \times G_t + b_3 \text{ ---(2)}$$

모듈의 온도( $T_m$ )를 외기온도( $T_a$ )와 일사량( $G_t$ )에 따라 예측 할 수 있고 (2)번 수식을 (1)번 수식에 대입하면 효율을 계산할 수 있음

$$- T_{m\_land} = 1 \times T_a + 15 \times G_t \text{ ---(3)}$$

지표면의 온도( $T_{m\_land}$ )를 외기온도( $T_a$ )와 일사량( $G_t$ )에 따라 예측 할 수 있음

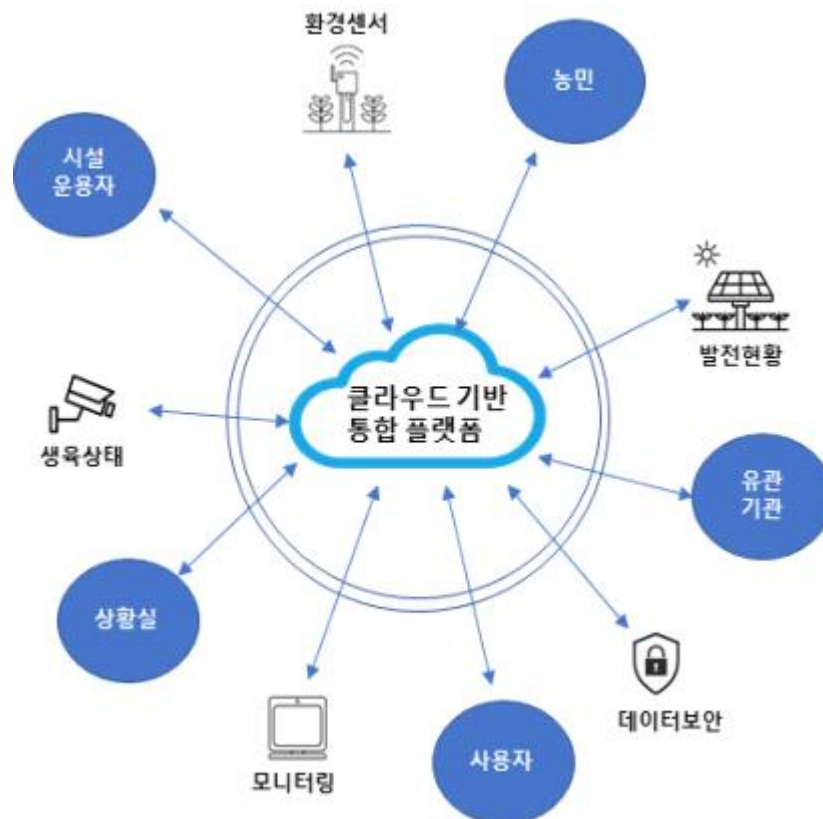
(나) 클라우드 기반 통합 플랫폼 설계 및 개발

- IoT, 빅데이터를 결합한 클라우드 기반의 통합 플랫폼 설계
  - 클라우드 컴퓨팅이란 IT자원을 직접 설치할 필요 없이 원격으로 빌려 쓰는 서비스 형태로 인터넷상의 서버군을 통하여 데이터 저장, 네트워크, 콘텐츠 사용 등 IT관련 서비스를 한번에 사용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 말함



<표 1. 클라우드 컴퓨팅과 클라우드 서비스 비교>

구분	클라우드 컴퓨팅 (IaaS, PaaS)	클라우드 서비스 (SaaS)
실행 환경	클라우드	클라우드
서비스 모델	사용하는 업체별로 비즈니스 구현	공통된 서비스 제공
제공되는 서비스	Network, Storage, Server, Database, Security, Applications	Services
서비스 액세스 방법	내부 인증 및 권한 체계 이용	제공되는 표준 방법 사용



<그림 18. 영농형 태양광 스마트 관리 ICT 기반 통합 플랫폼 개념도>

□ 영농형 태양광 통합 플랫폼 설계 및 개발

- (IaaS) 서버, 스토리지, 네트워크 등의 자원을 사용자가 할당받아 효율적인 사용이 가능하도록 클라우드(IaaS) 기반 영농형 태양광 통합 플랫폼 확장
- (PaaS) 수집데이터를 가공 및 활용하여 농가 활용 서비스의 개발·확산 지원을 위한 클라우드(PaaS) 기반 개발환경 구축
- (클라우드 서비스) 기존 On-Premise 방식의 플랫폼을 원격으로 중앙 서버를 활용할 수 있는 클라우드 또는 Hybrid IT 인프라 방식을 도입
- (개발환경) 서비스 개발자를 위해 코딩 프로그램(Python, Java 등), 빅데이터 분석(Hadoop, NoSQL 등), AI 분석(머신러닝 등) 관련 서비스 개발환경 지원
- 빅데이터 기반 Data Source 저장구조 설계(비정형, 반정형, 정형)



<그림 19. 플랫폼 기능 블록 설계 예시>

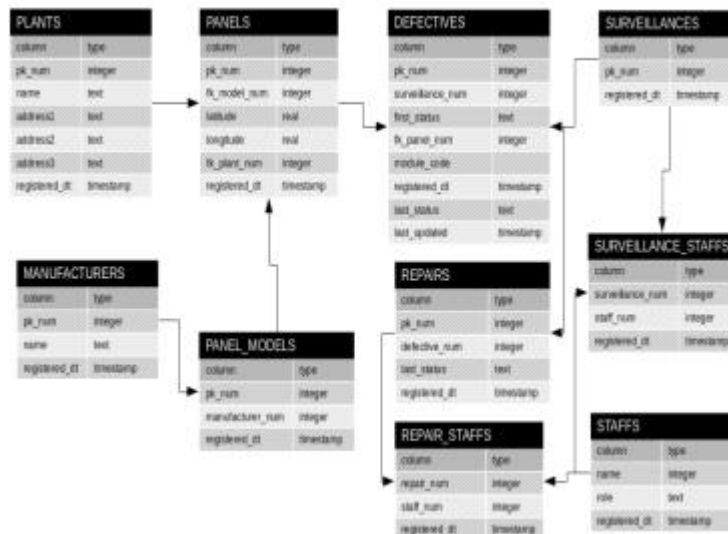
- 영농형 태양광 적용 농장의 스마트관제 시스템과의 데이터 연계를 위한 Open API 설계
- 영농형 태양광 모니터링을 위한 통신규격 마련

(다) 데이터 취득장치(RTU-Remote Terminal Unit)를 위한 범용 프로그램 개발

- 다양한 OS(Windows, Linux, Mac) 환경에서 운영될 수 있는 구조 설계
- 영농형 태양광 통합 플랫폼 수집서버와 연결 가능한 프로토콜 설계
- 필드 설비(에너지원, 센서, 제어 장치) ↔ RTU ↔ 통합서버 간의 양방향 통신 기능 개발
- OPC-UA 사용시 국정원 8대 취약점 준수(SHA256, SSL, TLS, 기타보안기능)
- 통신 오류시 90일이상 수집데이터 저장(백업) 기능 개발

(라) 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영을 위한 DB 구조 설계

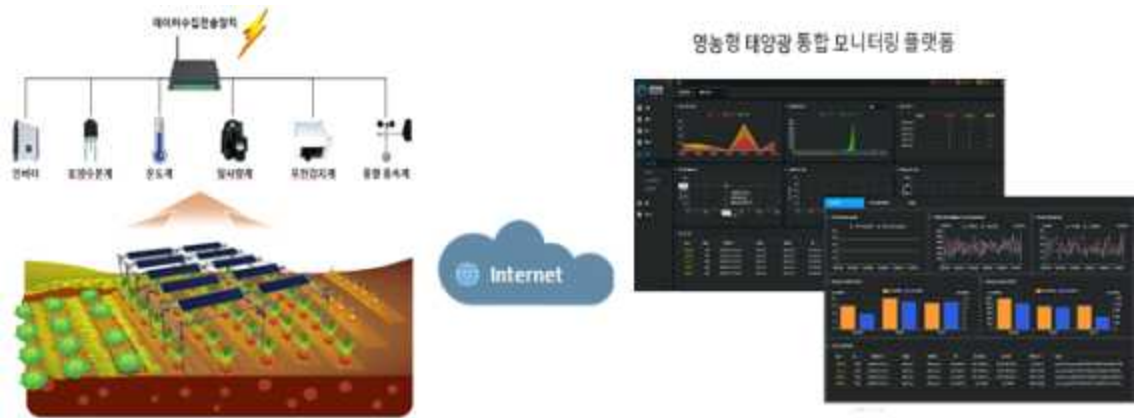
- 접속반의 전압, 전류, 온도 등의 계측 Data에 대한 Data Table 생성
- 인버터 출력 항목에 대한 Data Table 생성
- 발전설비의 설치 정보 (배치, 연결 등) DB 구축
- 세부 설비 제어 정보 이력 Database 구축
- 고도각, 방위각 등, 상태 관련 Data에 대한 Data Table 생성



<그림 20. DB 테이블 관계 및 구조 설계 예시>

(마) 통합 플랫폼 기능 검증 및 평가를 위한 실증단지 시스템 구축

- 사이트 구성 요소
- 기상 계측 센서 및 데이터 수집장치
- 환경 계측 센서 및 데이터 수집장치
- 태양광 인버터(통신 포트 제공)
- 영상 수집 시스템(CCTV, NVR)



<그림 21. 실증단지 시스템 구성도>

(2) <공동기관 1> (재)녹색에너지연구원

(가) 소프트웨어 고도화를 위한 실증단지 보강

- 기 구축 실증 사이트 농지 환경 센서류 보강
- 시스템 구축 형태(높이, 모듈사이즈, 배치, 가변)에 따른 하부 농업환경 데이터 수집

(나) 농업환경 데이터, 태양광 발전량 실측, 측정 데이터와 전산 모사값 비교 및 검증

- 패널유형, 모듈유형, 모듈배치유형에 따른 발전량, 그늘면적 및 차광률 비교
- 지역별 표준기상데이터 활용 시뮬레이션과 실제 측정 데이터와의 비교 및 검증



- 설치위치 : 전남 나주시 용산동 31-1번지,
- 설치용량 : 12kW급
- 구축 년도 : 2018년
- 구성 : 일반형, 투과형, 양면형 (각도 가변)
- 태양광 모듈 스트링 구성 및 설치 높이, 각도 가변에 따른 발전량, 하부 일사량 분석

<그림 12. 영농형 태양광 모니터링 테스트베드>

(3) <공동기관 2> (사)한국영농형태양광협회

(가) 국내 영농형태양광 추진 현황조사 (정부사업 구축시스템 현황 조사)

- 농림축산식품부 “영농형 태양광 실증 지원 사업” 등 기존 정부지원 사업으로 설치된 모든 영농형 태양광 시설에 대한 모니터링 포함

(나) 2차년 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영·관리 매뉴얼 작성 준비

(다) 영농형 태양광 대상 작물 생육 모니터링 및 플랫폼 운용 기술 도출

(라) “협업과제 1-2 작물별 실증을 위한 영농형 태양광 시스템 구축 및 표준 설계서 개발“에서 시스템 현황 조사 및 원격 모니터링 시스템 구축과 협업하여 조사

- 조사항목 설정
- 조사 시기 및 주기 설정
- 해당시스템 관리 업체 접촉 자료 수집

(마) 플랫폼 운영 관리 매뉴얼 조사 분석

(바) 발전수익과 작물수확량을 종합한 ROI 분석 Tool 로직 개발

- 발전량과 수확량 예측 SW를 활용하여, 투자비/투자조건, 발전수익, 재배작물 작황과 작물 상황을 종합한 ROI 분석 로직 개발

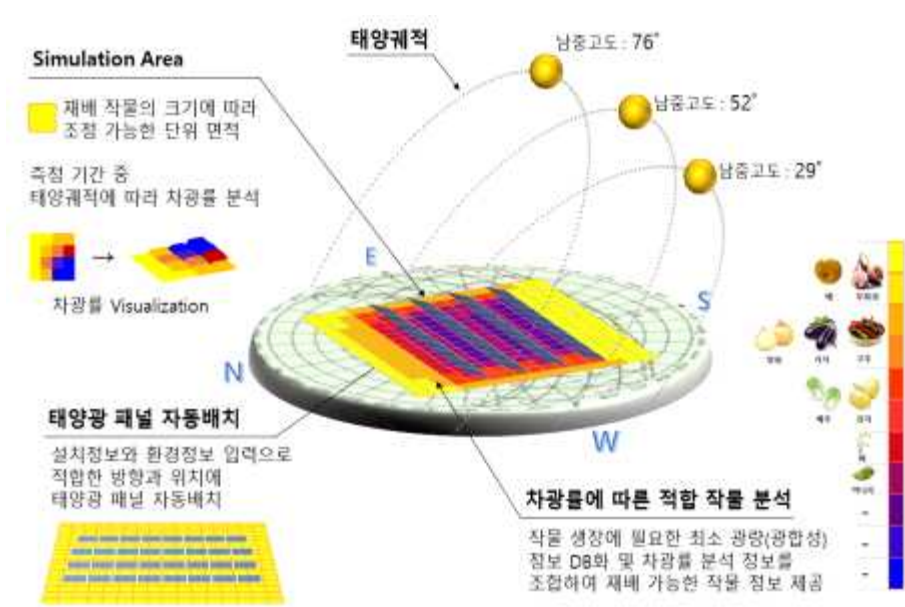
[2차년도]

(1) <주관기관> ㈜에스엠소프트

(가) 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 개발

□ 차광률 예측 시뮬레이션 개념

- 영농형 태양광 설치 지역의 위도 경도를 반영한 태양 궤적 정보 생성(천문 데이터 활용)
- 영농형 태양광을 통해 재배할 작물의 크기에 따라 단위 면적을 조정 할 수 있도록 하여 데이터 일반화로 발생 할 수 있는 사각지대 최소화



<그림 23. 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 개발 개념>

- 설치정보와 환경정보를 입력받아서 태양광 발전에 적합하나 방향과 위치에 패널을 자동 배치 후, 사용자가 설치 요소를 수정할 수 있는 UI 제공
- 태양궤적에 따라 영농형 태양광 구조물에 의한 음영과 태양광패널의 투과율 까지 반영한 정밀한 차광률 계산
- 단위 면적 당 최소 월 평균 광량을 예측하여 재배 가능한 작물 분석
- 기상청의 과거 데이터를 활용한 분석 시뮬레이션을 제공하여 더 정확한 발전량 및 적합 작물 분석
- 일반 사용자를 위한 Web Interface와 전문가를 위한 Application 및 시뮬레이션 Interface 제공으로 모든 사용자들의 만족 도출

□ 일반 사용자를 위한 Web Interface

- 일반 사용자가 이해하기 어려운 복잡한 설치 정보 및 환경 정보 없이 쉽게 접근할 수 있는 Web Interface 제공
- 설치 용량과 대지 면적 및 도시 정보만 입력하면 연간 예상 발전량과 재배 가능 작물을 분석하고 예상 수익 및 월 평균 광량 정보 등 단순하지만 일반 사용자가 필요로 하는 정보 제공
- SMP 및 REC 가격 변동을 반영하여 실질적인 태양광 발전 수익 분석 제공
- 영농협회와의 협업을 통한 재배 가능 작물 분석 DB 구축 및 지속적인 누적으로 영농형 태양광을 통해 발생할 수 있는 작물의 피해를 최소화 하고 더 나은 재배법 연구를 위한 자료로 활용 가능



<그림 24. 사용자 인터페이스 화면 예시>

□ 전문가를 위한 Application

- 전문가에 의한 정확한 발전량 분석 및 차광률을 예측할 수 있는 Application 제공
- 사용자가 원하는 설치 환경 정보를 선택적으로 사용할 수 있도록 다양한 기능 제공 (면적&도시, 면적&위도-경도, 지번(GIS정보, 단, GIS 정보 제공 지역에 한함))
- 설치 용량, 태양추적 방식(고정, 단축, 양축), 설치 높이, 설치 배열 및 크기, 태양광 패널 정보 등 전문가에 의해 설치 정보를 상세 조정할 수 있도록 설정 기능 제공
- 연간, 분기 별, 월 별, 일 별 총 량 및 평균 정보를 도출할 수 있는 다양한 분석 기간 설정 기능 제공



<그림 25. Application UI 예시>

- 향상된 시뮬레이션 기능

- 영농형 태양광 설치 지역의 과거 기상청 데이터를 불러와서 태양광 발전량 및 작물 재배에 영향을 미치는 광량을 확인할 수 있는 시뮬레이션 기능 제공



<그림 26. 환경 요인 기반 시뮬레이션>

- 3D Visualization된 음영지역과 음영에 영향을 주는 구조물을 시각적으로 확인해서 설계에 반영할 수 있는 시뮬레이션 기능 제공

(나) 플랫폼 개선 및 실증단지 활용 SW 고도화

- 영농형 태양광 공공 정보 서비스, 태양광발전 수집 데이터 관리, 생육환경 수집 데이터 관리, 농가 활용 데이터 분석 기능, 컨설팅 관리 시스템 등 기능 제공
- 플랫폼 관리자를 통해서만 가능했던 일방향적인 데이터 공유체계를 플랫폼 사용자 간에도 가능하도록 IaaS 형태로 전환
- 인공 지능을 활용한 작물 생육환경 최적화 서비스 모델 서비스 추가 등 플랫폼에서 제공하는 서비스 다양화
- 민간 기업에서 개발하여 확산하고 있는 서비스를 농업인이 쉽게 활용할 수 있도록 플랫폼에 추가 가능하도록 개선
- 영농형 태양광 시범사업 등 거점에 특화된 서비스 모델 개발 및 보급 창구로 활용하도록 플랫폼 개선

(다) 이기종 센서 데이터 수집을 위한 Gateway 디바이스 제작

- 다양한 센서 인터페이스를 내장하여 이기종 센서에 대한 데이터 수집이 가능하도록 설계
- 시스템 요구 수준에 최적화된 계측 모델을 수립(저비용 최적성능)

(1) <공동기관 1> (재)녹색에너지연구원

(가) 소프트웨어 고도화를 위한 작물(논,밭,과수)에 따른 실증단지 운용

- 기 구축 실증 사이트 농지 환경 센서류 보강
- 작물 형태, 시스템 구축 형태에 따른 하부 농업환경 데이터 수집

(나) 농업환경 데이터, 태양광 발전량 실측, 측정 데이터와 전산모사값 비교 및 검증

- 패널유형, 모듈유형, 모듈배치유형에 따른 발전량, 그늘면적 및 차광률 비교
- 지역별 표준기상데이터 활용 시뮬레이션과 실제 측정 데이터와의 비교 및 검증

**농 식 품 부 (2016~2019)**

<p>전남 나주시 왕곡면</p> 	<p>■ 태양광 이모작 밭작물 실증 테스트베드</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치 용량 : 10kW급</li> <li>- 구축 년도 : 2017년</li> <li>- 규격 : 8m × 8m × 4.5m</li> <li>- 대상 작물(감수율) : 마늘(18%), 양파(11.7%) 등</li> <li>- 구조물 수동/자동 각도 가변 가능</li> </ul>
<p>전남 나주시 금천면</p> 	<p>■ 태양광 이모작 과수 전용 실증 테스트베드</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치 용량 : 10kW급</li> <li>- 구축 년도 : 2018년</li> <li>- 규격 : 3.5m × 3.5m × 4m</li> <li>- 대상 작물 : 배(신고)</li> <li>- 와이어런선 조절 통한 구조물 각도 가변 가능</li> </ul>
<p>전남 나주시 금천면</p> 	<p>■ 태양광 이모작 개선형 과수 전용 실증 테스트베드</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치 용량 : 10kW급</li> <li>- 구축 년도 : 2019년</li> <li>- 규격 : 3.5m × 3.5m × 2.5m</li> <li>- 대상 작물 : 배(신고)</li> <li>- 배 작물 생육 고려한 Y분주 개선형 구조물 개발</li> </ul>

<그림 27. 농림부 사업을 통해 기 구축한 사이트에서 S/W 고도화>

### (3) <공동기관 2> (사)한국영농형태양광협회

#### (가) 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영·관리 매뉴얼 작성

##### 관리자 매뉴얼 작성

- 표준화 : 데이터, 통신환경 등
- 접속자 권한/등급 관리
- 문제 발생 파악 및 대응 업무 관리
- 플랫폼 업그레이드 히스토리 관리

##### 정보 제공자 매뉴얼 작성

- 사이트 등록
- 접속 방법
- 데이터수집
- 통신환경

##### 이용자 매뉴얼 작성

- 데이터 이용
- 데이터 분석, 통계

#### (나) 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육 지원

#### (다) 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원

#### (라) 작물 최적 생육모델 로직 개발

- 작물 생육 DB 활용 및 분석 (재배작물과 품종, 지역별 일사량, 차광률, 생육환경데이터)
- 집적된 작물재배 데이터 분석 (재식밀도, 시비량, 식재/수확 시기, 수확량 등)
- 사용자 의사결정 지원 시스템 개발 (작물, 작물재배 방법, ROI 등)



4) 연구개발과제 수행일정 및 주요 결과물

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
													SCI	비SCI						
단위	건	건	건	평균등급	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	10	10		5	5	5			25						20			10	
최종목표 (사업기간내)	3	1	SW 등록 (2)		2	50	2			2						2			1	
2021년도		2								1						1				
2022년도	3		SW 등록 (2)		2	50	2			3						1			1	
소 계	3	2	2		2	50	2			4						2			1	
종료 1차년도	1						1			50	1					1				
종료 2차년도	1	1								100	2					1				
종료 3차년도	1		SW 등록 (1)				1			100	4	1000				1				
종료 4차년도	1									500	5	1000				1				
종료 5차년도	1	1	SW 등록 (1)		1	50	1			1000	6	1000				1				
소 계	5	2	2		1	50	3			1650	18	3000				5				
합 계	8	3	4		3	100	5			1650	20	3000				7				

\* 단계별 연구성과 목표는 향후 중간/최종/추적평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

성과지표명	세부항목	성과지표명	세부항목
지식재산권	특허, 실용신안, 의장, 상품, 규격 품종, 프로그램	기술인증	기술·제품 인증 등
학술성과	국내외 논문(SCI, 비SCI) 국내외 학술발표	인력양성	연구인력 양성
기술실시(이전)	기술실시(이전) 건수, 기술료	정책활용	정책건의, 정책반영 등
교육지도	교육지도(현장컨설팅)	홍보/전시	신문, 방송, 저널, 전시회 등
사업화	제품화, 고용창출, 매출발생 등	기타*	국제화협력, 타 연구개발 활용 등

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### 가. 1차년도

#### (1) <주관기관> (주)에스엠소프트

(가) 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 설계

□ 요구사항 정의

시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW		업무영역명	요구사항 분석
업무 이름	플랫폼		업무 ID	Req-01
업무 설명	개발 시스템 플랫폼			
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Web base(html5, css, javascript)</li> <li>- 기본 테스트 환경은 google chrome</li> <li>- 클라우드 기반 통합 플랫폼 기반 사용자 인증</li> <li>- 기본 환경정보 연계(위도, 경도, 일출, 일몰 등)</li> <li>- 일부 기본 환경정보는 사용자가 수동 입력</li> <li>- 시뮬레이션 정보는 저장, 불러오기, 수정 후 저장 가능</li> </ul>			
변동 이력	날짜	내용		
	2021-09-30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기본 테스트 환경은 google chrome</li> <li>- 기본 테스트 환경은 HTML5지원 브라우저(Ex: google chrome)</li> </ul>		

시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW		업무영역명	요구사항 분석
업무 이름	일사량 산출		업무 ID	Req-02
업무 설명	직달일사량, 천공일사량, 반사일사량 등을 활용하여 일단위 일사량 산출			
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3D시뮬레이션 개발전 자연과학적 해석 및 설계</li> <li>- 위/경도 좌표를 기준으로 한 수식 기반 태양 위치 산출 프로그램 제작</li> <li>- 태양의 위치 산출 계산식 : 위도와 로컬 시간(날짜 및 시간)에 대해 해당 지역의 태양 고도와 방위 계산</li> <li>- 발전량 예측 알고리즘 설계</li> <li>- 산출된 정보는 RestAPI등을 사용하여 인증된 외부에 데이터 제공</li> </ul>			
변동 이력	날짜	내용		

(평가의견 반영 E)

□ 태양위치 및 발전량 예측

◦ 발전량 예측 설계

- 일기예보 정보를 활용한 태양광발전량 예측<sup>1)</sup>



그림 28 발전량 예측 과정

- 원하는 날짜의 발전량을 산출하는 기준은 외기환경으로 결정되는데 외기 환경정보를 습득할 수 있는 것은 본 기법이 가장 효과적
  - 타 예측 기법의 경우 고도화되어 있으나 발전량 예측의 조건이 되는 일사량 정보를 산출하는 과정들이 빠져있음
  - 기존에는 기상청에서 제공하는 자료가 적거나 연계할 수 없어 다양한 분석 방법들이 나왔으나 현재는 정보연계가 원활하여 본 기법을 사용하기 수월
  - 본 기법은 일기예보와 과거 기상자료를 바탕으로 운량을 예측하고 예측된 운량을 통해 일사량을 산출
- 예측된 운량과 동네예보에서 제공하는 기후 요소(비)를 고려하여 일사량을 예측하고 일사량을 토대로 발전량을 산출

구분	월 통합	상순	중순	하순
평균일사량(MJ/m2)	22.58	21.15	22.94	23.64
최대일사량(MJ/m2)	27.85	23.46	26.23	27.85
최소일사량(MJ/m2)	17.62	17.62	19.37	19.21
최대오차율 (%)	18.92	16.04	15.56	18.75
평균오차율 (%)	6.64	6.38	6.93	6.63

표 17 운량과 일사량 예측\_0~2일 때 예시

- 태양광 발전량을 예측하기 위한 일사량 예측 분석
- 특정 날짜의 발전량을 예측하기 위해 일사량 예측

$$SR(a, b) \cong (a + b(\frac{S}{S_0}))H_0 \tag{1}$$

$$H_0 \cong 37.6(W * \sin\phi * \sin\delta + \cos\phi * \cos\delta * \sin W) \tag{2}$$

$$W \cong \cos^{-1}(-\tan\phi * \tan\delta) \tag{3}$$

$$S_0 \cong \frac{24}{\pi} \cos^{-1}(-\tan\phi * \tan\delta) \tag{4}$$

$$\delta \cong -23.44 * \cos(360/365 * (N + 10)) \tag{5}$$

1) 일기예보정보를 활용한 독립형 태양광 발전 시스템의 발전량 단기 예측\_저자 : 천기영, 한용, 송성윤, 박종후

$$S \approx 90.5 - 0.6x^{2.2} \tag{6}$$

$SR(a,b)$  :  $a, b$ 값을 사용한 추정 일사량

$S$  : 일조시간(hour)

$S_0$  : 가조시간(hour)

$H_0$  : 대기권 밖 일사량( $MJ\ m^{-2}\ day^{-1}$ )

$\delta$  : 태양 적위

$\phi$  : 위도

$N$  : 1월 1일 1, 2월 1일은 32인 방식으로 값 산출

- Angstrom-Prescott(AP)<sup>2)</sup> 모델을 사용하여 가조시간 산출

- AP모델은 Angstrom(1924)에 의해 제안된 월평균 일조율과 일사율 사이의 직선 회귀식으로 개발 되었으며, Prescott(1940)은 보다 일반적인 관계식을 얻기 위해 (1)와 같은 식을 제안. (1)에서의  $SR(a,b)$ 는 주어진  $a, b$ 값을 사용하여 추정하고자 하는 일사량을 나타냄.

$$SR(a,b) \approx (a + b(\frac{S}{S_0}))H_0 \tag{1}$$

$$H_0 \approx 37.6(W \sin \phi^* \sin \delta + \cos \phi^* \cos \delta^* \sin W) \tag{2}$$

$$W \approx \cos^{-1}(-\tan \phi^* \tan \delta) \tag{3}$$

- 일사량과 관련한 대기상태를 대표할 수 있는 AP계수는 일반적으로 지역과 기간에 따라 경험적으로 얻어질 수 있음. AP 계수 중  $a$ 는 흐린 날과 같이 일조시간이 0일 때 통상적인 태양복사의 대기투과율을 나타내고,  $b$ 는 일조율이 늘어남에 따라 증가하는 태양 복사의 대기투과율을 나타냄. 이에 따라  $a + b$ 는 맑은 날과 같이 일조시간과 가조시간이 같은 날의 태양복사 대기투과율을 나타냄
- 전 세계를 3가지 기후대로 구분하고, 각각의 기후에 대해서 AP계수를 표 29와 같이 제안함

표 29 AP coefficient suggested by Free and Popov(1979)

Climate zones	$a$	$b$
Cold and temperate climate	0.18	0.55
Dry tropical climate	0.25	0.45
humid tropical climate	0.29	0.42

- 우리나라 지역에서는 온대 및 한대지역에 속하므로  $a = 0.18, b = 0.55$ 인 AP계수를 제시
- 수평면 일 적산일사량에 필요한 요소 분석
- 가조시간( $S_0$ )는 일출부터 일몰까지의 시간으로 (4) 식과 같이 위도( $\phi$ )와 태양 적위( $\delta$ )를 대입하여 산출

$$S_0 \approx \frac{24}{\pi} \cos^{-1}(-\tan \phi^* \tan \delta) \tag{4}$$

- 태양 적위( $\delta$ )는 1월 1일을  $N=1$ , 2월 1일  $N=32$  인 방식으로 (5) 식과 같이 태양 적위를 산출

2) 국내 일사량 추정을 위한 Angstrom-Prescott계수의 평가\_저자 : 현신우, 김광수

$$\delta \doteq -23.44 * \cos(360/365 * (N+10)) \quad (5)$$

· 일조시간( $S$ )은 표30과 같이 대수함수(logarithmic function) 기반의 일조시간 추정식, 역지수 함수(exponential reciprocal function) 추정식, 로지스틱함수(logistic function) 추정식, 이차다항식(quadratic polynomial function) 추정식을 제시. 그 중 오차율이 가장 낮은 대수함수를 이용하여 일조시간을 산출.

$$S \doteq 90.5 - 0.6x^{2.2} \quad (6)$$

표 20 운량으로부터 일조시간을 추정하는 경험식 테이블

case	name	function
1	Logarithmic	$y = 90.5 - 0.6x^{2.2}$
2	Exponential Reciprocal	$y = 87.8 - 484.1 * \exp(-\frac{17.4}{x})$
3	Logistic	$y = 88.9 - \frac{88.9}{1 + \exp(-0.7(x - 7.1))}$
4	Quadratic Polynomial	$y = -0.9x^2 + 0.4x + 90.9$

- 모듈 효율 예측 식 개발

$$\eta_c = \eta_{T_{ref}} [1 - \beta_{ref} (T_m - T_{ref})] \quad (1)$$

$$T_m = b_1 * T_a + b_2 * G_t + b_3 \quad (2)$$

$$T_{m\_land} = 1 * T_a + 34 * G_t \quad (3)$$

$$T_{m\_aqua} = 0.945 T_a + 11.2 G_t - 0.19 \quad (4)$$

$$\eta_{c\_land} = \eta_{T_{ref}} [1 - \beta_{ref} (1 * T_a + 34 * G_t - T_{ref})] \quad (5)$$

$$\eta_{c\_aqua} = \eta_{T_{ref}} [1 - \beta_{ref} (0.945 T_a + 11.2 G_t - 0.19 - T_{ref})] \quad (6)$$

$$\eta_{c\_land} = 15.8 [1 - 0.0025 (1 * T_a + 34 G_t - 25)] \quad (7)$$

$$\eta_{c\_aqua} = 15.8 [1 - 0.0025 (0.945 T_a + 11.2 G_t - 0.19 - 25)] \quad (8)$$

$$P_{pv} = \frac{\eta_c * G_t * A * f(\text{설치각도, 먼지감소})}{100} \quad (9)$$

$$P_{pv\_aqua} = \frac{\eta_c * G_t * A * 0.9991 * f(\text{먼지감소})}{100} \quad (10)$$

$\eta_c$ : 모듈 실제 효율(%)

$\eta_{T_{ref}}$ : 모듈 표준 효율(%)

$\beta_{ref}$ : 온도 계수(0.0025)

$T_m$ : 모듈 온도(°C)

$T_{ref}$ : 표준 온도(25°C)

$T_a$ : 기상 온도(°C)

$G_t$ : 일사량(kW/m<sup>2</sup>)

$A$ : 면적(m<sup>2</sup>)

$P_{pv}$ : 발전량(kW/m<sup>2</sup>)

- 모듈 효율을 구하는 수식은 Investigation of Operating Parameters and Degradation of Photovoltaic Panels in a Photovoltaic Power Plant에서 제시하는 수식을 사용함. 모듈 효율은 모듈 온도가 올라갈수록 효율 저하가 나타남

$$\eta_c = \eta_{T_{ref}} [1 - \beta_{ref} (T_m - T_{ref})] \quad (1)$$

- 모듈 온도( $T_m$ )는 외기온도( $T_a$ )와 일사량( $G_t$ )에 따른 다중 선형 회귀 분석 및 시뮬레이션을 통해 예측 할 수 있고 (2)식을 (1)식에 대입하면 효율 계산 가능

$$T_m = b_1 * T_a + b_2 * G_t + b_3 \quad (2)$$

- 모듈 온도 계수는 solarpro 시뮬레이션을 통해 도출(오차율 : 7%) [2020년 전남 목포 300W 태양광 실증 사이트 실증 결과]

$$T_{m\_land} = 1 * T_a + 34 * G_t \quad (3)$$

Photovoltaic area	MOKPO, KOREA	<b>solarpro 시뮬레이션 결과(b1=1,b2=34, b3=0)</b>		
Capacity(Photovoltaic)	1.5kW	Total Irr.	PV Temperature	Air Temperature
Azimuth	South	0	23.23	23.23
Tilt	0°/ 30°	0	23.18	23.18
Grid connection	off grid	0	23.12	23.12
Manufacturer	Hanwha Q CELLS GmbH	0.01	23.5	23.23
Crystalline	poly crystalline	0.02	24.11	23.36
Module name	Q.PRO-G2 250	0.02	24.72	23.52
Module efficiency	>=15%(STC조건)	0.03	25.31	23.67
Array structure type	stationary type	0.05	26.17	23.82
Module Cell array	6 by 10	0.06	27.12	23.96
Module size	1670mm×1000mm×50mm(including frame)	0.08	28.16	24.13
Weight	19.8kg	0.1	29.27	24.28
Output Warranty	92%, until 10yr. 83%, until 25yr.	0.12	30.45	24.44
Voc	37.7V	0.14	31.68	24.59
Isc	8.9A	0.17	32.96	24.75
Vpm	29.81V	0.19	34.28	24.9
Ipm	8.39A	0.22	35.62	25.05
Pmax	250W	0.24	36.98	25.21
Number of Cells	60cells	0.26	38.35	25.36
Capacity(Inverter)	1.5kW	0.29	39.72	25.52
Inverter efficiency	0.945	0.31	41.08	25.67
Inverter output V				
Inverter type				
Inverter name				
Inverter size				
Phase-wire				
Insulation				

그림 29 solarpro 시뮬레이션 조건 및 결과

- (3)식을 (1)식에 대입하여 모듈 효율 도출

$$\eta_{c\_land} = \eta_{T_{ref}} [1 - \beta_{ref} (1 * T_a + 34 * G_t - T_{ref})] \quad (4)$$

- 기준 작동 온도  $T_{ref} = 25$ , 효율  $\eta_{ref} = 13.9$ 를 고려하여 계산.<sup>3)</sup> 온도 계수  $\beta_{ref}$  는 전지 온도를 갖는 단결정 실리콘 태양 전지의 광기 전 파라미터에 관한 연구에 따라  $-0.0025 / ^\circ C$ 로 선정.<sup>4)</sup>

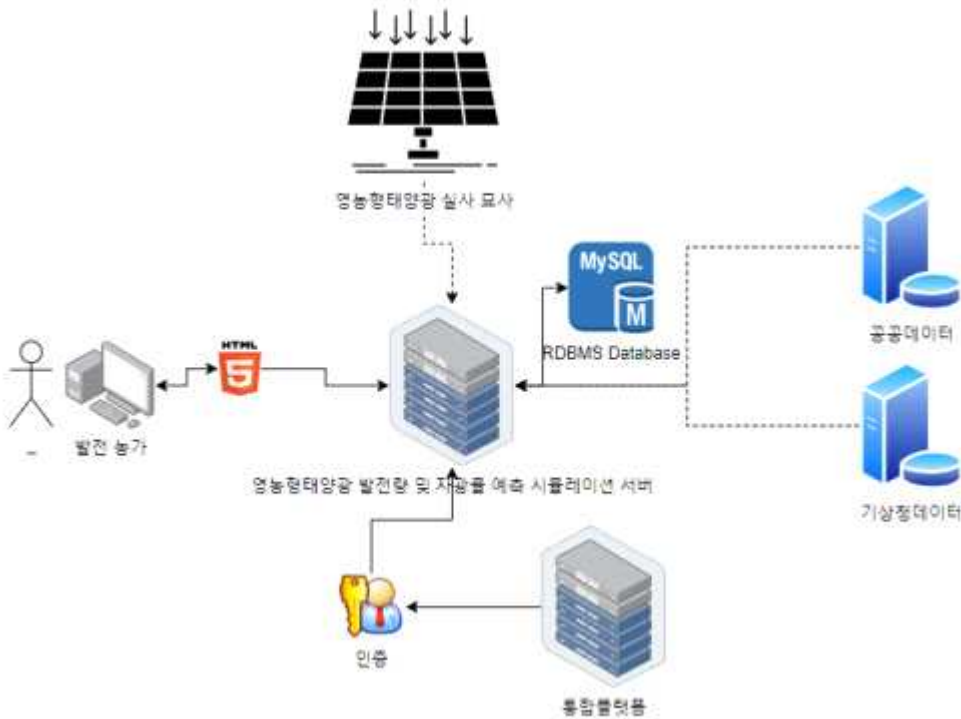
3) 산출근거 - <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/19/3631/htm>

210mm×297mm[(백상지(80g/m<sup>2</sup>) 또는 종질지(80g/m<sup>2</sup>)]

$$\eta_{c\_land} = 15.8[1 - 0.0025(1 * T_a + 34G_t - 25)] \quad (5)$$

· 도출된 모듈 효율과 일사량, 어레이의 면적을 식(5)에 대입하면 발전량 산출 가능

□ 시스템 설계



시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW		업무영역명	시스템 설계
업무 이름	전체 시스템 설계		업무 ID	SysDesign-01
업무 설명	전체 시스템 구조			
세부 내용	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Web base(HTML5, CSS, JavaScript, WebGL, ThreeJS)</li> <li>- 영농형태양광을 3D공간에 실사 묘사</li> <li>- 3D공간 좌표의 Plan의 RayCasting핵심 기술</li> <li>- 모델 DB 저장 - MariaDB</li> <li>- Data DB 저장 - MariaDB</li> <li>- 통합플랫폼 연계 인증</li> <li>- 기상청 및 공공데이터를 활용한 범용 기준정보(일몰, 일출, 방위각, 고도각 등)</li> <li>- 단위 면적당 일조량 - 음영일조량 = 그림자</li> <li>- HTML5 지원 브라우저 Client</li> </ul>			
변동 이력	날짜	내용		

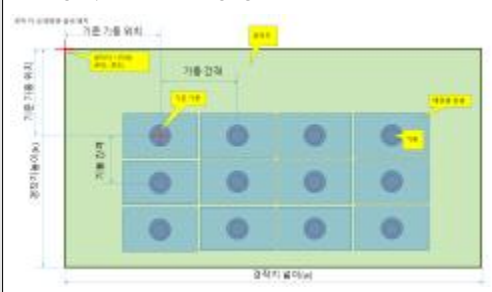
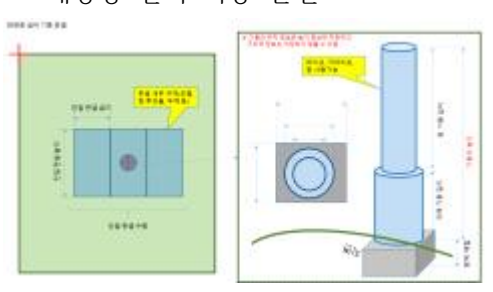
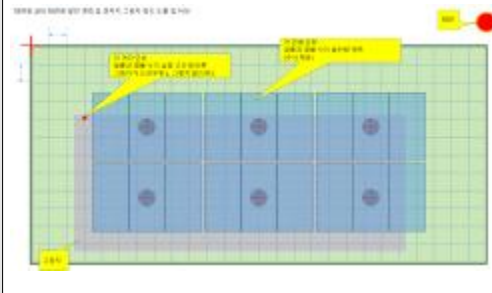
시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW		업무영역명	시스템 설계
업무 이름	소프트웨어 구성도		업무 ID	SysDesign-02
업무 설명	TCP/IP 기반 3-Tier			
세부 내용				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cloud 적용 가능한 서버 구성</li> <li>- Python 기반 개발</li> <li>- MariaDB RDBMS</li> <li>- HTML5지원 Web Browser Client</li> <li>- TCP/IP 기반 3-Tier</li> </ul>			
변동 이력	날짜	내용		

□ 아키텍처 설계

시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW		업무영역명	아키텍처 설계
업무 이름	기준정보 정의		업무 ID	ArchDesign-01
업무 설명	영농형태양광을 3D공간의 실사모사를 위한 기준정보 정의			
세부 내용	<p>- x, y, z</p>		<p>- 수평, 수직</p>	
	<p>- 태양의 고도각, 방위각</p>		<p>- 지면, 수평, 수직</p>	



	<p>- 위도, 경도, 지면 경사도</p> 	<p>- 태양광 프레임(기둥, 가지)</p> 
변동 이력	날짜	내용

시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW	업무영역명	아키텍처 설계
업무 이름	기준정보 정의	업무 ID	ArchDesign-02
업무 설명	영농형태양광을 3D공간의 실사묘사를 위한 기준정보 정의		
세부 내용	<p>- 경작지 내 태양광 설비 배치</p> 	<p>- 태양광 설비 기둥 패널</p> 	
	<p>- 태양광설비 태양광발전예측 및 경작지 그림자 정도 도출 및 저장</p> 		
변동 이력	날짜	내용	

□ 화면 설계

시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW	업무영역명	화면 설계 설계
업무 이름	화면 설계	업무 ID	ViewDesign-01
업무 설명	3D View 및 설정		
세부 내용			
주요 항목 설명	테스트 환경에서는 모두 INT값으로 처리 (※ 추후 변경가능)		
주요 체크 사항	통합플랫폼에서 로그인 → 로그인 세션 보유 확인		
변동 이력	날짜	내용	

□ 데이터베이스 설계

시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW	업무영역명	데이터베이스 설계			
업무 이름	DB 구성	업무 ID	DbDesign-01			
업무 설명	데이터베이스의 데이터는 json data 저장(※ 추후 변경가능)					
세부 내용	시뮬레이션 라이브러리(tb_sim_lib)			시뮬레이션 구조물 정보(tb_sim_config)		
	field name	type	size	field name	type	size
	name	varchar	128	name	varchar	128
	json	text		json	text	
	create_date time	datetime		create_date time	datetime	
	user_id	int		user_id	int	
	user_seque nce	int		user_seque nce	int	
	id	int		id	int	

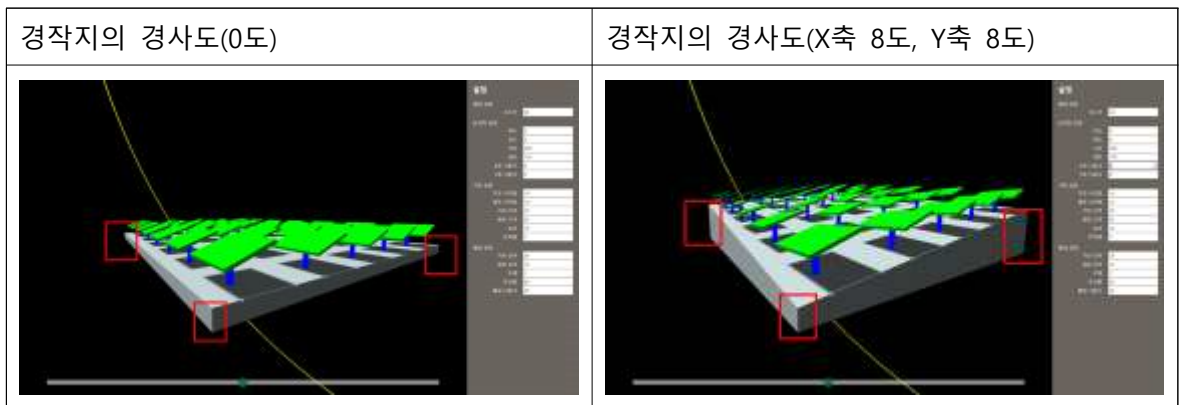
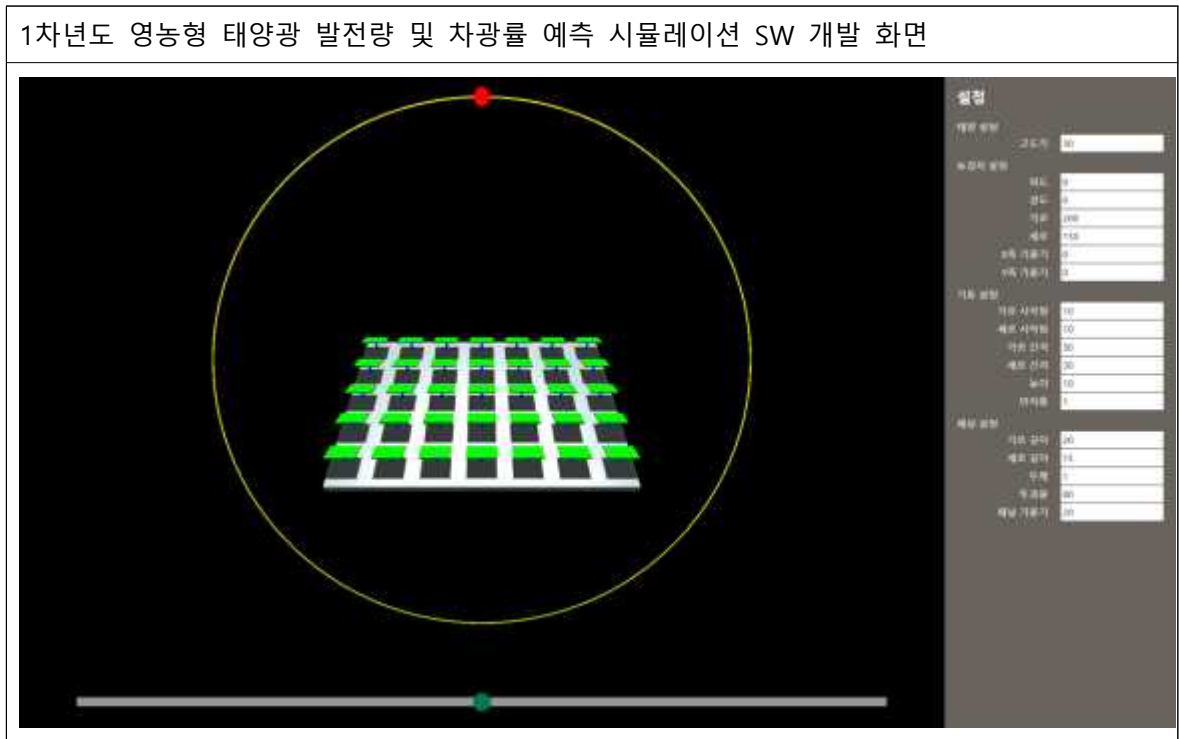
	시뮬레이션 파라미터(tb_sim_param)					
	name	varchar	128			
	json	text				
	create_date time	datetime				
	user_id	int				
	user_seque nce	int				
	id	int				
	sim 태양광 DATA(tb_sim_pv_data)			sim 영농 DATA(tb_sim_farm_data)		
	field name	type	size	field name	type	size
	name	varchar	128	name	varchar	128
	json_data	text		json_data	text	
	create_date time	datetime		create_date time	datetime	
	user_id	int		user_id	int	
	user_seque nce	int		user_seque nce	int	
id	int		id	int		
변동 이력	날짜	내용				

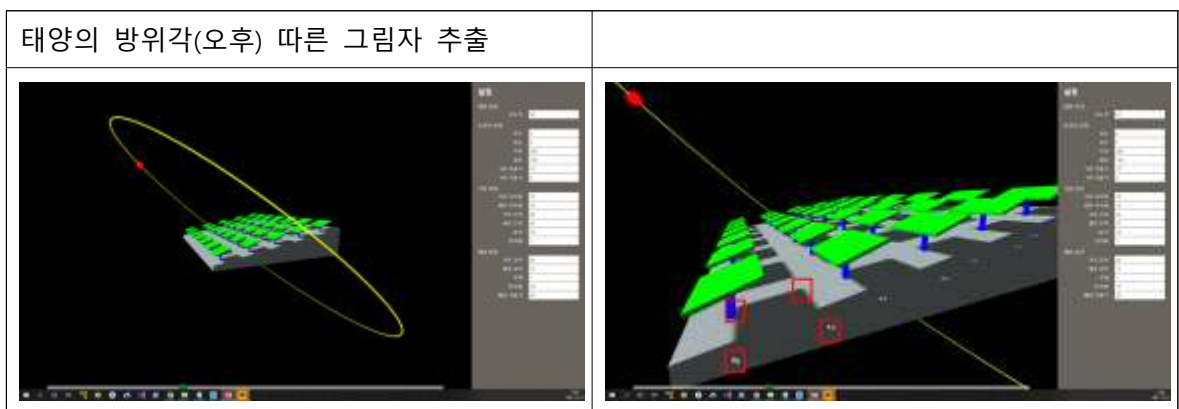
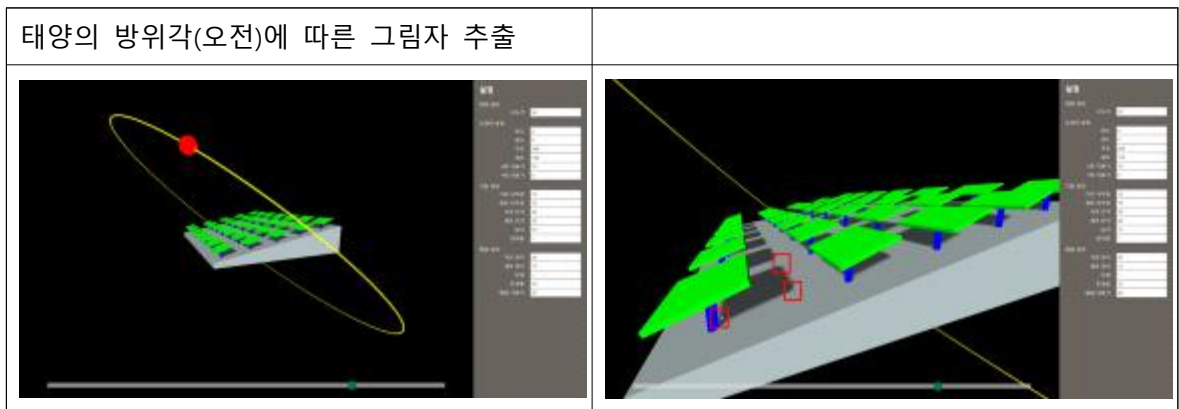
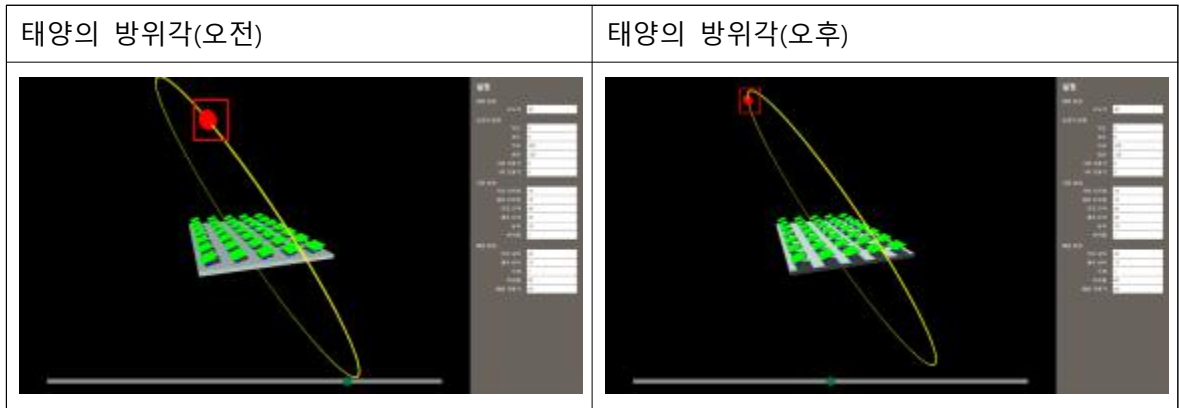
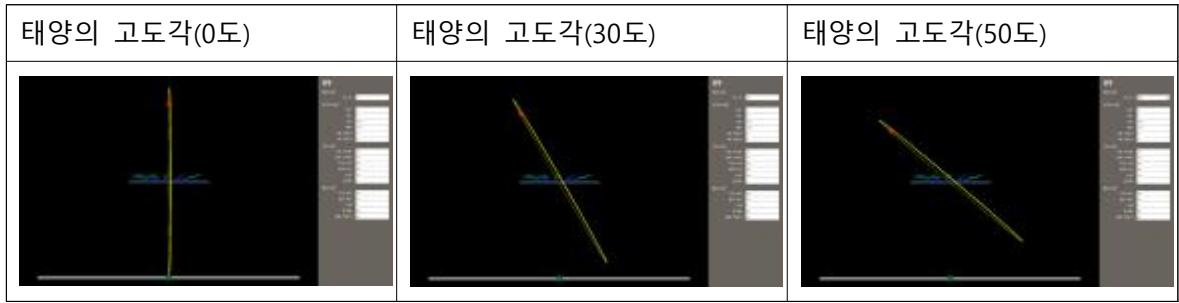
□ 프로그램 설계

시스템명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW	업무영역명	프로그램 설계
업무 이름	시뮬레이션 SW	업무 ID	ProgDesign-01
업무 설명	영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW		
세부 내용	<p>시뮬레이션 3D모델정보 DB저장 및 시뮬레이션 데이터 저장</p>		

관련 테이블	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시뮬레이션 라이브러리(tb_sim_lib)</li> <li>- 시뮬레이션 구조물 정보(tb_sim_config)</li> <li>- 시뮬레이션 파라미터(tb_sim_param)</li> <li>- sim 태양광 DATA(tb_sim_pv_data)</li> <li>- sim 영농 DATA(tb_sim_farm_data)</li> <li>- 기상청 태양 남중고도 데이터</li> </ul>	
변동 이력	날짜	내용

□ 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW





(나) 클라우드 기반 통합 플랫폼 설계 및 개발

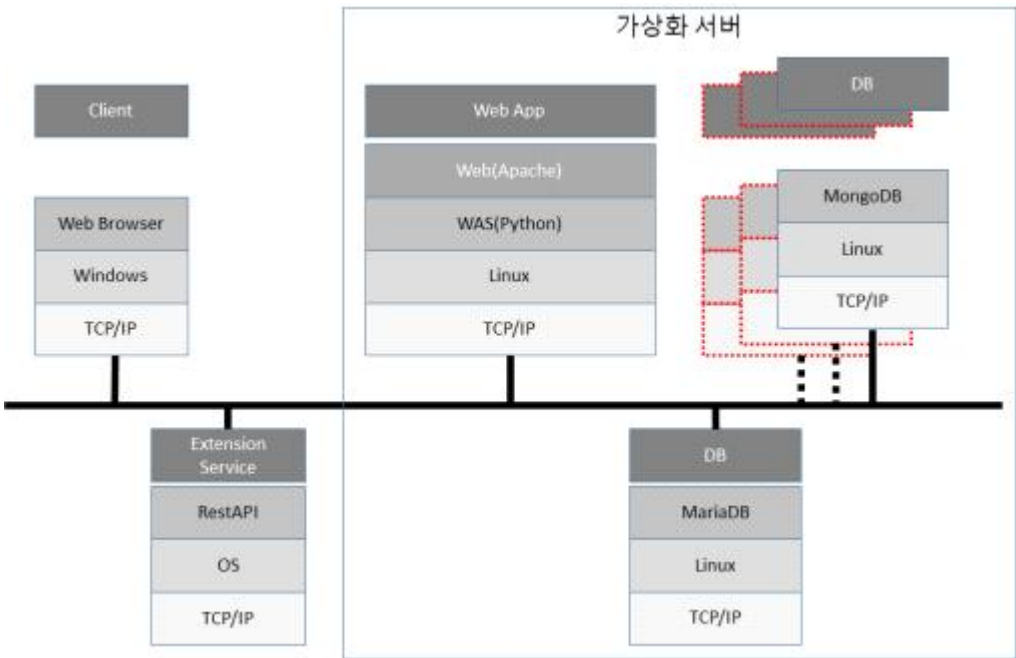
□ 요구사항 정의

시스템명	통합플랫폼		업무영역명	요구사항 분석
업무 이름	플랫폼 & 서비스		업무 ID	Req-01
업무 설명	개발 시스템 플랫폼 & 서비스			
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ IoT, 빅데이터를 결합한 클라우드 기반의 통합 플랫폼 설계</li> <li>○ 영농형 태양광 통합 플랫폼 설계 및 개발                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 클라우드(IaaS) 기반 영농형 태양광 통합 플랫폼 확장</li> <li>- 수집데이터를 가공 및 활용하여 농가 활용 서비스의 개발·확산 지원을 위한 클라우드 기반 개발환경 구축</li> <li>- 원격으로 중앙 서버를 활용할 수 있는 클라우드 또는 Hybrid IT 인프라 방식을 도입</li> <li>- 빅데이터 분석, 기계학습 등 관련 서비스 개발환경 지원</li> <li>- 빅데이터 기반 Data Source 저장구조 설계(비정형, 반정형, 정형)</li> <li>- 영농형 태양광 적용 농장의 스마트관제 시스템과의 데이터 연계를 위한 Open API 설계</li> <li>- 영농형 태양광 모니터링을 위한 통신규격 마련</li> </ul> </li> </ul>			
변동 이력	날짜	내용		

□ 시스템 설계

시스템명	통합플랫폼		업무영역명	시스템 설계
업무 이름	전체 시스템 설계		업무 ID	SysDesign-01
업무 설명	전체 시스템 구조			
세부 내용	<p>The diagram illustrates a cloud-based system architecture. At the top, IoT sensors (represented by a solar panel icon) provide data for '영농형 태양광 정보 분석 및 모니터링' (Agricultural solar information analysis and monitoring). This data flows into a central '클라우드 기반 통합플랫폼 서버' (Cloud-based integrated platform server). The server is connected to several key components:         <ul style="list-style-type: none"> <li><b>HTML5</b>: Web interface for user access.</li> <li><b>Office Group</b>: Connected via <b>API</b> for integration with existing office systems.</li> <li><b>MySQL RDBMS Database</b>: Utilizing <b>VMware   Hyper-V</b> virtualization.</li> <li><b>NoSQL DB</b>: Supporting <b>Sharding</b> for distributed data storage.</li> <li><b>Processing Servers</b>: A server labeled '발전량 및 자급률 예측 시뮬레이션 서버' (Power generation and self-sufficiency prediction simulation server) processes data from '공중데이터' (Public data) and '기상청데이터' (Weather service data).</li> </ul> </p>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Web base(HTML5, CSS, JavaScript, Python)</li> <li>- 영농형태양광 정보 등록 및 모니터링</li> <li>- 영농형태양광 기본정보 DB 저장 - MariaDB</li> <li>- 영농형태양광 모니터링 데이터 DB 저장 - MongoDB</li> <li>- 발전량 및 자광률 예측 시뮬레이션 서버 연계</li> <li>- Open API 지원목적을 둔 설계</li> <li>- HTML5 지원 브라우저 및 반응형웹 모바일 Client</li> </ul>	
변동 이력	날짜	내용

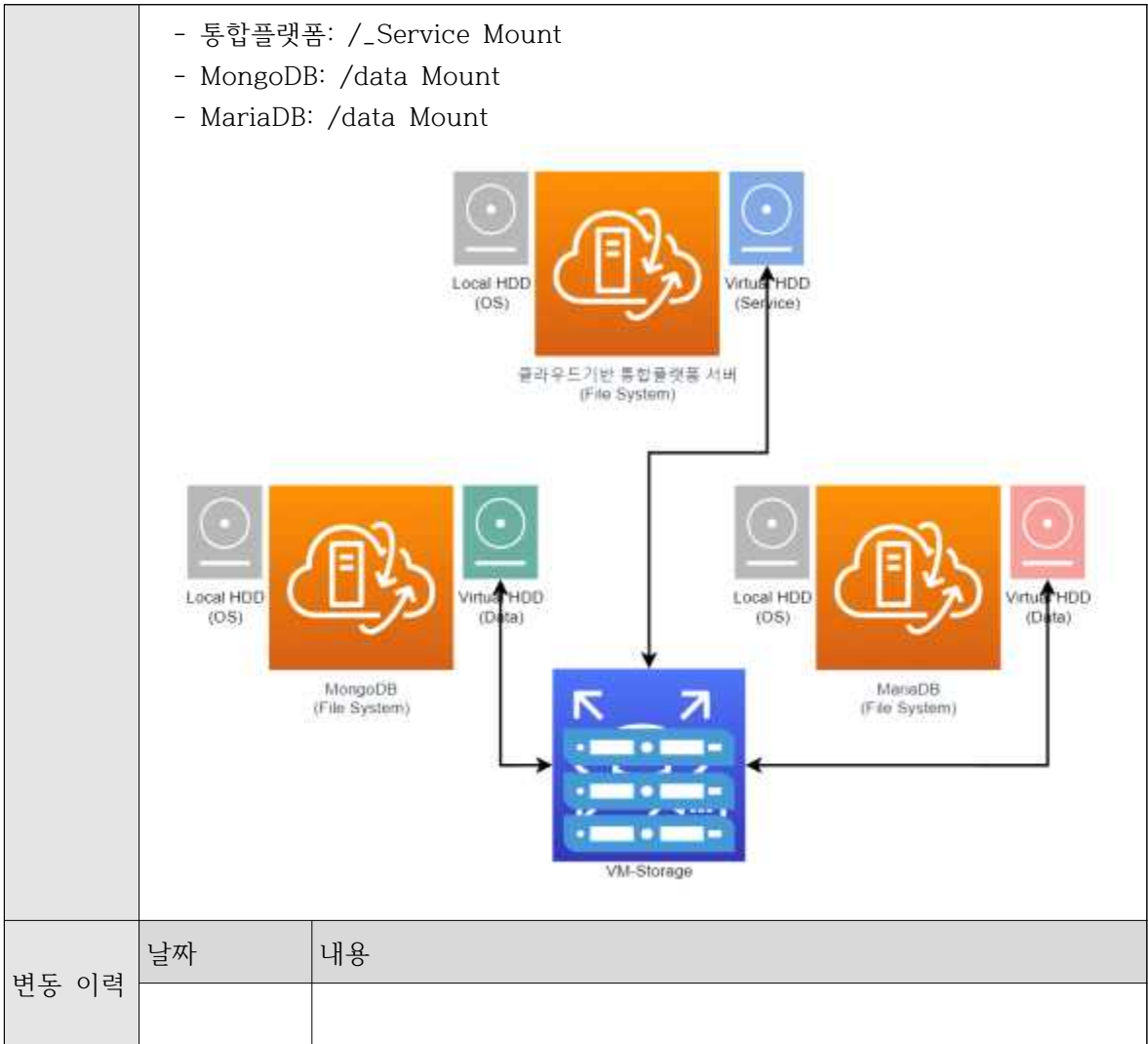
시스템명	통합플랫폼	업무영역명	시스템 설계
업무 이름	소프트웨어 구성도	업무 ID	SysDesign-02
업무 설명	가상화 버서 기반 TCP/IP 3-Tier		
세부 내용	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cloud 적용 가능한 서버 구성</li> <li>- Python 기반 개발</li> <li>- 기본정보는 MariaDB에 저장</li> <li>- 영농형태양광 모니터링 빅 데이터는 MongoDB에 저장</li> <li>- MongoDB 확장을 위한 샤딩(Sharding)적용</li> <li>- HTML5지원 Web Browser Client</li> <li>- TCP/IP 기반 3-Tier</li> </ul>		
변동 이력	날짜	내용	

□ 아키텍처 설계

시스템명	통합플랫폼		업무영역명	아키텍처 설계
업무 이름	가상환경 서버 구성		업무 ID	ArchDesign-01
업무 설명	가상환경 서버 구성			
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 클라우드 기반 통합플랫폼 서버                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 192.168.0.100(22, 80)</li> <li>- Linux Server</li> <li>- Python WAS, Apache WEB</li> </ul> </li> <li>○ 기본정보 저장 DB서버                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 192.168.0.101(22, 3306)</li> <li>- Linux Server</li> <li>- MariaDB</li> </ul> </li> <li>○ 모니터링 데이터 저장 DB서버                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 192.168.0.102(22, 27017)</li> <li>- Linux Server</li> <li>- MongoDB</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>			
변동 이력	날짜	내용		

시스템명	통합플랫폼		업무영역명	아키텍처 설계
업무 이름	가상환경 스토리지 구성		업무 ID	ArchDesign-02
업무 설명	가상환경 스토리지 구성			
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ OS영역과 데이터 &amp; 서비스 영역 분리 설계                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- VM-Storage에서 데이터 &amp; 서비스 저장용 HDD 제공</li> <li>- 데이터 백업 및 복구용이</li> <li>- 시스템 이관, 확장 및 장애 시 빠른 대응</li> </ul> </li> </ul>			





□ 업무프로세스



□ 화면 설계

화면 표준

1 Home 모니터링 예측 게시판 정보관리

**전국 설치현황**

지도  
- 클릭 시 >>> 지역으로 내용 변경

지역 데이터 표출  
지역 / 날씨  
급일 발전량  
현재 발전량  
유영 용량  
유영 개소

**태양광 발전**

발전량 그래프 (년/월/일 조회)  
현재 / 누적  
값으로도 출력

**생육환경**

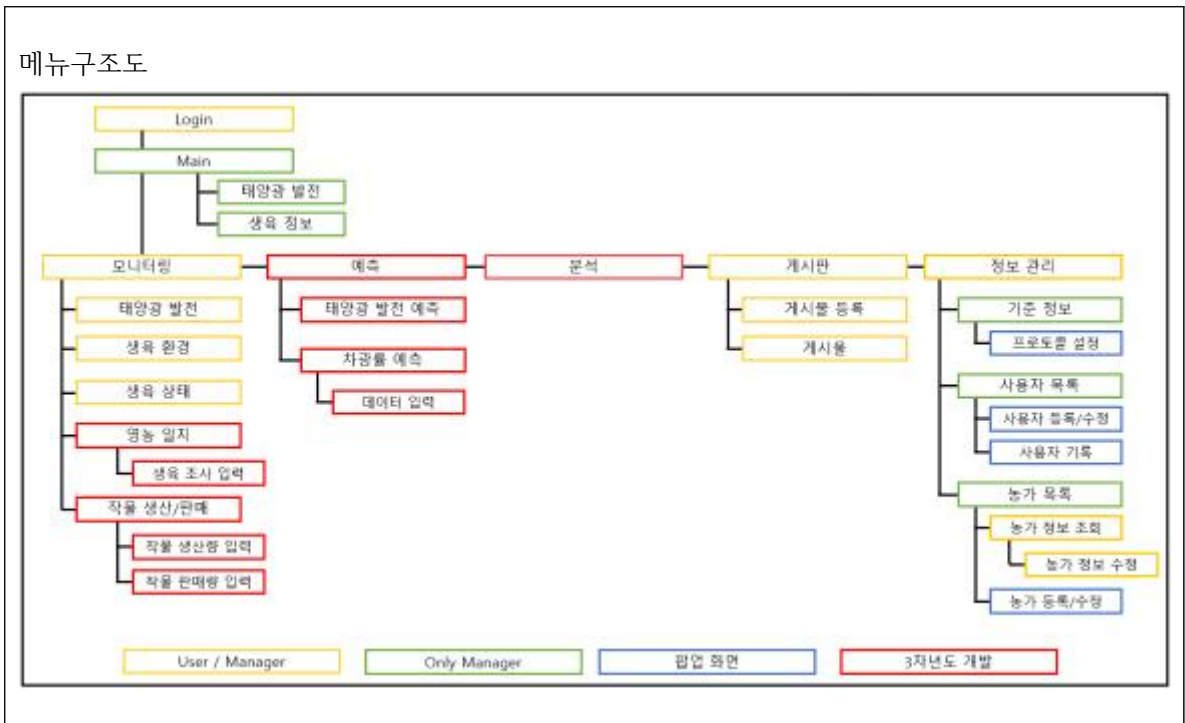
막대 그래프로 전국 작물 현황

**전국 유영 현황**

막대 그래프로 지역별 현황(개소)


농림축산식품부 (주)에스엠소프트


- 지도상의 지역을 선택 시 해당 지역의 데이터를 수치 / 그래프로 보여준다
- 상단의 네비게이션 바 메뉴를 선택하여 화면을 전환한다



화면 ID	Design-04-01-02	화면명	태양광 발전 상세
화면 경로	메인화면 > 태양광 발전 > 태양광 발전 상세		
화면 구성			
주요 항목 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로세스 경로                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합 발전 현황</li> <li>- 지역선택 &gt; 지역 통합 발전 현황 그래프 / 수치 표출</li> <li>- 지역별 발전 현황</li> <li>- 지역 Site별 발전현황 및 환경정보 그래프 / 수치 표출</li> <li>- 검색 &gt; Site 선택 시 해당 Site 정보 표출</li> </ul> </li> </ul>		
주요 체크 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 요구사항 및 제약사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선택 옵션 미선택시 지역 전체 데이터 표출</li> </ul> </li> </ul>		

화면 ID	Design-04-01-01	화면명	설치 현황
화면 경로	메인화면 > 전국 설치현황		
화면 구성			
주요 항목 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로세스 경로                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전국 설치현황 지도상 지역 클릭 &gt; 하단 정보 갱신, 우측 차트 갱신</li> <li>- 태양광 발전 텍스트 클릭 &gt; 태양광 발전 상세페이지로 이동</li> <li>- 생육환경 텍스트 클릭 &gt; 생육환경 상세페이지로 이동</li> </ul> </li> </ul>		
주요 체크 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 요구사항 및 제약사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Site 미등록시 데이터 없음으로 표시</li> </ul> </li> </ul>		

화면 ID	Design-04-01-03	화면명	생육 환경 상세
화면 경로	메인화면 > 생육 환경 > 생육 환경 상세		
화면 구성			
주요 항목 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로세스 경로                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합 생육 현황</li> <li>- 지역 선택 &gt; 지역 통합 생육 현황 그래프 / 수치 표출</li> <li>- 지역별 생육 현황</li> <li>- 지역 Site별 생육 현황 및 환경정보 그래프 / 수치 표출</li> <li>- 검색 &gt; Site 선택 시 해당 Site 정보 표출</li> </ul> </li> </ul>		
주요 체크 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 요구사항 및 제약사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선택 옵션 미선택시 지역 전체 데이터 표출</li> </ul> </li> </ul>		

화면 ID	Design-04-01-04	화면명	모니터링
화면 경로	모니터링 페이지		
화면 구성			
주요 항목 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로세스 경로                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모니터링</li> <li>- 좌측 Site 상세정보 표출</li> <li>- 태양광 발전 &gt; 날짜 선택 시 선택한 날짜의 데이터 그래프 출력</li> <li>- Site 생육 환경 표 형태로 출력</li> <li>- 작물별 생육 정보 및 성장도 아이콘 형태로 출력</li> </ul> </li> </ul>		
주요 체크 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 요구사항 및 제약사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Site 미등록시 데이터 출력 안됨</li> </ul> </li> </ul>		

화면 ID	Design-04-01-05	화면명	태양광 발전 모니터링																														
화면 경로	모니터링 > 태양광 발전																																
화면 구성	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>인버터 정보</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>계통상</td><td>00</td> <td>태양광 발전 전력</td><td>00</td> <td>계통 상태</td><td>00</td> </tr> <tr> <td>인버터 용량</td><td>00</td> <td>인버터 출력 전압</td><td>00</td> <td>인버터 상태</td><td>00</td> </tr> <tr> <td>계통 설정 전압</td><td>00</td> <td>인버터 출력 전류</td><td>00</td> <td>플트</td><td>00</td> </tr> <tr> <td>태양광 발전 전압</td><td>00</td> <td>인버터 출력 전력</td><td>00</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>태양광 발전</td><td>00</td> <td>인버터 누적 발전량</td><td>00</td> <td></td><td></td> </tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>그래프</b></p> </div>			계통상	00	태양광 발전 전력	00	계통 상태	00	인버터 용량	00	인버터 출력 전압	00	인버터 상태	00	계통 설정 전압	00	인버터 출력 전류	00	플트	00	태양광 발전 전압	00	인버터 출력 전력	00			태양광 발전	00	인버터 누적 발전량	00		
계통상	00	태양광 발전 전력	00	계통 상태	00																												
인버터 용량	00	인버터 출력 전압	00	인버터 상태	00																												
계통 설정 전압	00	인버터 출력 전류	00	플트	00																												
태양광 발전 전압	00	인버터 출력 전력	00																														
태양광 발전	00	인버터 누적 발전량	00																														
주요 항목 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로세스 경로                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인버터 정보</li> <li>- 인버터 실시간 정보를 표 형태로 출력</li> <li>- 그래프</li> <li>- 인버터 누적 데이터를 그래프 형태로 출력</li> </ul> </li> </ul>																																
주요 체크 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 요구사항 및 제약사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Site 미등록시 데이터 출력 안됨</li> </ul> </li> </ul>																																

화면 ID	Design-04-01-06	화면명	생육 환경 모니터링																								
화면 경로	모니터링 > 생육 환경																										
화면 구성	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>농장 정보</b></p> <p>작물정보</p> <p>현재 값 &gt;&gt;&gt;</p> <p>기온/지온/습도/강수량/일사량/토양수분/PH/EC</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>기온/지온/습도/강수량/일사량/토양수분/PH/EC</p> <p>■ all ■ A point ■ B point ■ C point    년/월/일</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>기상청 정보</b></p> <p>21 °C</p> <p>20일 화요일 7시 일출: 07:04 일몰: 19:00</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p><b>풍향 풍속</b></p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1m/s</td><td>1m/s</td><td>1m/s</td><td>4m/s</td><td>5m/s</td><td>5m/s</td><td>4m/s</td><td>4m/s</td> </tr> <tr> <td>←</td><td>←</td><td>←</td><td>←</td><td>←</td><td>←</td><td>←</td><td>←</td> </tr> <tr> <td>오전 1시</td><td>오전 4시</td><td>오전 7시</td><td>오전 10시</td><td>오후 1시</td><td>오후 4시</td><td>오후 7시</td><td>오후 10시</td> </tr> </table> </div> </div> </div>			1m/s	1m/s	1m/s	4m/s	5m/s	5m/s	4m/s	4m/s	←	←	←	←	←	←	←	←	오전 1시	오전 4시	오전 7시	오전 10시	오후 1시	오후 4시	오후 7시	오후 10시
1m/s	1m/s	1m/s	4m/s	5m/s	5m/s	4m/s	4m/s																				
←	←	←	←	←	←	←	←																				
오전 1시	오전 4시	오전 7시	오전 10시	오후 1시	오후 4시	오후 7시	오후 10시																				
주요 항목 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 농장정보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물정보 / 현재 값 출력</li> </ul> </li> <li>● 기상청 정보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상청 API를 통해 실시간 기상정보를 출력</li> </ul> </li> <li>● 센서 정보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모니터링 센서 수집 데이터를 종류별로 그래프 형태로 출력</li> </ul> </li> <li>● 풍향 풍속                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상청 API를 통해 실시간 풍향/풍속 정보를 출력</li> </ul> </li> </ul>																										
주요 체크 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 요구사항 및 제약사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Site 미등록시 데이터 출력 안됨</li> </ul> </li> </ul>																										

<b>화면 ID</b>	Design-04-01-07	<b>화면명</b>	생육 상태 모니터링
<b>화면 경로</b>	모니터링 > 생육 상태		
<b>화면 구성</b>	<p>The screenshot displays a monitoring interface for crop growth. It is divided into three main sections:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>작물 정보 (Crop Information):</b> Includes '작물 종류' (Crop Type) and '모종 일자' (Planting Date).</li> <li><b>작물 성장 (Crop Growth):</b> Includes '모종일' (Planting Date), '수확 예정일' (Harvest Date), and '작물 성장률' (Crop Growth Rate). A horizontal line graph shows the growth rate over time, with a strawberry icon at the end. Labels '모종일' and '수확 예정일' are placed on the line.</li> <li><b>작물 조사 (Crop Investigation):</b> A table with columns: '번호' (No.), '조사 항목' (Investigation Item), '조사 기준' (Investigation Standard), '값' (Value), '단위' (Unit), and '일자' (Date).</li> </ul>		
<b>주요 항목 설명</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 작물 정보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물 종류 / 모종 일자 출력</li> </ul> </li> <li>● 작물 성장                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모종일 / 수확 예정일 / 실시간 작물 성장률 출력</li> <li>- 작물 성장 현황 Time Line형식으로 출력</li> </ul> </li> <li>● 작물 조사                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물 생육 정보 데이터를 표 형식으로 출력</li> </ul> </li> </ul>		
<b>주요 체크 사항</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 요구사항 및 제약사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Site 미등록시 데이터 출력 안됨</li> </ul> </li> </ul>		

<b>화면 ID</b>	Design-04-01-08	<b>화면명</b>	게시판																														
<b>화면 경로</b>	게시판																																
<b>화면 구성</b>	<p>The screenshot shows a notice board interface with the following elements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Buttons: '게시물 복사' (Copy Notice), '게시물 이동' (Move Notice), '게시물 삭제' (Delete Notice), '공지로 등록' (Register as Notice), and '글쓰기' (Write).</li> <li>Table:</li> <table border="1"> <thead> <tr> <th>번호</th> <th>제목</th> <th>파일</th> <th>글쓴이</th> <th>날짜</th> <th>조회</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 공지</td> <td>영농형 태양광 테스트 공지입니다.</td> <td></td> <td>관리자</td> <td>2021-10-23</td> <td>1023</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3</td> <td>영농형 태양광 테스트 공지 3입니다.</td> <td></td> <td>관리자</td> <td>2021-10-23</td> <td>1023</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2</td> <td>영농형 태양광 테스트 공지 2입니다.</td> <td></td> <td>관리자</td> <td>2021-10-23</td> <td>1023</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td> <td>영농형 태양광 테스트 공지 1입니다.</td> <td></td> <td>관리자</td> <td>2021-10-23</td> <td>1023</td> </tr> </tbody> </table> <li>Navigation: '&lt;&lt; &lt; 1 2 3 4 &gt; &gt;&gt;'</li> </ul>			번호	제목	파일	글쓴이	날짜	조회	<input type="checkbox"/> 공지	영농형 태양광 테스트 공지입니다.		관리자	2021-10-23	1023	<input type="checkbox"/> 3	영농형 태양광 테스트 공지 3입니다.		관리자	2021-10-23	1023	<input type="checkbox"/> 2	영농형 태양광 테스트 공지 2입니다.		관리자	2021-10-23	1023	<input type="checkbox"/> 1	영농형 태양광 테스트 공지 1입니다.		관리자	2021-10-23	1023
번호	제목	파일	글쓴이	날짜	조회																												
<input type="checkbox"/> 공지	영농형 태양광 테스트 공지입니다.		관리자	2021-10-23	1023																												
<input type="checkbox"/> 3	영농형 태양광 테스트 공지 3입니다.		관리자	2021-10-23	1023																												
<input type="checkbox"/> 2	영농형 태양광 테스트 공지 2입니다.		관리자	2021-10-23	1023																												
<input type="checkbox"/> 1	영농형 태양광 테스트 공지 1입니다.		관리자	2021-10-23	1023																												
<b>주요 항목 설명</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로세스 경로                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 게시물 복사                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 게시물 번호의 체크박스 체크 상태에서 게시물 복사 버튼 클릭 시 게시물 복사</li> <li>- 글쓰기 창에서 복사된 게시물 붙여넣기 가능</li> </ul> </li> <li>- 게시물 이동/삭제                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 게시물 번호의 체크박스 체크 상태에서 게시물 이동/삭제버튼 클릭 시 게시물 이동/삭제</li> </ul> </li> <li>- 공지로 등록                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공지사항 게시물 등록 창으로 이동</li> </ul> </li> <li>- 글쓰기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 게시물 쓰기 창으로 이동</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>																																
<b>주요 체크 사항</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 공지글은 관리자 권한을 가진 사용자만 등록 가능</li> </ul>																																

화면 ID	Design-04-01-09	화면명	게시판 글쓰기						
화면 경로	게시판 > 글쓰기								
화면 구성	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">제목</td> <td>제목을 입력해 주세요</td> </tr> <tr> <td>내용</td> <td>내용을 입력해 주세요</td> </tr> <tr> <td>첨부파일</td> <td> <input type="button" value="찾아보기"/> 선택된 파일 없음                 </td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="취소"/> <input type="button" value="등록"/> </div>			제목	제목을 입력해 주세요	내용	내용을 입력해 주세요	첨부파일	<input type="button" value="찾아보기"/> 선택된 파일 없음
제목	제목을 입력해 주세요								
내용	내용을 입력해 주세요								
첨부파일	<input type="button" value="찾아보기"/> 선택된 파일 없음								
주요 항목 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로세스 경로</li> <li>- 제목 텍스트 박스 입력</li> <li>- 내용 텍스트 박스 입력</li> <li>- 첨부파일 찾아보기 버튼 클릭 후 파일 첨부</li> <li>- 등록 버튼 클릭 &gt; 게시판 등록</li> </ul>								
주요 체크 사항									

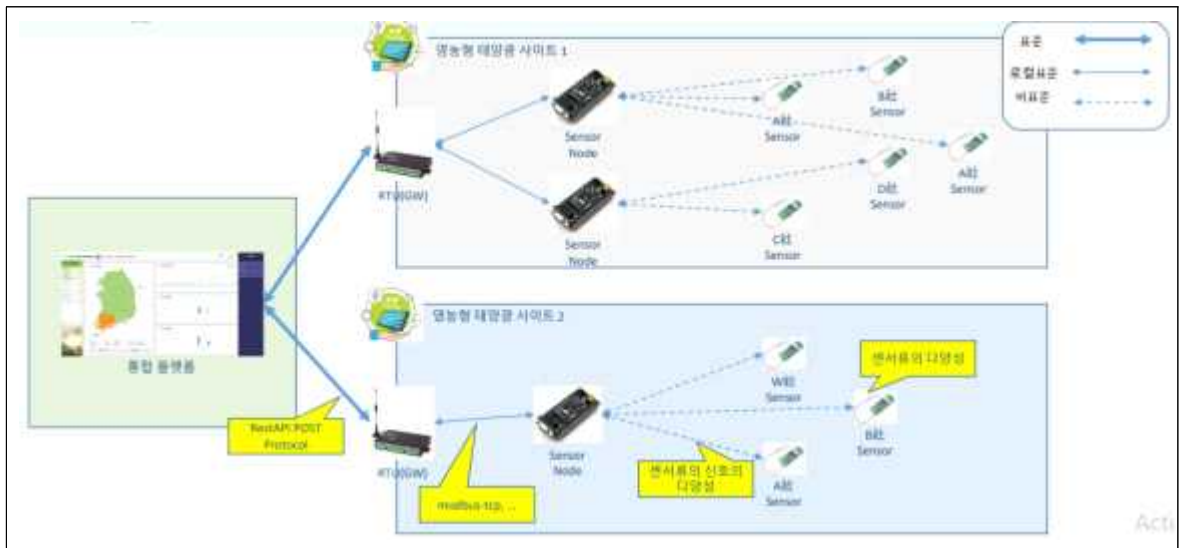
□ 데이터베이스 설계

- 다음 『(라) 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영을 위한 DB 구조 설계』 참고

□ 프로그램 설계

- 다음 『(라) 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영을 위한 DB 구조 설계』 참고

□ 데이터 흐름



□ 인터페이스 정의(프로토콜)

IF 요청 설계서			
IF Name	계속데이터 전송		
protocol	HTTPS / POST		
Content-Type	application/JSON		
version	1.0		
Service Url	http://{{url}}:{{port}}/		
Request			
Header Parameter	포맷	필수여부	설명
siteCounty	String	Y	지역구분 : 061(전라남도)
siteCity	String	Y	도시구분 : 01(광양시)
siteNumber	String	Y	사이트 번호 : 2002 (영산포)
dataType	String	Y	데이터 타입 : 01(태양광 01 / 환경 02)
actTime	String	Y	등록시간 : 20210928100300
Parameter	포맷	필수여부	설명
prmtId	String	Y	파라미터아이디
prmtNm	String	Y	파라미터명
unitCd	String	Y	단위
val	String	Y	값
Request Sample			
<pre>{   "siteCounty": "061",   "siteCity": "02",   "siteNumber": "2002",   "dataType": "02",   "actTime": "20210928100300",   "data": [     {       "prmtId": "01_1",       "prmtNm": "일사량",       "unitCd": "kW/m2",       "val": "10"     }   ] }</pre>			
엑스엘소프트 접속 URL			
Response			
Parameter	포맷	필수여부	설명
Response Sample			
<pre>{   "result": "true" }</pre>			
비고			



□ 통합플랫폼 관리자페이지

영농형태양광
ADMIN. 사이트 보기 / 비밀번호 변경 / 로그아웃

BASE.HTML / TARGET BLANK

---

### 사이트 관리

DASHBOARD APPLIST.HTML

dashboard	Main Page
/admin/core/code/a/	이런 기법
restAPI	이런 기법
restAPI 2	이런 기법
restAPI for farming-solar	영농형태양광 PV restAPI
restAPI for farming-solar	영농형태양광 Farm restAPI

AGRIVOLTAIC

1. 영농형태양광 사이트	+ 추가	🔗 변경
2. 태양광 정보	+ 추가	🔗 변경
3. 영농 정보	+ 추가	🔗 변경
4. 영농 열지	+ 추가	🔗 변경
5. 태양광 수집데이터 종류 목록	+ 추가	🔗 변경
6. 영농정보 수집데이터 종류 목록	+ 추가	🔗 변경

CODE

1. 도·군·읍 코드	+ 추가	🔗 변경
2. 우편번호	+ 추가	🔗 변경
3. 작물코드	+ 추가	🔗 변경
4. 태양광 발전 코드	+ 추가	🔗 변경
5. 태양광발전 수집데이터 종류	+ 추가	🔗 변경
6. 영농정보 수집데이터 종류	+ 추가	🔗 변경

CORE

MainCode	+ 추가	🔗 변경
----------	------	------

DATA

Site 생육정보모터링 DATA	+ 추가	🔗 변경
Site 태양광모니터링 DATA	+ 추가	🔗 변경

LOG

LOG	+ 추가	🔗 변경
-----	------	------

SIMULATION

0. 시뮬레이션 라이브러리	+ 추가	🔗 변경
1. 시뮬레이션 구조물 정보	+ 추가	🔗 변경
2. 시뮬레이션 파라미터	+ 추가	🔗 변경
3. sim 태양광 DATA	+ 추가	🔗 변경
4. sim 영농 DATA	+ 추가	🔗 변경

USER

UserDetail	+ 추가	🔗 변경
------------	------	------

기존 데이터 연계

1. 옥상 태양광 Data	+ 추가	🔗 변경
2. 한수원 SMSOFT Modbus Data	+ 추가	🔗 변경
3. 한수원 영산포 Modbus Data	+ 추가	🔗 변경

인증 및 권한

그룹	+ 추가	🔗 변경
사용자(들)	+ 추가	🔗 변경

### 최근 활동

---

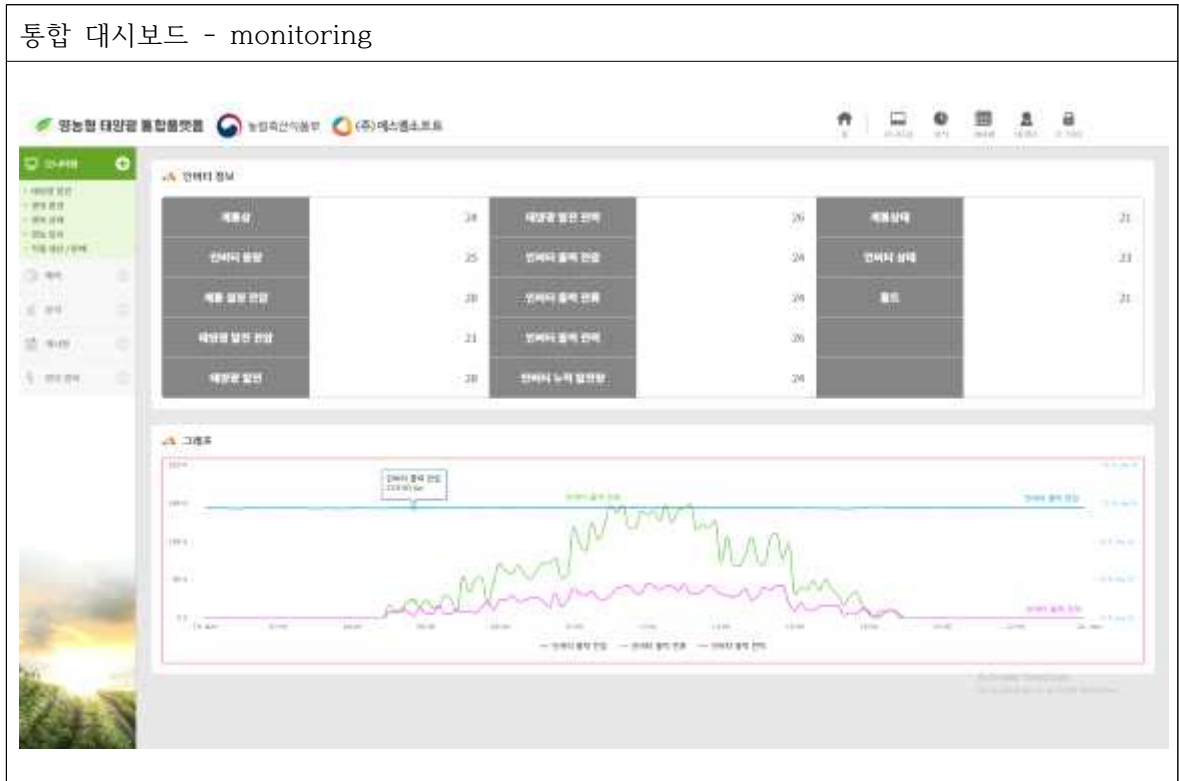
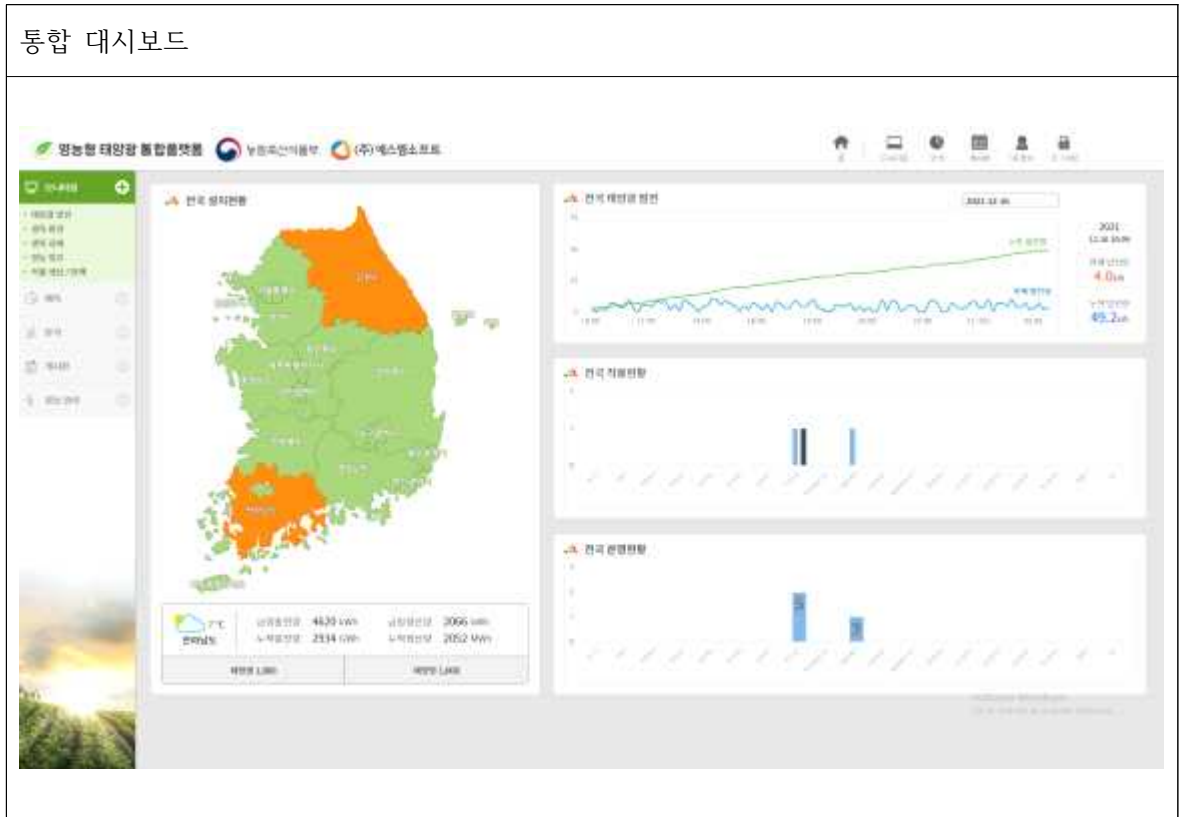
나의 활동

- + SiteFarmData object (1)  
Site farm data
- + FarmReport object (1)  
Farm report
- + test  
그룹
- x PVDataTypeList object (36)  
Pv data type list
- x PVDataTypeList object (37)  
Pv data type list
- x PVDataTypeList object (38)  
Pv data type list
- x PVDataTypeList object (39)  
Pv data type list
- x PVDataTypeList object (40)  
Pv data type list
- x PVDataTypeList object (41)  
Pv data type list
- x PVDataTypeList object (42)  
Pv data type list

210mm×297mm[(백상지(80g/m<sup>2</sup>) 또는 종질지(80g/m<sup>2</sup>)]



□ 통합플랫폼 대시보드







(다) 데이터 취득장치(RTU-Remote Terminal Unit)를 위한 범용 프로그램 개발

□ 요구사항 분석

시스템명	데이터 취득장치(RTU-Remote Terminal Unit)를 위한 범용 프로그램 개발		업무영역명	요구사항 분석
업무 이름	플랫폼	업무 ID	Req-01	
업무 설명	개발 시스템 플랫폼			
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 OS(Windows, Linux, Mac) 환경에서 운영될 수 있는 구조 설계</li> <li>- 영농형 태양광 통합 플랫폼 수집서버와 연결 가능한 프로토콜 설계</li> <li>- 필드 설비(에너지원, 센서, 제어 장치) ↔ RTU ↔ 통합서버 간의 양방향 통신 기능 개발</li> <li>- OPC-UA 사용시 국정원 8대 취약점 준수(SHA256, SSL, TLS, 기타보안기능)</li> <li>- 통신 오류시 90일이상 수집데이터 저장(백업) 기능 개발</li> </ul>			
변동 이력	날짜	내용		

□ 영농형 태양광 통합 플랫폼 수집서버와 연결 가능한 프로토콜 설계

◦ 전체 및 장비별 전력량 rest API 정의서

1) API 정의

URL	/power		
HTTP Method	GET	Method Override	
기능 설명	층별 전력 데이터 확인		

2) Query String 구성

예시	http://192.168.0.202/power
----	----------------------------

3) 반환구성

요청원문					
순번	변수명	타입	길이	설명	필수
-	-	-	-	-	-
응답원문					
순번	변수명	타입	길이	설명	필수
1	floor	int		층 수	
2	device	string		장비명	
3	voltage	float		현재 전압 (V)	
4	current	float		현재 전류 (A)	
5	power	float		현재 전력량 (kW)	
6	update_time	string		업데이트 시간	
7	error_code	string		에러코드	

4) 반환예시

요청원문 예시	응답원문 예시
	<pre>{   "floor": 3,   "device": "circuit-breaker-1",   "voltage": "40",   "current": "2.5",   "power": "100",   "update_time": "20090308 16:48:58",   "error_code": "저전압 알람" }</pre>

URL	/power/{device}		
HTTP Method	GET	Method Override	
기능 설명	층별 전력 데이터 확인		

2) Query String 구성

{device}	<ul style="list-style-type: none"> <li>"power-meter" : 계량기</li> <li>"circuit-breaker-1" : 차단기 1</li> <li>"circuit-breaker-2" : 차단기 2</li> <li>"circuit-breaker-3" : 차단기 3</li> </ul>
예시	http://192.168.0.202/power/circuit-breaker-1

3) 반환구성

요청원문					
순번	변수명	타입	길이	설명	필수
-	-	-	-	-	-
응답원문					
순번	변수명	타입	길이	설명	필수
1	floor	int		층 수	
2	voltage	float		현재 전압 (V)	
3	current	float		현재 전류 (A)	
4	power	float		현재 전력량 (kW)	
5	update_time	string		업데이트 시간	
6	error_code	string		에러코드	

4) 반환예시

요청원문 예시	응답원문 예시
	<pre>{   "floor": 3,   "voltage": "40",   "current": "2.5",   "power": "100",   "update_time": "20090308 16:48:58",   "error_code": "저전압 알람" }</pre>

◦ 컨버터 및 온도 데이터 rest API 정의서

1) API 정의

URL	/converter		
HTTP Method	GET	Method Override	
기능 설명	수동 전력 리미터 확인		

2) Query String 구성

예시	http://192.168.0.202/converter
----	--------------------------------

3) 전송구성

순번	변수명	타입	길이	설명	필수
-	-	-	-	-	-

순번	변수명	타입	설명
1	door	int	문 수
2	module_id	int	모듈 ID
3	run_status	int	작동 상태
4	pr_voltage	float	회당당 출력 전압 (V)
5	pr_current	float	회당당 출력 전류 (A)
6	pr_power	float	회당당 출력 전력 (kW)
7	output_voltage	float	출력전압 (V)
8	output_current	float	출력전류 (A)
9	output_power	float	출력전력 (kW)
10	update_time	int	업데이트 시간
11	error_code	int	에러코드

4) 전송예시

요청받은 예시	응답받은 예시
	<pre>{   "door": 4,   "module_id": "1",   "run_status": "1",   "converter_id": "3",   "pr_voltage": "280.8",   "pr_current": "28.1",   "pr_power": "78.41",   "output_voltage": "220.2",   "output_current": "45.5",   "output_power": "10.04",   "update_time": "20090208 18:48:58",   "error_code": "TV-제한값_달함"} </pre>

1) API 정의

URL	/temperature		
HTTP Method	GET	Method Override	
기능 설명	수동 전력 리미터 확인		

2) Query String 구성

예시	http://192.168.0.202/temperature
----	----------------------------------

3) 전송구성

순번	변수명	타입	길이	설명	필수
-	-	-	-	-	-

순번	변수명	타입	설명
1	door	int	문 수
2	temperature	float	실내 온도 (°C)
4	humidity	float	실내 습도 (%)
5	update_time	int	업데이트 시간
6	error_code	int	에러코드

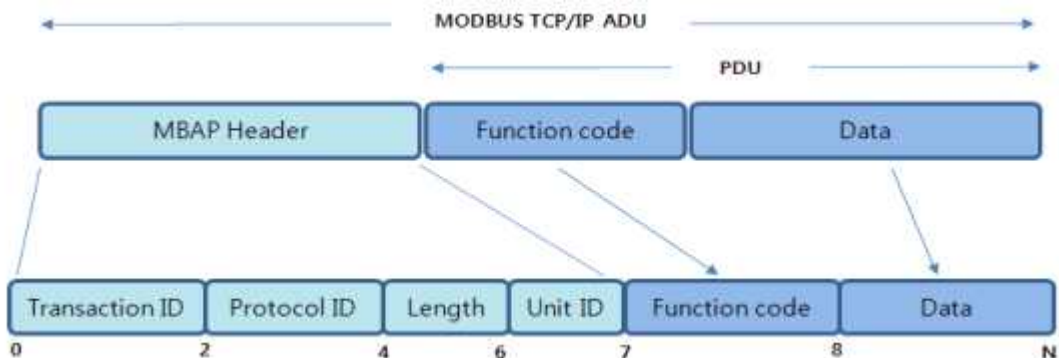
4) 전송예시

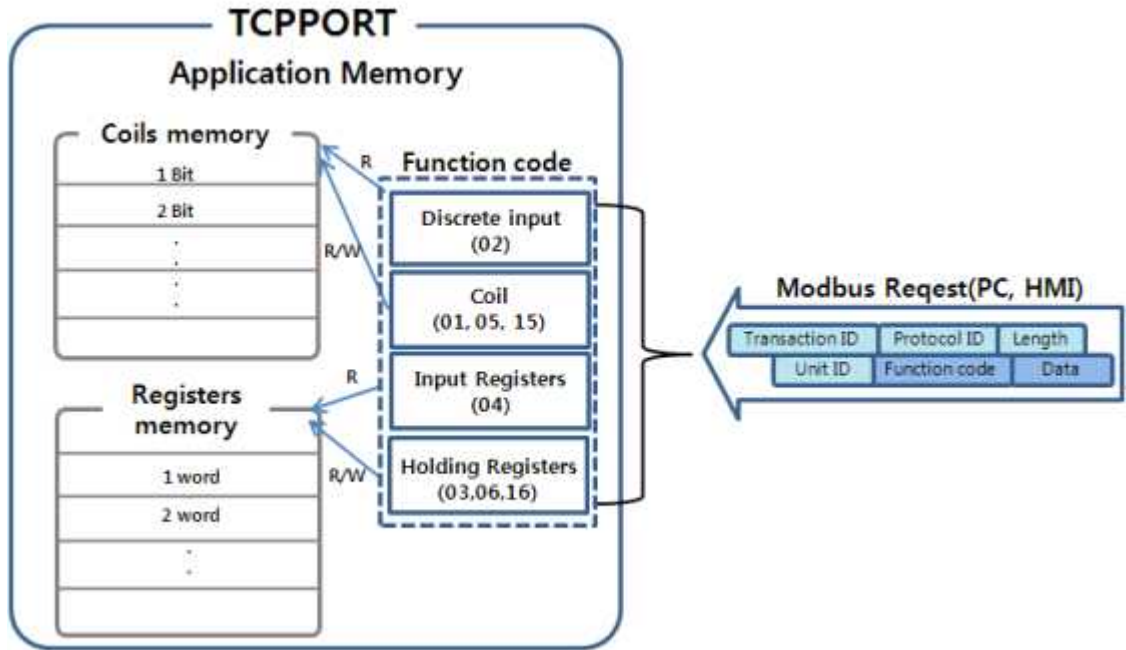
요청받은 예시	응답받은 예시
	<pre>{   "door": 3,   "temperature": "25.8",   "humidity": "46.5",   "update_time": "20090208 18:48:58",   "error_code": "통신_비력"} </pre>

□ 필드 설비(에너지원, 센서, 제어 장치) ↔ RTU ↔ 통합서버 간의 양방향 통신 기능 개발

◦ TCP Modbus 선정

- MODBUS-TCP는 산업용 필드버스 분야에서 자주 사용되는 통신 프로토콜로 TCP/IP 네트워크에서 상위장치와 하위장치 간의 인터페이스를 위하여 고안된 통신방법
- MODBUS-TCP 통신규격에는 마스터(Client)와 슬레이브(Server)의 역할이 나누어져 있고, 슬레이브(Server)는 마스터(Client)가 요청하는 데이터에 대해 응답
- 마스터(Client)에는 PC와 같은 상위기기가 위치하고, 슬레이브(Server)에는 TCP-PORT 나 PLC 등의 장치가 위치
- 슬레이브(Server)는 상위기기에서 요청하는 동작만을 하는 수동적이며, 마스터(Client) 쪽에서는 원하는 데이터를 읽어오거나, 원하는 데이터를 기입하는 등 슬레이브(Server) 기기를 제어



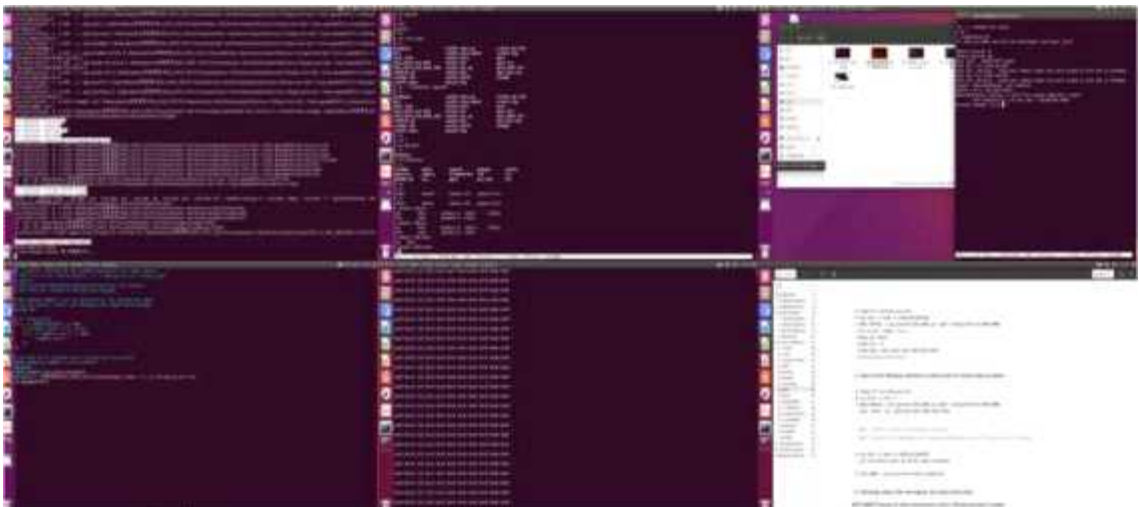


- Function Code를 이용하여 슬레이브 Memory(Coil, Register)에 값을 읽어오거나 쓸 수 있음

형 태	메모리	이름	Function code	디바이스
비트 (Bit)	Coil	Read Discrete Inputs	02 (0x02)	INPUT, OUTPUT
		Read Coil	01 (0x01)	
		Write Single Coil	05 (0x05)	
		Write Multiple Coils	15 (0x0F)	
워드 (16비트)	Register	Read Input Register	04 (0x04)	ADC, PWM
		Read Holding Registers	03 (0x03)	
		Write Single Register	06 (0x06)	
		Write Multiple Registers	16 (0x10)	

□ 다양한 OS(Windows, Linux, Mac) 환경에서 운영될 수 있는 구조 설계

◦ RTU 개발환경 및 기능 테스트







- 서버의 프로그램을 통해 API 수신 상태 확인

```
python manage.py runserver 0.0.0.0:8080
[18/Oct/2021 14:12:30] "POST /app_fems/DashBoard/main/pcs/ HTTP/1.1" 200 22918
[18/Oct/2021 14:12:30] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3344
[18/Oct/2021 14:12:30] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
FunctionGetFaultThread_182 15652 182 https://192.168.120.50:8443/ems_request/info/fault/3001/ Fault3001
[18/Oct/2021 14:12:30] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
FunctionGetStatusThread_204 13056 204 https://192.168.140.50:8443/ems_request/info/status/3003/ Status3003
FunctionGetFaultThread_181 23028 181 https://192.168.110.50:8443/ems_request/info/fault/3000/ Fault3000
[18/Oct/2021 14:12:30] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3344
FunctionGetSettingThread_34 5824 34 https://192.168.140.50:8443/ems_request/read_setting Setting3003
FunctionGetStatusThread_202 11316 202 https://192.168.120.50:8443/ems_request/info/status/3001/ Status3001
FunctionGetSettingThread_31 17436 31 https://192.168.110.50:8443/ems_request/read_setting Setting3000
[18/Oct/2021 14:12:31] "POST /app_fems/DashBoard/detail/data/ HTTP/1.1" 200 22934
FunctionGetSettingThread_32 20944 32 https://192.168.120.50:8443/ems_request/read_setting Setting3001
FunctionGetFaultThread_184 9568 184 https://192.168.140.50:8443/ems_request/info/fault/3003/ Fault3003
[18/Oct/2021 14:12:32] "POST /app_fems/DashBoard/main/pcs/ HTTP/1.1" 200 22942
FunctionGetFaultThread_183 5352 183 https://192.168.130.50:8443/ems_request/info/fault/3002/ Fault3002
FunctionGetStatusThread_203 26820 203 https://192.168.130.50:8443/ems_request/info/status/3002/ Status3002
[18/Oct/2021 14:12:33] "POST /app_fems/DashBoard/detail/data/ HTTP/1.1" 200 22934
[18/Oct/2021 14:12:33] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3345
[18/Oct/2021 14:12:33] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
[18/Oct/2021 14:12:34] "POST /app_fems/DashBoard/main/ems/ HTTP/1.1" 200 57
[18/Oct/2021 14:12:34] "POST /app_fems/DashBoard/main/pcs/ HTTP/1.1" 200 22936
[18/Oct/2021 14:12:34] "POST /app_fems/DashBoard/main/pv/ HTTP/1.1" 200 22936
[18/Oct/2021 14:12:34] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3345
-----
FunctionMainThread 25620
[18/Oct/2021 14:12:34] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
FunctionGetSettingThread_33 5276 33 https://192.168.130.50:8443/ems_request/read_setting Setting3002
[18/Oct/2021 14:12:35] "POST /app_fems/DashBoard/detail/data/ HTTP/1.1" 200 22913
FunctionGetStatusThread_201 18140 201 https://192.168.110.50:8443/ems_request/info/status/3000/ Status3000
FunctionGetFaultThread_182 15652 182 https://192.168.120.50:8443/ems_request/info/fault/3001/ Fault3001
FunctionGetStatusThread_204 13056 204 https://192.168.140.50:8443/ems_request/info/status/3003/ Status3003
FunctionGetSettingThread_34 5824 34 https://192.168.140.50:8443/ems_request/read_setting Setting3003
FunctionGetFaultThread_181 23028 181 https://192.168.110.50:8443/ems_request/info/fault/3000/ Fault3000
FunctionGetStatusThread_202 11316 202 https://192.168.120.50:8443/ems_request/info/status/3001/ Status3001
[18/Oct/2021 14:12:36] "POST /app_fems/DashBoard/main/pcs/ HTTP/1.1" 200 22936
FunctionGetSettingThread_31 17436 31 https://192.168.110.50:8443/ems_request/read_setting Setting3000
FunctionGetSettingThread_32 20944 32 https://192.168.120.50:8443/ems_request/read_setting Setting3001
FunctionGetFaultThread_184 9568 184 https://192.168.140.50:8443/ems_request/info/fault/3003/ Fault3003
[18/Oct/2021 14:12:36] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3345
[18/Oct/2021 14:12:37] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
[18/Oct/2021 14:12:37] "POST /app_fems/DashBoard/detail/data/ HTTP/1.1" 200 22928
FunctionGetFaultThread_183 5352 183 https://192.168.130.50:8443/ems_request/info/fault/3002/ Fault3002
FunctionGetStatusThread_203 26820 203 https://192.168.130.50:8443/ems_request/info/status/3002/ Status3002
[18/Oct/2021 14:12:38] "POST /app_fems/DashBoard/main/pcs/ HTTP/1.1" 200 22947
[18/Oct/2021 14:12:38] "POST /app_fems/DashBoard/main/pv/ HTTP/1.1" 200 22947
[18/Oct/2021 14:12:38] "POST /app_fems/DashBoard/main/ems/ HTTP/1.1" 200 57
[18/Oct/2021 14:12:38] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3345
[18/Oct/2021 14:12:38] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
[18/Oct/2021 14:12:39] "POST /app_fems/DashBoard/detail/data/ HTTP/1.1" 200 23005
[18/Oct/2021 14:12:39] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3345
[18/Oct/2021 14:12:40] "POST /app_fems/DashBoard/main/pcs/ HTTP/1.1" 200 22932
FunctionGetSettingThread_33 5276 33 https://192.168.130.50:8443/ems_request/read_setting Setting3002
[18/Oct/2021 14:12:40] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
FunctionGetStatusThread_201 18140 201 https://192.168.110.50:8443/ems_request/info/status/3000/ Status3000
FunctionGetFaultThread_182 15652 182 https://192.168.120.50:8443/ems_request/info/fault/3001/ Fault3001
FunctionGetStatusThread_204 13056 204 https://192.168.140.50:8443/ems_request/info/status/3003/ Status3003
FunctionGetSettingThread_34 5824 34 https://192.168.140.50:8443/ems_request/read_setting Setting3003
FunctionGetStatusThread_202 11316 202 https://192.168.120.50:8443/ems_request/info/status/3001/ Status3001
FunctionGetSettingThread_31 17436 31 https://192.168.110.50:8443/ems_request/read_setting Setting3000
[18/Oct/2021 14:12:41] "POST /app_fems/DashBoard/detail/data/ HTTP/1.1" 200 22978
FunctionGetSettingThread_32 20944 32 https://192.168.120.50:8443/ems_request/read_setting Setting3001
FunctionGetFaultThread_184 9568 184 https://192.168.140.50:8443/ems_request/info/fault/3003/ Fault3003
[18/Oct/2021 14:12:42] "POST /app_fems/DashBoard/main/ems/ HTTP/1.1" 200 57
[18/Oct/2021 14:12:42] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3345
[18/Oct/2021 14:12:42] "POST /app_fems/DashBoard/main/pcs/ HTTP/1.1" 200 22936
[18/Oct/2021 14:12:42] "POST /app_fems/DashBoard/main/pv/ HTTP/1.1" 200 22936
[18/Oct/2021 14:12:42] "POST /app_fems/DashBoard/main/info_status/ HTTP/1.1" 200 22369
[18/Oct/2021 14:12:42] "POST /app_fems/DashBoard/detail/info_fault/ HTTP/1.1" 200 3345
```

- 다양한 OS(Windows, Linux, Mac)에서 수용할 수 있는 TCP/IP 통신 프로토콜 사용
- 산업용 필드버스 분야에서 사용되는 표준 통신 프로토콜로 MODBUS-TCP사용
- TCP Modbus 설계
  - TCP Modbus Client에서 Server에 Data 요청 구조로 설계
  - Callback\_Data와 Callback\_Server를 통해 장비와 연결하고 연결된 장비에서 데이터 수신

```
class CallbackDataBlock(ModbusSparseDataBlock):
    def __init__(self, devices, queue):
        self.devices = devices
        self.queue = queue

        values = {k: 0 for k in devices.keys()}
        values[0xbeeef] = len(values) # the number of devices
        super(CallbackDataBlock, self).__init__(values)

    def setValues(self, address, value):
        super(CallbackDataBlock, self).setValues(address, value)
        self.queue.put((self.devices.get(address, None), value))
```

```

def run_callback_server():
    # initialize your data store
    queue = Queue()
    devices = read_device_map("device-mapping")
    block = CallbackDataBlock(devices, queue)
    store = ModbusSlaveContext(di=block, co=block, hr=block, ir=block)
    context = ModbusServerContext(slaves=store, single=True)

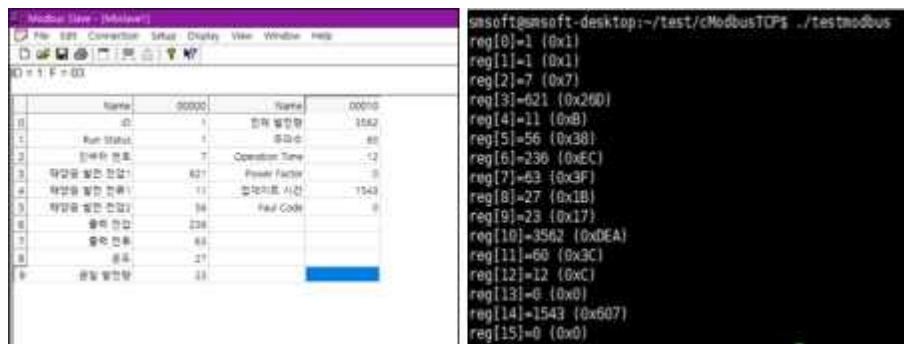
    # initialize the server information
    identity = ModbusDeviceIdentification()
    identity.VendorName = 'pymodbus'
    identity.ProductCode = 'PM'
    identity.ProductName = 'pymodbus-Server'
    identity.ModelName = 'pymodbus-Server'
    identity.MajorMinorRevision = version.short()

    # run the server you want
    p = Process(target=device_writer, args=(queue,))
    p.start()
    StartTcpServer(context, identity=identity, address=("192.168.0.12", 502))

```

◦ TCP Modbus TEST

- Power-Box 대신 Modbus Poll Slave 프로그램을 사용하여 기능 테스트
- 미들웨어에서 Slave data 16개 정상 연결 및 데이터 확인



□ OPC-UA 사용시 국정원 8대 취약점 준수(SHA256, SSL, TLS, 기타보안기능)

◦ 국정원 8대 취약점

1. Directory Risting 취약점
 

홈페이지의 속성을 설정하는 웹서버 설정에서 다음과 같이 설정 되었을 경우

IIS 웹 서버 : '디렉터리 검색' 항목이 체크

Apache 웹 서버 : 'httpd.conf 파일'에서 'Indexes' 옵션이 On

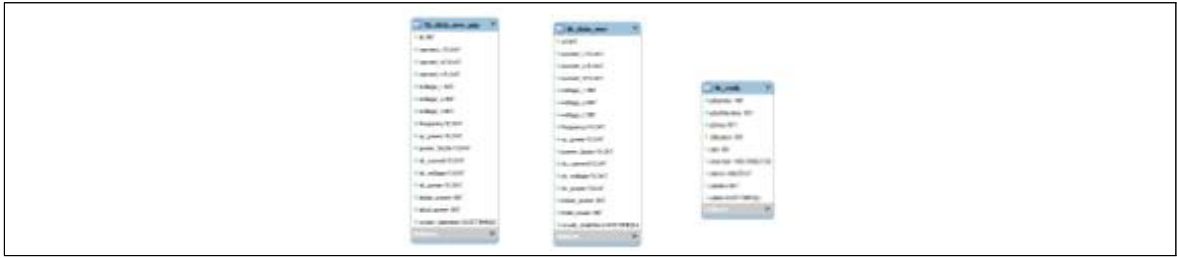
  - 인터넷 사용자에게 모든 디렉토리 및 파일 목록이 보여짐
  - 파일 열람 및 저장이 가능하고 비공개 자료 또한 유출될 수 있음.
2. File Download 취약점
 

게시판 등에 저장된 자료에 대해 '다운로드 스크립트'를 이용하여 다운로드 기능을 제공하는 경우

  - 대상 자료파일의 위치 지정에 제한조건이 부여되지 않았다면 URL 필드의 다운로드 스크립트의 인수 값에 './' 문자열(상대경로) 등을 입력하여 시스템 디렉토리 등에 있는 /etc/passwd와 같은 비공개 자료들이 유출될 수 있음.

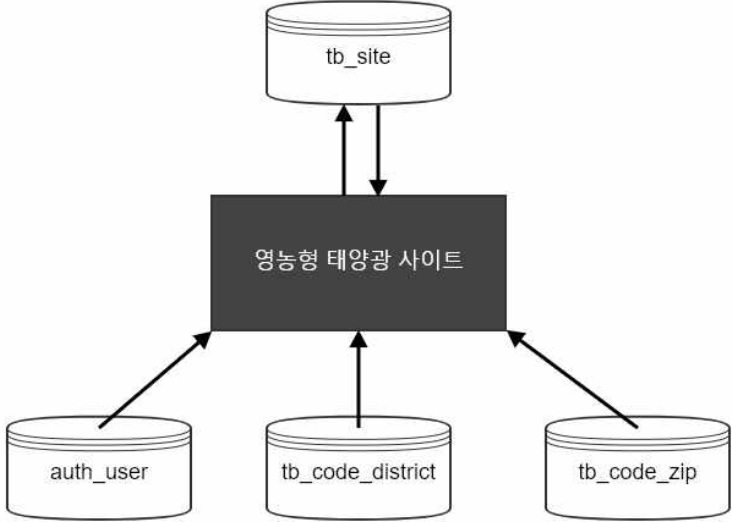
<p>3. Cross Site Script (XSS)취약점 웹 응용프로그램에서 입력 내용에 실행코드인 스크립트의 태그를 필터링 하지 않았을 때</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 악의적인 스크립트가 포함된 게시물을 등록할 수 있음.</li><li>- 악의적인 스크립트가 포함된 게시물을 열람시 일반 사용자의 pc로 부터 개인정보인 쿠키를 유출 등의 피해를 초래</li><li>- OWASP top10과 동일.</li></ul>
<p>4. File Upload 취약점 첨부파일 업로드를 허용하는 홈페이지에서 .php .jsp등의 확장자 이름의 스크립트 파일의 업로드를 허용할 경우</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 해커가 악성 실행 프로그램(PHP, JSP등)을 업로드한 후 홈페이지 접속방식으로 원격으로 서버컴퓨터의 시스템 운영 명령을 실행시킬 수 있음.</li><li>- 이를 통해 자료를 유출하거나 변조 가능</li></ul>
<p>5. Web DAV 취약점 윈도우 서버 컴퓨터에서 기본으로 설치되는 원격관리기능인 Web DAV가 계속 사용 가능하도록 설정 Web DAV 라이브러리 파일의 속성 및 홈페이지 디렉토리에 쓰기 권한이 모두 허용되어 있는 경우</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 해커가 Web DAV도구를 사용하여, 원격에서 홈페이지 디렉터리에 임의의 파일을 삽입하여 화면을 변조가능</li><li>- Web DAV : 웹을 이용한 웹서버를 사용하는 방식(원격 관리 기능)</li></ul>
<p>6. TechNote 취약점 TechNote의 일부 CGI프로그램들에서 인수 값 처리시에 ' '문자 이후에 나오는 컴퓨터 운영 명령어가 실행될 수 있는 결함이 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 해커는 홈페이지접속 방식으로 컴퓨터 명령어를 실행하여 화면을 변조하거나 컴퓨터를 조작가능.</li><li>- 테크노트 : 국내 홈페이지 제작업체</li><li>- Linux 및 Unix계열의 컴퓨터에 주로 사용</li><li>- Windows 계열에서 Perl이 지원될 경우 사용</li></ul>
<p>7. ZeroBoard 취약점 Zeroboard의 일부 php프로그램이 원격에 있는 php파일을 실행할 수 있는 결함이 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 해커는 홈페이지접속 방식으로 컴퓨터 명령어를 실행하여 화면을 변조하거나 컴퓨터를 조작가능.</li><li>- Linux 및 Unix 계열의 컴퓨터에 주로 사용</li><li>- Windows 계열에서 php가 지원될 경우 사용</li></ul>
<p>8. SQL Injection 취약점 웹 브라우저 주소 창 또는 사용자 ID 및 패스워드 입력화면에서 데이터베이스 SQL문에 사용되는 문자기호(' , " , - , # 등)의 입력을 적절히 필터링 하지 않은 경우</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 해커는 SQL 문으로 해석될 수 있도록 조작한 입력으로 데이터베이스를 인증 절차 없이 접근, 자료를 무단 유출하거나 변조가능.</li><li>- OWASP top10과 동일</li></ul>





□ 통합플랫폼 DB를 사용한 프로그램 설계

<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-01	<b>프로그램명</b>	인증 및 권한
<b>프로그램 설명</b>	사용자, 그룹의 등록, 인증, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>			
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 사용자 추가 버튼을 누른 후 정보를 입력하고 저장 버튼을 누르면 사용자 정보가 등록된다.</li> <li>2. 그룹 추가 버튼을 누른 후 그룹 이름과 허가사항을 선택한 후 저장하면 그룹이 등록된다.</li> <li>3. 등록된 사용자 이름을 목록에서 선택 후 개인 정보 / 권한 / 그룹을 수정할 수 있다. 또한 전화번호, 행정구역코드, 우편번호, 주소, 기타사항등을 등록하면 사용자 상세정보 테이블에 정보가 등록된다.</li> </ol>		
<b>관련 테이블</b>	사용자 기본정보(auth_user), 그룹 관리(auth_group), 사용자 상세정보(tb_user_detail)		

프로그램 ID	Design-04-02-02	프로그램명	영농형 태양광 사이트
프로그램 설명	사이트 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
모듈 흐름도			
프로그램 기능 설명	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Site 추가 버튼을 누르고 User 선택 박스에서 ID를 선택한다.</li><li>2. Name, District, Zip, Address, Description을 입력한다.</li><li>3. UUID는 자동 생성된다.</li><li>4. 입력을 완료 후 저장버튼을 누르면 영농형 태양광 사이트가 등록된다.</li><li>5. 등록된 사이트의 Name을 클릭하고 사이트 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 사이트 정보가 수정된다.</li><li>6. 사이트 변경 창에서 삭제버튼을 누르거나, 사이트 목록창의 ID 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 선택 박스의 "선택된 영농형 태양광 사이트를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 사이트가 삭제된다.</li></ol>		
관련 테이블	영농형 태양광 사이트 정보(tb_site), 사용자 정보(auth_user), 행정구역코드(tb_code_district), 우편번호(tb_code_zip)		

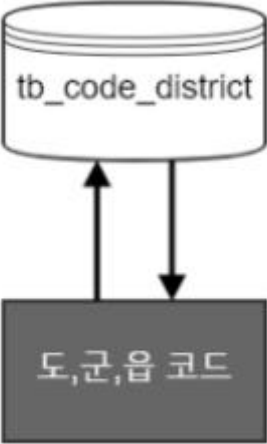
<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-03	<b>프로그램명</b>	태양광 정보
<b>프로그램 설명</b>	태양광 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>	<pre>graph TD; A[태양광 정보] &lt;--&gt; B[(tb_site_pv)]; A --&gt; C[(tb_site)]; A --&gt; D[(tb_code_pv)];</pre>		
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. PV Info 추가 버튼을 누르면 태양광 정보 등록 창으로 이동한다.</li><li>2. Site, Pv, Ip, Port, Description을 입력한다.</li><li>3. Post url은 자동으로 입력된다.</li><li>4. 입력 후 저장버튼을 누르면 태양광 정보가 등록된다.</li><li>5. 등록된 태양광 정보의 Description을 선택하고 태양광 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 태양광 정보가 수정된다.</li><li>6. 태양광 정보 변경창에서 삭제버튼을 누르거나, 태양광 정보창의 ID 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 태양광 정보를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 사이트가 삭제된다.</li></ol>		
<b>관련 테이블</b>	태양광 정보(tb_site_pv), 영농형 태양광 사이트 정보(tb_site), 태양광 발전 코드(tb_code_pv)		

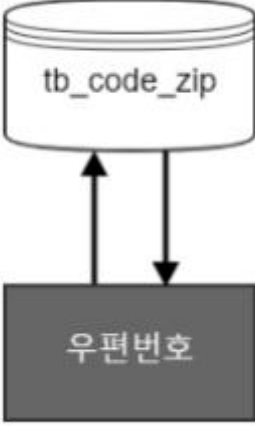


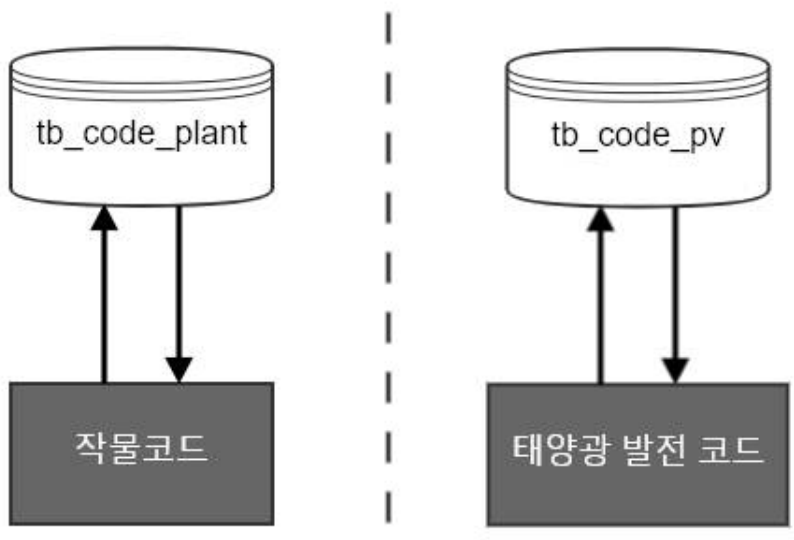
프로그램 ID	Design-04-02-04	프로그램명	영농 정보
프로그램 설명	영농 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
모듈 흐름도	<pre> graph TD     tb_site_farm[(tb_site_farm)]     tb_site[(tb_site)]     tb_code_farm[(tb_code_farm)]     farm_info[영농 정보]     tb_site --&gt; farm_info     tb_code_farm --&gt; farm_info     farm_info --&gt; tb_site_farm     </pre>		
프로그램 기능 설명	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Farm Info 추가 버튼을 누르면 태양광 정보 등록 창으로 이동한다.</li> <li>2. Site, Farm, Ip, Port, Description을 입력한다.</li> <li>3. Post url은 자동으로 입력된다.</li> <li>4. 입력 후 저장버튼을 누르면 태양광 정보가 등록된다.</li> <li>5. 등록된 영농 정보의 Description을 선택하고 영농 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 영농 정보가 수정된다.</li> <li>6. 영농 정보 변경창에서 삭제버튼을 누르거나, 영농 정보창의 ID 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 영농 정보를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 사이트가 삭제된다.</li> </ol>		
관련 테이블	영농 정보(tb_site_farm), 영농형 태양광 사이트 정보(tb_site), 작물 코드(tb_code_farm)		

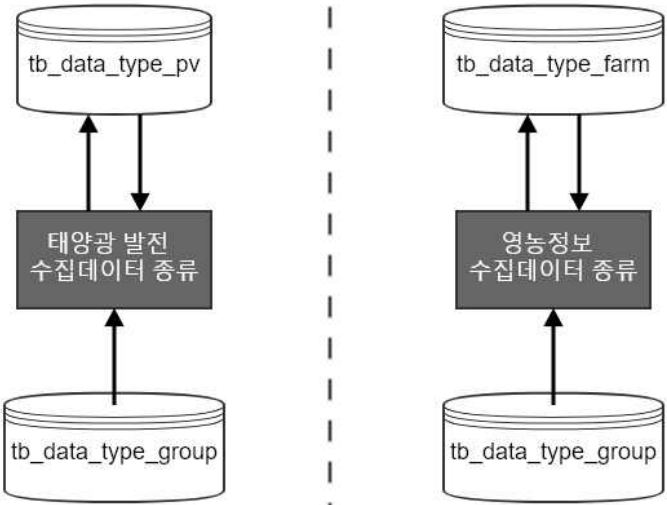
<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-05	<b>프로그램명</b>	영농 일지
<b>프로그램 설명</b>	영농일지 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>	<pre>graph TD; A[(tb_site_farm_report)] &lt;--&gt; B[영농일지]; B &lt;--&gt; C[(tb_site)];</pre>		
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. farm_report 추가 버튼을 누르면 영농 일지 작성창으로 이동한다.</li><li>2. Site 선택 후 제목과 Content를 입력한 후 저장버튼을 누르면 등록된다.</li><li>3. 등록된 영농 일지의 title을 선택하고 영농 일지를 수정한 후 저장버튼을 누르면 수정된다.</li><li>4. 영농 일지 변경 창에서 삭제버튼을 누르거나, 영농 일지창의 ID 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 영농 일지를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 영농 일지가 삭제된다.</li></ol>		
<b>관련 테이블</b>	영농 일지(tb_site_farm_report), 영농형 태양광 사이트(tb_site)		

<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-06	<b>프로그램명</b>	태양광/영농 수집데이터 종류 목록
<b>프로그램 설명</b>	태양광/영농 수집데이터 종류 목록 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>			
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. pv/farm data type list 추가 버튼을 누르면 정보 등록 창으로 이동한다.</li> <li>2. Site 선택 후 Data Type, Serial, Description을 입력한 후 저장버튼을 누르면 등록된다.</li> <li>3. 등록된 태양광/영농 수집데이터 종류 목록의 Data type을 선택하고 해당 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 수정된다.</li> <li>4. 정보 수정 창에서 삭제버튼을 누르거나 목록 창의 ID 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 태양광/영농 수집데이터 목록을 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 수집데이터 목록이 삭제된다.</li> </ol>		
<b>관련 테이블</b>	태양광 수집데이터 목록(tb_data_type_list_pv), 영농정보 수집데이터 목록(tb_data_type_list_farm), 영농형 태양광 사이트(tb_site), 태양광 데이터 타입(tb_data_type_pv), 영농정보 데이터 타입(tb_data_type_farm)		

<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-07	<b>프로그램명</b>	도,군,읍 코드
<b>프로그램 설명</b>	도,군,읍 코드 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>			
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. District code 추가 버튼을 누르면 정보등록 창으로 이동한다.</li><li>2. code, do(시,도), gun(구,군), myeon(동,면)을 입력한 후 저장버튼을 누르면 등록된다.</li><li>3. 등록된 도,군,읍 코드 목록의 myeon을 선택하고 해당 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 수정된다.</li><li>4. 정보 수정 창에서 삭제버튼을 누르거나 목록 창의 Code 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 도,군,읍 코드를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 도,군,읍 코드가 삭제된다.</li></ol>		
<b>관련 테이블</b>	행정구역 코드(tb_code_district)		

프로그램 ID	Design-04-02-08	프로그램명	우편번호
프로그램 설명	우편번호 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
모듈 흐름도			
프로그램 기능 설명	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. zip code 추가 버튼을 누르면 정보등록 창으로 이동한다.</li> <li>2. code, do(시,도), gun(구,군), myeon(동,면), li(리), gil(도로명)을 입력한 후 저장 버튼을 누르면 등록된다.</li> <li>3. 등록된 우편번호 목록의 Gun을 선택하고 해당 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 수정된다.</li> <li>4. 정보 수정 창에서 삭제버튼을 누르거나 목록 창의 Code 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 우편번호를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 우편번호가 삭제된다.</li> </ol>		
관련 테이블	우편번호(tb_code_zip)		

<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-09	<b>프로그램명</b>	작물/태양광 발전 코드
<b>프로그램 설명</b>	작물/태양광 발전 코드 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>	 <p>The diagram illustrates the module flow for the program. It is divided into two sections by a vertical dashed line. On the left, a cylinder representing a database labeled 'tb_code_plant' is connected to a rectangular box labeled '작물코드' (Crop Code) with two vertical arrows: one pointing up and one pointing down. On the right, a cylinder representing a database labeled 'tb_code_pv' is connected to a rectangular box labeled '태양광 발전 코드' (Solar Power Generation Code) with two vertical arrows: one pointing up and one pointing down.</p>		
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. plant code 추가, pv code 추가 버튼을 누르면 정보등록 창으로 이동한다.</li><li>2. code, part(분류), name을 입력한 후 저장버튼을 누르면 등록된다.</li><li>3. 등록된 코드 목록의 Name을 선택하고 해당 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 수정된다.</li><li>4. 정보 수정 창에서 삭제버튼을 누르거나 목록 창의 Code 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 작물코드/태양광 발전 코드를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 작물코드/태양광 발전 코드가 삭제된다.</li></ol>		
<b>관련 테이블</b>	작물코드(tb_code_plant), 태양광 발전 코드(tb_code_pv)		

<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-10	<b>프로그램명</b>	태양광 발전/영농정보 수집데이터 종류
<b>프로그램 설명</b>	태양광 발전/영농정보 수집데이터 종류 정보 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>			
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. pv data type 추가, farm data type 추가 버튼을 누르면 정보등록 창으로 이동한다.</li><li>2. name, Qty(단위), Description(기타정보)을 입력한 후 저장버튼을 누르면 등록된다.</li><li>3. 등록된 코드 목록의 Name을 선택하고 해당 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 수정된다.</li><li>4. 정보 수정 창에서 삭제버튼을 누르거나 목록 창의 ID 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 태양광발전/영농정보 수집데이터 종류를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 태양광발전/영농정보 수집데이터 종류가 삭제된다.</li></ol>		
<b>관련 테이블</b>	태양광발전 수집데이터 종류(tb_data_type_pv), 영농정보 수집데이터 종류(tb_data_type_farm), 수집데이터 그룹(tb_data_type_group)		

<b>프로그램 ID</b>	Design-04-02-11	<b>프로그램명</b>	모니터링 data
<b>프로그램 설명</b>	태양광/생육 정보 data 등록, 조회, 수정, 삭제를 관리한다.		
<b>모듈 흐름도</b>			
<b>프로그램 기능 설명</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. site pv data 추가, site farm data 추가 버튼을 누르면 정보등록 창으로 이동한다.</li> <li>2. site, data, description을 입력한 후 저장버튼을 누르면 등록된다.</li> <li>3. 등록된 데이터 목록의 site를 선택하고 해당 정보를 수정한 후 저장버튼을 누르면 수정된다.</li> <li>4. 정보 수정 창에서 삭제버튼을 누르거나 목록 창의 ID 좌측 체크박스를 선택한 상태에서 상단에 위치한 액션 셀렉트 박스의 "선택된 Site 태양광/생육정보 모니터링 data를 삭제합니다" 옵션을 선택한 후 우측 실행 버튼을 누르면 Site 태양광/생육정보 모니터링 data가 삭제된다.</li> </ol>		
<b>관련 테이블</b>	태양광 발전 모니터링 데이터(tb_site_pv_data), 생육정보 모니터링 데이터(tb_site_farm_data), 영농형 태양광 사이트(tb_site)		



(마) 통합 플랫폼 기능 검증 및 평가를 위한 실증단지 시스템 구축

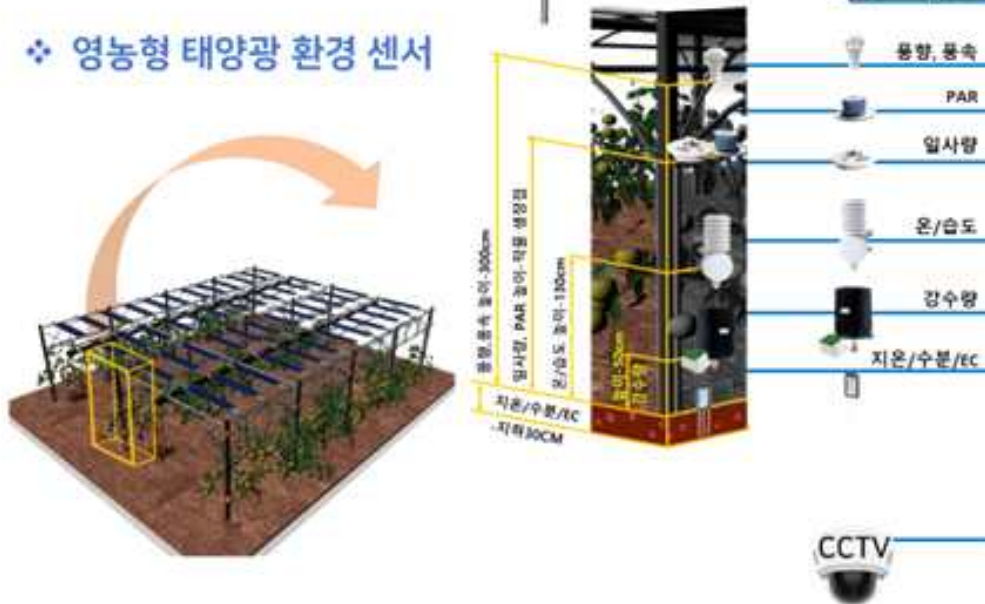
□ 시스템 구성 예시



### ❖ 영농형 태양광 발전 모니터링



### ❖ 영농형 태양광 환경 센서



## (2) <공동기관 1> (재)녹색에너지연구원

### (가) 소프트웨어 고도화를 위한 실증단지 보강

#### □ 16kW급 2개소 실증단지 확보 및 기반 구축

##### ◦ 실증단지 활용 목적 및 현황

- 본 연구 활용 실증단지는 총괄 및 타 협업과제 실증단지와의 차별성을 위해 지주식 영농형 태양광 시스템을 선정하였음. 또한 실증 대상 시스템 하부에 블루베리 및 무화과를 각각 식재하여 농지환경을 조성하였음

##### - 실증단지 구조물 주요내용

- 각 시스템은 남향으로 설치하여 설계 및 설치 차광률은 30%로 하였음
- 기초구조물의 뼈대는  $\phi 10$ 의 철근으로 구성하고 주 기둥보는  $\phi 300$  이중관 내부에 L 볼트 (6ea,  $\phi 20 \times 300 \times 50$ )로 된 앙카를 설치함
- 본 구조물은 기초 구조물의 앙카와 연결 (리브,  $150 \times 67.4 \times 9T$ )한 후 자로/세로보와 모듈이 설치되는 주 구조물임

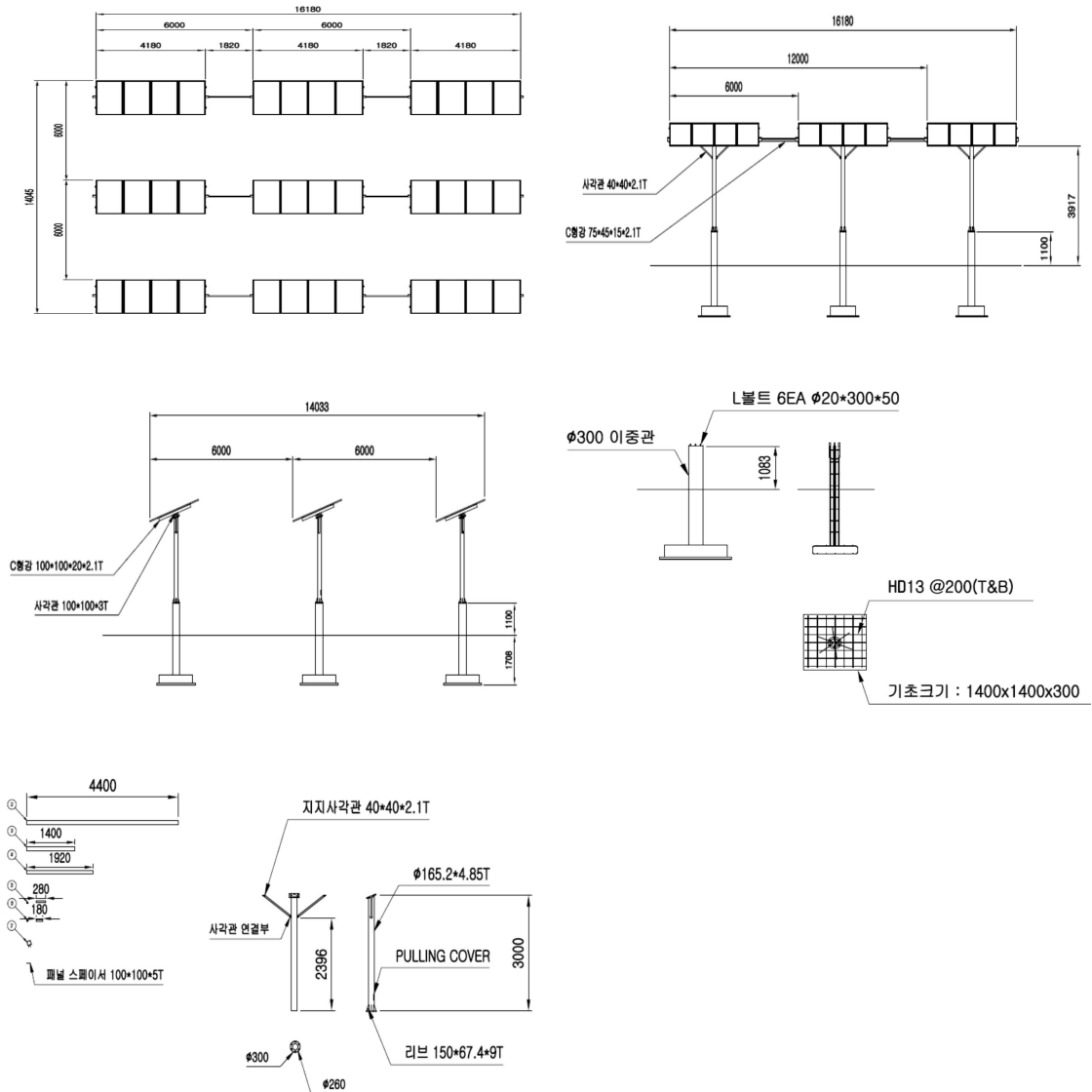


그림 114 16kW급의 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 도면

- 실증단지 개요

- 실증단지 1 (블루베리) : 전라남도 나주시 용산동 333-13
- 실증단지 2 (무화과) : 전라남도 나주시 도민길 50
- 또한, 각 실증단지에 조성된 과수 현황은 다음과 같음. 블루베리는(6~7년생) 170주(실험군 150주, 대조군 20주) 그리고 무화과(3년생)는 200주(실험군 150주, 대조군 50주)를 각각 배치하였으며, 작물 1주당 개별 관수/양액 공급이 가능하도록 환경을 조성하였음



그림 115 16kW급의 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 실증부지

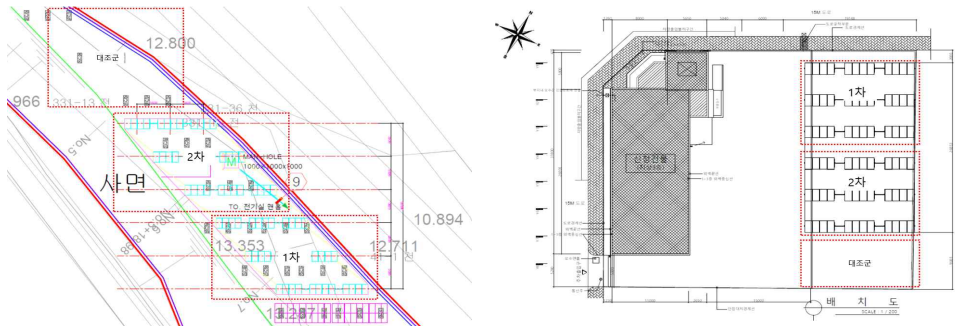


그림 116 16kW급의 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 배치도면



그림 117 16kW급의 블루베리 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 전경

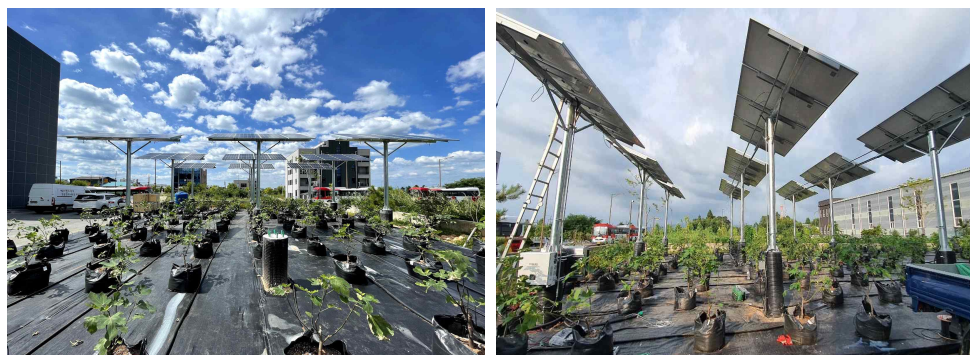


그림 118 16kW급의 무화과 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 전경

◦ 발전량 및 하부일사량 예측 및 실측 검증을 위한 실험군 조성

- 16kW급 2개소 별 영농형 태양광 하부 일사량 분석 및 실측 비교분석을 위해 실증단지별 실험 섹터를 분류하였으며, 각 과수 1주 마다 실험 고유번호를 부여하였음.



그림 119 블루베리 및 무화과의 화분별 고유번호 모습

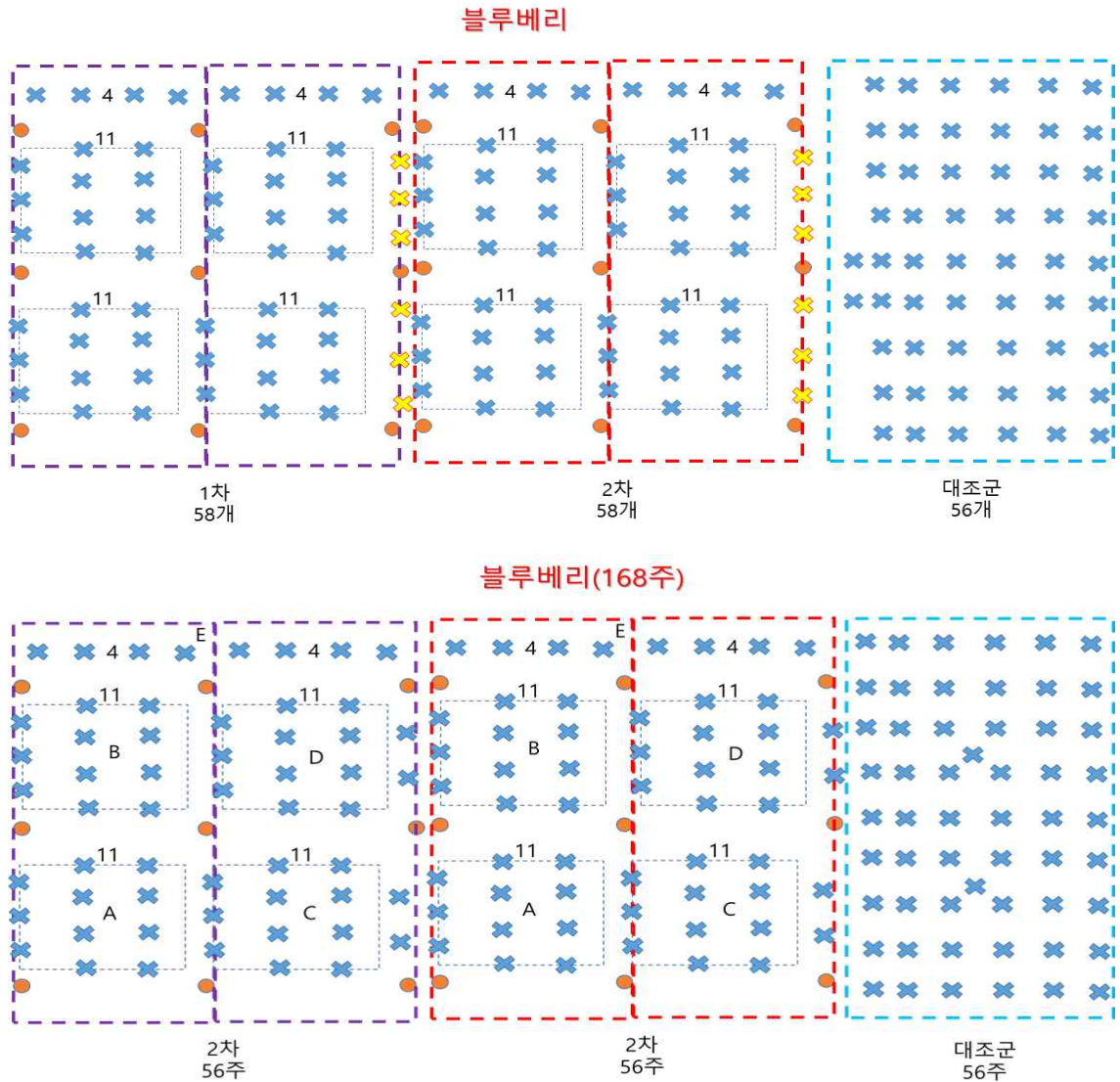


그림 120 블루베리 및 무화과의 실험 섹터 설정(안)

(나) 농업환경 데이터, 태양광 발전량 실측, 측정 데이터와 전산 모사값 비교 및 검증

□ 실증단지 대상 하부 일사량 예측 분석

◦ 분산배치형 영농형 태양광 시스템 하부 일사량 예측 분석

- 아래 그림과 같이 동일한 면적에 차광률을 30%로 하여 3x12, 4x9 6x6 모듈을 각각 적용 후 계절별 하부 일사량 비율 및 편차를 분석하였음. 편차 그래프는 정규분포로 농지하부에 존재하는 단위 면적당 일사량 비율을 나타낸 것으로 정규분포 곡선의 기울기가 높을수록 일정 면적의 농지내 일사량 분포가 균일함을 의미하며 기울기가 완만할수록 (혹은 오른쪽으로 시프트 될 경우) 일사량 분포가 균일하지 않음을 의미함.
- 분석 결과, 모듈의 배치가 6x6 보다는 분산되어 있는 3x12 혹은 4x9 모델에서 평균값과 편차가 줄어드는 것을 알 수 있으며, 농지 내에 광품질의 편차가 준다는 것은 즉 농작물의 편차가 감소하는 것을 확인하였음.

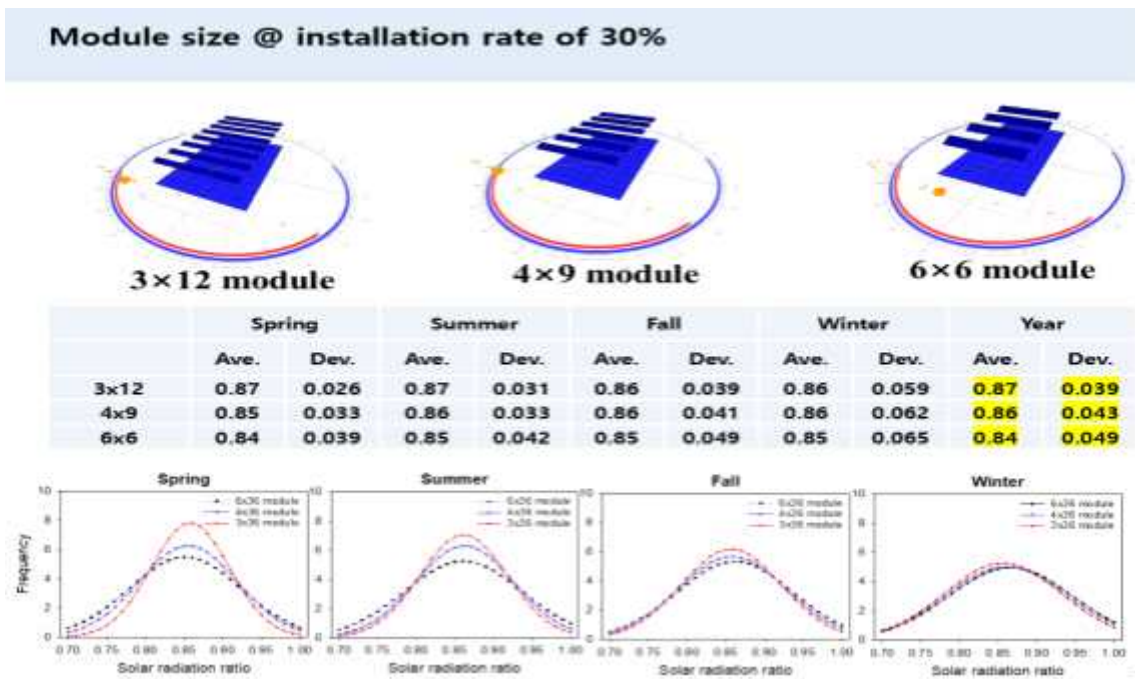


그림 121 분산배치형 영농형 태양광 모듈 별 하부일사량 분석

◦ 지주형 영농형 태양광 시스템 하부 일사량 예측 분석

- 본 실증단지에 구축된 시스템인 지주형과 분산배치형 그리고 국내 개발 중인 수직형 영농형 태양광 시스템에 대한 하부 일사량 예측 및 추후 실측 결과와 비교 분석을 추진하였음.
- 각 시스템 별 연중 하부일사량의 정규분포를 비교한 바, 수직형 및 분산형은 정균 분포 곡선의 기울기가 비교적 컷으나, 지주식은 완만한 정규 분포를 보였음. 지주형의 경우 설치 면적에 발생하는 장기음영이 특정 지역에 장기간 분포함을 의미하며 반면, 분산배치형 및 수직형은 비교적 장기음영 지역이 설치면적 전체에 걸쳐 고르게 분포됨을 의미함.

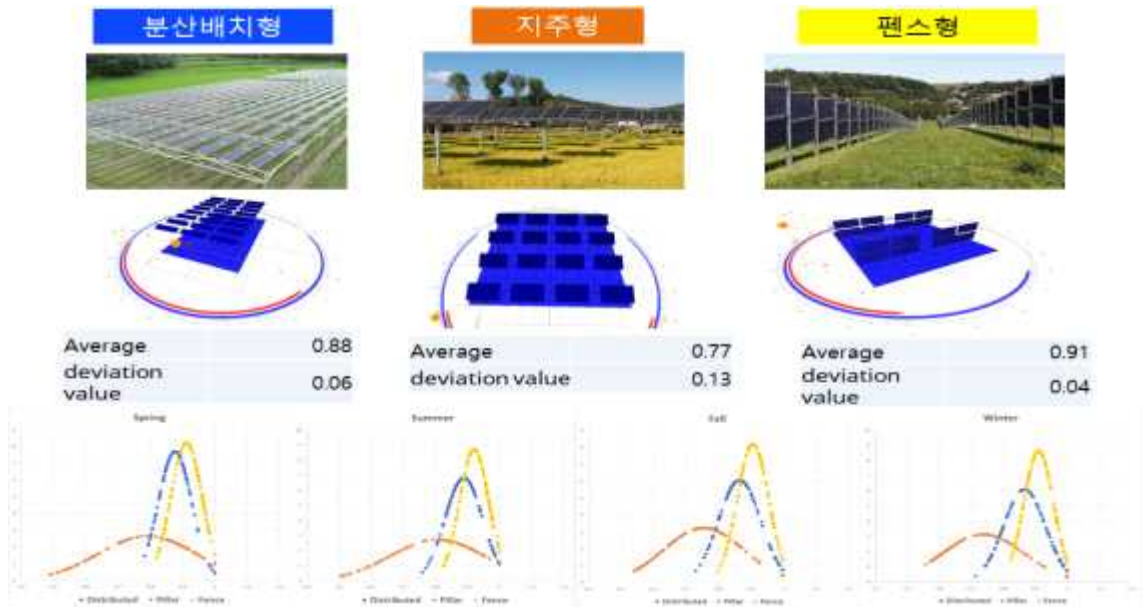


그림 122 국내 개발 영농형 태양광 시스템 별 연중 하부일사량 비교 분석

◦ 전남 나주 pilot test-bed 활용 영농형 태양광 발전량 및 일사량 비교 분석

- 설치정보

- 설치위치 : 전남 나주시 용산동 31-1번지, 설치용량 : ~12.13kW

- 검토목적

- 단면모듈(솔라테크)/양면모듈(LG전자) 발전성능 비교
- 스트링 인버터(동양이앰피) / 마이크로 인버터(LG전자)발전량 비교
- 트래커 적용에 따른(동향설치) 발전성능 비교
- 모듈 간 발전량 비교 : 정남향으로 설치하여 단면과 양면모듈의 발전성능 비교평가
- 인버터 간 발전량 비교 : 마이크로 인버터와 스트링 인버터 간 발전량 비교평가 (가대에 음영유도를 위한 기동 적용)
- 트래커에 의한 발전량 비교 : 동향 설치 시 단축 트래커에 의한 발전성능 비교평가

구분	LG전자	솔라테크
모듈 간 발전량 비교	LG195N9T-K5(4×9) LG195N6T-K5(3×12)	STM150-M6(4×9) STM175-SN2(3×12)
인버터 간 발전량 비교	LM345KS-B2 (마이크로 인버터)	S3000C (동양EMP String 인버터)
트래커 효과 검토	단면모듈 vs 양면모듈 동향설치 vs 남향설치 간 발전량 비교	

표 79 나주 pilot test-bed 구성 세부내용

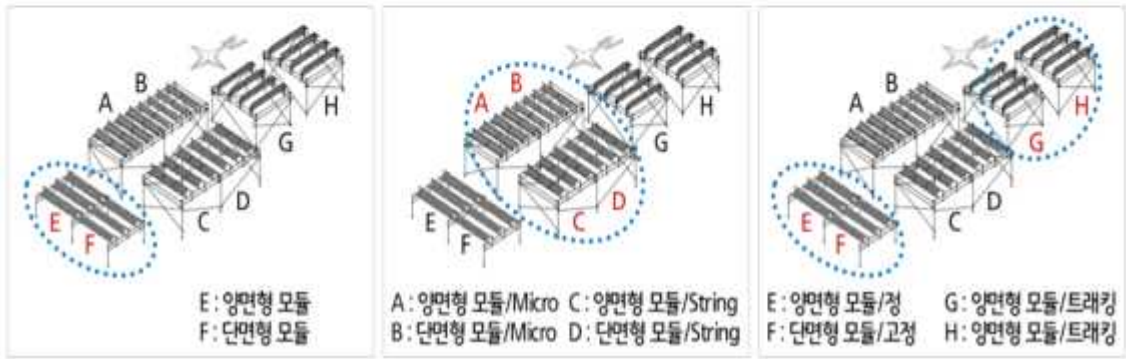


그림 123 10kW급 전남 나주 pilot test-bed 배치 및 실험군 개요

구분	LG전자	솔라테크	
<p>a. 설치현장 모습</p>	<p>b. 마이크로 인버터 / 트래커 설치모습</p>	<p>c. 스트링 인버터 설치모습</p>	<p>d. 배전함 및 트래커 제어함</p>

그림 127 10kW급 전남 나주 pilot test-bed 설치 현황

구분	#A	#B	#C	#D	#E	#F	#G	#H
	양면 모듈	단면 모듈	양면 모듈	단면 모듈	양면 모듈	단면 모듈	양면 모듈	단면 모듈
	남향 고정	남향 고정	남향 고정	남향 고정	남향 고정	남향 고정	동향 트래커	동향 트래커
	3x12	3x12	4x9	4x9	4x9	4x9	3x12	3x12
인버터	Micro	Micro	String	String	String	String	Micro	Micro
설치높이	4m	4m	4m	4m	2.5m	2.5m	4m	4m
kWp	1.56	1.4	1.755	1.575	1.755	1.575	1.56	1.4
kWh Total	1773.8	1333.2	1839	1416	2008	1592	1991.7	1486.2
Yield Total	4.31	3.61	3.97	3.41	4.33	3.83	4.84	4.02
비교	126.4%	106%	116.4%	100.0%	127%	112.3%	142%	118%

표 81 나주 pilot test-bed 실험군 별 발전효율 비교분석

- 위 검토 결과를 바탕으로 양면/단면, 방위각(남향 및 동향) 가변 유무(고정 및 트래커) 그리고 인버터 (마이크로 및 스트링)에 따른 발전효율 비교를 추진하였음.
- (모듈 별 발전효율 비교) 스트링 인버터 적용된 실험군의 단면 및 양면모듈의 발전효율은 양면 모듈의 발전량이 약 14% 개선되었으며, 마이크로인버터는 양면모듈이 약 20% 가량 증가하였음.
- (인버터 별 발전효율 비교) 마이크로인버터와 스트링인버터 간 발전효율을 비교분석한 바, 양면 및 단면 모두 마이크로인버터 적용한 실험군의 발전효율이 최소 6% 이상 증가하였으며, 양면모듈의 경우 최대 10% 가량 증가하였음.
- (트래커 적용에 따른 발전효율 비교) 태양 방위각에 대한 발전효율 개선 정도를 확인하기 위해 남향 고정 실험군과 동향 트래커 적용 실험군간 발전효율을 비교한 바, 동향 설치 트래커가 적용된 실험군에서 최대 15% 이상 발전효율이 증가하였음.

□ 실증단지 발전량 모니터링 시스템 구축

◦ 실증단지 발전량 및 생육환경 모니터링 시스템 구축

- 16kw급 2개소 실증단지의 발전량 및 생육환경 (일사량, 토양 및 대기 온습도)의 실시간 모니터링 및 전산모사 결과 검증에 위해 별도의 실시간 모니터링 시스템을 구축하였으며 이는 추후 본 과제에서 개발 될 통합 플랫폼에 연동하도록 할 예정임.



그림 128 16kw급 영농형 태양광 발전 실증단지 실시간 모니터링 시스템 화면 1



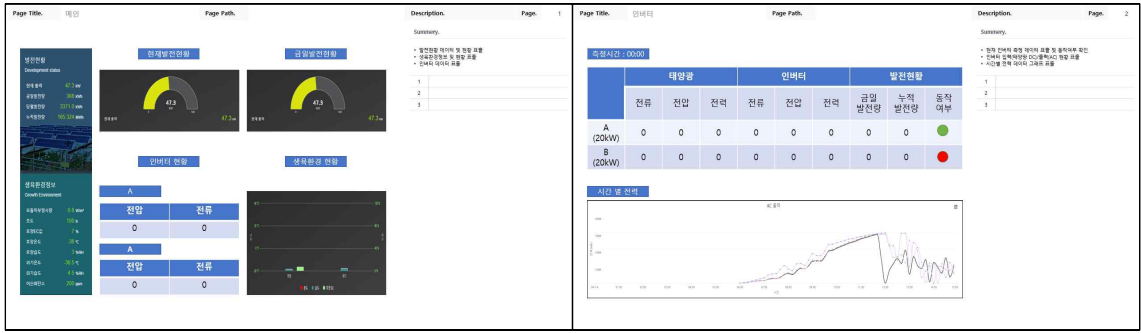


그림 129 16kw급 영농형 태양광 발전 실증단지 실시간 모니터링 시스템 화면 2

- 기상 및 환경 실측을 위한 계측 센서 구축
  - 본 실증단지 2개소에 일사량, 토양 및 대기 온습도 실측을 위한 계측센서를 구축하고자 함.
  - 각 센서의 주요 스펙 및 규격은 아래 표와 같음.

표 82 기상 및 생육환경 계측 센서 주요 규격 및 수량

품명	규격	통신방식	수량	단위
일사량계	· 스펙트럼 범위 : 0.3~3um · 작동온도 : -40 ~ 60도	통신방식 - 아날로그(4-20mA)	30	ea
토양 온·습도계	· 온도 (-40~80) · 습도 (0-100% RH) · EC (0-200mS/cm)		10	ea
기상관측기	· 대기온도 · 상대습도 · 강우량 · 풍향, 풍속		3	ea
데이터로거	· ADC 11Ch · DIN 8Ch · DO 6Ch		2	ea

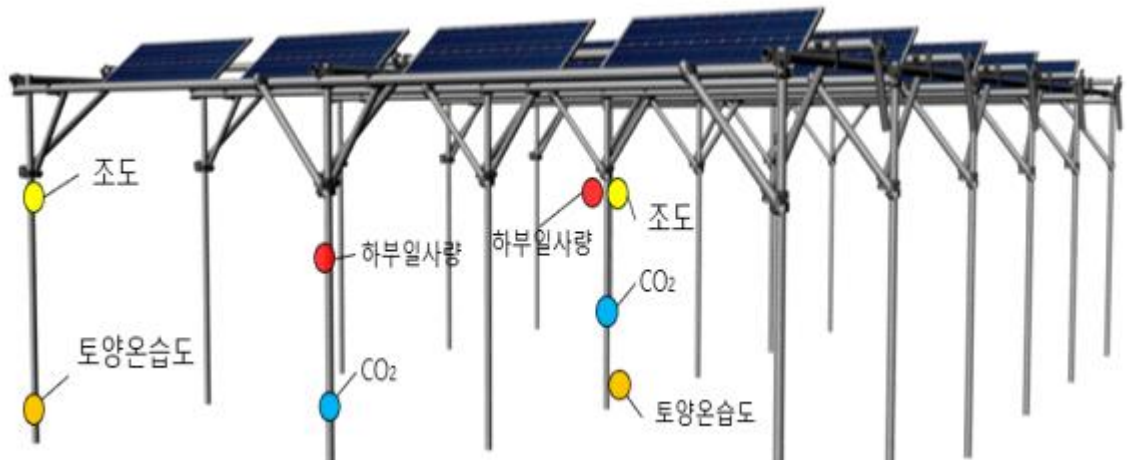


그림 130 영농형 태양광 계측 센서 구축 개념도

- 일사량계 (일사량 센서 송신기/야외 태양 방사선 검출기 센서) : 대기 중 태양의 일사량을 계측 및 송신이 가능한 장비로서, UV에 대한 안전성 및 계측부 內 결로 등에 대한 내구성이 가능한 제품으로 선정함.



그림 131 영농형 태양광 일사량 센서 규격

표 83 일사량 센서 세부 규격 및 스펙

아날로그 출력
· 전원 공급 장치 범위: 10V ~ 30V DC (0-10V 출력 공급 전압 24VDC 필요)
· 출력: 4-20mA, 0-5V, 0-10V
· 최대 전력 소비
· 현재 출력: 0.08W
· 출력 전압: 0.08W
· 작동 습도: 0% ~ 100% RH
· 작동 온도: -40 C ~ 60 C
· 스펙트럼 범위: 0.3 ~ 3μm
· 측정 범위: 0 ~ 1800W/m <sup>2</sup>
· 해상도: 1W/m <sup>2</sup>
· 응답 시간 <= 10S
· 비선형 <+-2%
· 연간 안정성 <+-2%
· 코사인 응답 <+-10%
· 라인 길이 60cm

- 토양 온·습도계 (토양 온도 습도 수분 전도도 EC PH 센서) : 토양 온도 및 습도 계측 센서는 토양 온도 및 습기, pH, 전도도 (EC), 측정이 가능한 장비로 토양 內 계측 센서 부의 내식성 확보가 가능하고, 진공 potting 및 완전한 방수가 가능한 제품으로 선정함.



그림 132 영농형 태양광 토양 온습도 센서 규격

표 84 토양 온습도 계측 센서 세부 규격 및 스펙

측정항목	측정 스펙
온도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 측정 범위: -40 °C-80 °C</li> <li>· 정확도: ± 5 °C (25 °C)</li> <li>· 장기 안정성: ≤ 0.1% °C/y</li> <li>· 응답 시간: ≤ 15s</li> </ul>
습도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 측정 범위: 0-100% RH</li> <li>· 정확도: 0-2% 이내 50%, 50-3% 이내 100%</li> <li>· 장기 안정성: ≤ 1% RH/y</li> <li>· 응답 시간: ≤ 4s</li> </ul>
전기 전도도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 측정 범위: 0-200000us/cm</li> <li>· 정확도: 0-10000 us/cm 범위는 ± 3%; 10000-20000 us/cm 범위는 ± 5%</li> <li>· 장기 안정성: ≤ 1% uS/cm</li> <li>· 응답 시간: ≤ 1s</li> </ul>
pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 측정 범위: 3-9 PH</li> <li>· 정확도: ± 0.3PH</li> <li>· 장기 안정성: ≤ 5%/년</li> <li>· 응답 시간: ≤ 10S</li> </ul>

- 기상관측기 : 구매할 기상관측기는 풍속, 풍량, 풍향, 기압, 대기 온·습도 등 계측과 이에 대한 데이터를 wifi 활용 송신이 가능한 제품으로 선정함.

표 85 기상관측기 주요 규격



구성	주요규격
센서부 	18.7x11.5x1.9cm
디스플레이 콘솔 	33x30x17cm

표 86 기상관측기 주요 세부 규격 및 스펙

측정항목	측정 스펙
대기 온도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 온도범위: -40 ~ 60 °C</li> <li>· 정확도: +/- 1 °C</li> <li>· 해상도: 0.1 °C</li> </ul>
대기 습도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 습도범위: 10% ~ 99%</li> <li>· 정확도: +/- 5%</li> </ul>
강우	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 부피: 0 - 6000mm</li> <li>· 해상도: 0.3mm (비의 경우 &lt;1000mm), 1mm (비의 경우 &gt; 1000mm)</li> <li>· 정확도: +/- 10%</li> </ul>
풍속	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 풍속: 0-50 미터/초 (0 ~ 100mph)</li> <li>· 정확도: +/-1 미터/초 (풍속 &lt;5 미터/초), +/-10% (풍속 &gt; 5 미터/초)</li> </ul>
풍향	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 풍향: 0 ~ 359 도</li> </ul>
조도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 라이트: 0-200k 럭스</li> <li>· 정확도: +/-15%</li> </ul>

- 데이터로거 : 일사량 및 환경계측센서와 실시간모니터링 시스템 간 통신이 가능한 아날로그 형식의 데이터로거임.

표 87 데이터로거 세부 스펙

기능	세부 스펙
아날로그 입력	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 입력유형: 4~20mA &lt;기본&gt;, 옵션: 0~20mA/0~5/1~5/0~10V</li> <li>· 정밀도: 0.1%, 16 비트</li> <li>· 재생률: 0.01m</li> </ul>
디지털 입력	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 신호레벨: 5-30VDC, 6mA @ 24VDC</li> <li>· 오프 신호 레벨: 0-3VDC</li> <li>· 보호: 광 커플러 절연, 2500V 번개 보호, 과전압, 과전류 보호</li> </ul>
시스템 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> <li>· CPU: 32 비트 ATMEL ARM, 72MHZ</li> <li>· OS: GCOS, 10ms 스케줄링 메커니즘</li> <li>· 전원: 7-35VDC @ 2W, 전원 역방향 보호, 절연 디자인</li> <li>· 설치: DIN 레일 장착 또는 나사 고정</li> <li>· 작업환경: -40°C ~85°C, 5%~95% RH (비 집광)</li> <li>· 보호: IP20</li> <li>· 위치 dock: 1.5m 가드</li> </ul>
시리즈 포트 모수	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 포트유형: 1RS485 &amp; 1RS232</li> <li>· 보호: DCDC 고립 디자인, 2500V 번개 보호, ESD, 과전압, 과전류 보호</li> <li>· 보드울: 1200~115200, 기본 9600</li> <li>· 패리티: 홀수</li> <li>· 시작 비트: 1 비트</li> <li>· 데이터 비트: 8 비트</li> <li>· Stopbits: 1 &amp; 2 비트</li> <li>· 프로토콜: MODBUS RTU</li> <li>· 기본: 9600.N.8.1, 슬레이브 id 1</li> </ul>
이더넷	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 포트유형: RJ45</li> <li>· 통신 프로토콜: MODBUS TCP, MODBUS UDP</li> <li>· 대역폭: 10M/100Mbps</li> <li>· IP: 192.168.1.75</li> <li>· 포트: 502</li> </ul>

(3) <공동기관 2> (사)한국영농형태양광협회

(가) 국내 영농형태양광 추진 현황조사 (정부사업 구축시스템 현황 조사)

□ 국내 영농형태양광 설치 현황

No	설치 년도	기관/업체명	설치지역	재배품목	규모	차광률	사용모듈
		시설투자/연구기관			KW	(%)	
1	2016	솔라팜(주)	충북 청주	벼	15.0	28.2	36셀(9*4)
2		솔라팜(주)	충북 청주	감자, 배추 외	15.0	28.2	36셀(9*4)
3		솔라팜(주)	충북 청주	인삼	25.0	57.0	72셀(12*6)
4	2017	남동발전	경남 고성	벼	50.0	28.0	32셀(8*4)
5		남동발전	경남 고성	벼	50.0	32.0	32셀(8*4)
6		한국수력원자력	경기 가평	벼	70.0		72셀(6*12)*4
7	2018	새마을운동중앙회	경기 성남	양파	70.0	31.6	36셀(12*3) 단면형
8		원광전력(산업부) /솔라팜(주)	충북 청주	감자, 배추 외	33.0	31.6	36셀(12*3) 단면형
9		원광전력(산업부) /솔라팜(주)	충북 청주	감자, 배추	33.0	40.0	36셀(12*3) 양면형
10		원광전력(산업부) /솔라팜(주)	충북 청주	감자, 배추	33.0	31.6	36셀(12*3) 투과형
11		원광전력(산업부) /전남농업기술원	전남 나주	배추,	33.0		36셀(4*9)
12		원광전력(산업부) /전남농업기술원	전남 나주	배추,	66.0		36셀(4*9)
13		원광전력(산업부) /전남농업기술원	전남 강진	수수, 옥수수	10.0		36셀(9*4)
14		남동발전(산업부) /남동발전	인천 영흥	포도	33.0		단면형
15		녹색에너지연구원 (농식품부)	전남 나주	배추,	10.0		36셀(12*3)
16		녹색에너지연구원 (농식품부)	전남 나주	배	10.0		36셀(9*4)
17		GS건설/경북대학교	경북 군위	벼	50.0	31.6, 50	36셀(12*3)
18		GS건설/경북대학교	경북 군위	콩	50.0		36셀(12*3)
19		GS건설/경북대학교	경북 군위	콩	15.0		36셀(12*3)
20		HS솔라(충북도)	충북 청주	벼	99.0		72셀(12*6)
21	파루	전남 순천	벼	99.0		72셀	
22	2019	국립식량과학원	전북 전주	벼	45.0	31.6	36셀(12*3) 단면형
23		국립식량과학원	전북 전주	벼	45.0	32.0	72셀
24		한국전력/전남농업 기술원	전남 나주	발작물	300.0		72셀(6*12), 모듈 3종, 단면, 투과, 더미
25		녹색에너지연구원 (농식품부)	전남 나주	배	10.0		36셀(12*3)
26		녹색에너지연구원 (산업부)	전남 나주	발작물			

27		녹색에너지연구원(산업부) /전남농업기술원	전남 보성	녹차	10.0		36셀(9*4)
28		남동발전	경남 거창	벼	99.0		32셀(8*4)
29		남동발전(산업부)	인천 영흥	포도	33.0		양면형
30		남동발전(산업부)	인천 영흥	포도	33.0		투과형
31		남동발전	경남 고성	벼	70.0		32셀(8*4)
32		남동발전	경남 하동	벼	99.0		32셀(8*4)
33		남동발전	경남 남해	벼	99.0		32셀(8*4)
34		남동발전	경남 함안	벼	99.0		32셀(8*4)
35		남동발전	경남 함양	벼	99.0		32셀(8*4)
36		한국수력원자력	전북 영광	옥수수(?)	99.0		72셀(6*12)*4
37		동서발전 /영남대학교	경북 경산	보리,대파	99.0		72셀(6*12)
38		동서발전	경기 파주	논	99.0		32셀(8*4)
39		동서발전	경기 파주	밭	99.0		32셀(8*4)
40		동서발전/당진화력	충남 당진	논	99.0		32셀(8*4)
41		개인 (보성농협조합장)	전남 보성	벼	99.0	31.6, 50	36셀(12*3)
42		개인	충북 청주	콩	99.0		72셀(12*6)
43	2020	국립식량과학원	전북 전주	벼	80.0		72셀(6*12)
44		국립식량과학원	전북 전주	벼	80.0		72셀
45		현대에너지솔루션 /솔라팜㈜	충북 청주	감자, 양파	17.0	31.6	36셀(12*3) 양면형
46		현대에너지솔루션 /솔라팜㈜	충북 청주	감자, 양파	17.0	31.6	36셀(12*3) 단면형
47		현대에너지솔루션 /솔라팜㈜	충북 청주	감자, 양파	17.0	31.6	36셀(3*12) 양면형 /동서방향
48		한국전력 /전남농업기술원	전남 나주	밭작물	99.0		72셀(6*12)
49		개인	충북 괴산	고구마,국화	99.0	31.6	36셀(12*3)
50		개인	전남 화순	토마토			72셀(12*6)-비닐하우스
51		농식품부실증사업/ 화성시농업기술센터	경기 화성	마늘,옥수수	48.8	31.9	36셀(12*3)
52		농식품부실증사업/ 파주시농업기술센터	경기 파주	양파, 콩	50.0	28.0	32셀(8*4)
53		농식품부실증사업/ 순천시농업기술센터	전남 순천	오이, 딸기, 토마 토	50.0	29.9	32셀(8*4)-비닐하우스
54		농식품부실증사업/ 제주서부농업기술센터	제주	마늘, 양파, 양배 추	40.0	30.0	
55		농식품부실증사업/ 녹색에너지연구원	전남 나주	배	16.0	29.7	72셀(6*12)
56		농식품부실증사업/ 녹색에너지연구원	전남 나주	포도	13.0	25.2	72셀(6*12)
57		농식품부실증사업/ 녹색에너지연구원	전남 보성	녹차	20.0	35.8	72셀(6*12)

58	2021	농식품부실증사업/ 강원 인제	강원 인제			
59		농식품부실증사업/ 충남 당진	충남 당진			
60		농식품부실증사업/ 경북 봉화	경북 봉화			
61		농식품부실증사업	경남 함양			
62		농식품부실증사업	경기 연천			
63		중부발전/전북대학교	전북 전주			
합계					3249.8	

□ 조사 대상 (플랫폼 1차 연결 대상)

◦ 플랫폼 구축 계획 (연구계획서 계획)

- 기존 사이트 활용 : 농림축산식품부 지원 기 구축 영농형 태양광 실증단지 활용
  - “한국형 태양광 이모작 (농업&태양광발전 병행) 스마트 영농 시스템 개발“과제 구축 영농형 태양광 시스템 4개소 (충북 오창 15kW 2개소/전남 나주 10kW 2개소) 활용
  - ”영농형 태양광 재배모델 실증지원사업“ 구축 영농형 태양광 시스템 5개소 (전남 일대 15kW급 5개소) 활용
- 신규 사이트 활용 : (협업과제 1-2) 신규 구축 영농형 태양광 시스템 활용
  - ‘21년도 농업에너지 자립형산업모델 기술개발사업 협업과제 1-2 신규 구축 영농형 태양광 시스템 3개소 플랫폼 구축

◦ 조사 대상 선정 (플랫폼 1차 연결 대상)

과제 구분	일련 번호	지역	규모 (kW)	재배작물	관리 기관
농식품부 영농형태양광 재배모델 실증지원사업 (2020년 5개소)	1	경기 화성	52	마늘,옥수수	화성시농업기술센터
	2	경기 파주	50	콩, 양파	파주시농업기술센터
	3	전남 순천	50	딸기,시금치	순천시농업기술센터
	4	전남 나주	16	배	녹색에너지연구원
	5	전남 나주	13	포도	녹색에너지연구원
	6	전남 보성	20	녹차	녹색에너지연구원
	7	제주	40	마늘,양파	제주서부농업기술센
농식품부 영농형태양광 재 배모델 실증지원사업 (2021년 5개소)	8	강원 인제	50	곰취,산마늘	인제군농업기술센터
	9	충남 당진	50	감자	당진시농업기술센터
	10	경북 봉화	50	천궁,지황	봉화약용작물연구소
	11	경기 연천	50	벼	연천군농업기술센터
	12	경남 함양	50	양파,감자	함양군농업기술센터

농촌진흥청 식량과학원	13	전북 전주	42	벼	식량과학원
	14	전북 전주	42	벼	식량과학원
	15	전북 전주	82	벼	식량과학원
	16	전북 전주	82	벼	식량과학원
산업부(에기평) 연구 과제	17	충북 청주	33	감자,배추	슬라팜
	18	충북 청주	33	감자,배추	슬라팜
	19	충북 청주	33	감자,배추	슬라팜
본 과제 1-2 설치, 총괄 운영	20	인천 영흥		포도	영남대
	21	전남 나주		포도	영남대
	22	경기 수원			영남대

□ 조사 내용

- 농지 및 구조물 사양
- 설치 센서 종류 및 사양

<p>1) 경기 화성</p> <p>○ 주관기관 : 경기도 화성시농업기술센터</p> <p>○ 농지 및 재배작물</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주소 : 경기도 화성시 장안면 독정리 1289-1, 1290</li> <li>- 규모 : 1,932㎡ [태양광 966(32.2*30m), 대조구 966]</li> <li>- 시설 형태 : 노지</li> <li>- 재배작물 : (동계)마늘 3개 품종, (하계) 옥수수 2개 품종</li> <li>- 필요 데이터 항목 :                      작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)</li> <li>- 생육환경 센서</li> </ul>				
시설·장비명	측정대상	측정범위	수량	비고
일사량센서	일조	0~1,200w/m <sup>2</sup> , 400~1,000nm	2	시범포1,외부1
온도센서	기온(氣溫)	-40~60℃	1	외부
	지온(地溫)	-30~70℃	2	시범포1,대조구1
습도센서	대기습도	0~100%RH	1	외부
	토양습도	0~100%RH	2	시범포1,대조구1
EC센서	토양EC	0~10ms/cm	2	"



○ 태양광발전소

- 준공일 ; 2021.3.5. 시공비 150백만원, 발전전기판매형태
- 태양광 모듈

구분	설비 용량 (kW)	셀 규격 (가로x세로, cell)	크기 (가로x세로, m)	형태	출력 (Wp)	수량 (매)	배치 면적 (㎡)	차광률 (%)	간격(m)		각도 조절 (도)
									직렬	병렬	
-	51.8	3X12	0.52X1.98	단면	185	280		29.8			가변형

- 지지대 등 구조물, 인버터·접속함

구조물					인버터·접속함			비고
기초 방식	기둥 형태	높이 (m)	간격(m)		설치 높이 (m)	지붕	하부	
			직렬	병렬				
스파이럴	원형	4	4.6	6.0	1.5	-	-	

2) 경기 파주

○ 주관기관 : 경기도 파주시농업기술센터

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 경기도 파주시 파평면 덕천리 482
- 규모 : 2,711㎡ [태양광 1,030㎡, 대조구 1,681㎡]
- 시설 형태 : 노지
- 재배작물 : 콩, 양파
- 필요 데이터 항목 :  
작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)
- 생육환경 센서 : 미설치

○ 태양광발전소

- 준공일 ; 2020.12.28. 시공비 150백만원, 발전전기판매형태
- 태양광 모듈

구분	설비 용량 (kW)	셀 규격 (가로x세로, cell)	크기 (가로x세로, m)	형태	출력 (Wp)	수량 (매)	배치 면적 (㎡)	차광률 (%)	간격(m)		각도 조절 (도)
									직렬	병렬	
-	49.6	4X8	0.68X1.348	단면	160	310	1,030	27.6			고정형

- 지지대 등 구조물, 인버터·접속함

구조물					인버터·접속함			비고
기초 방식	기둥 형태	높이 (m)	간격(m)		설치 높이 (m)	지붕	하부	
			직렬	병렬				
스파이럴	각관	45	5	5	1.5	-	-	

3) 전남 순천

○ 주관기관 : 전라남도 순천시농업기술센터

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 전남 순천시 승주읍 산학리 5-1
- 규모 : 906.3m<sup>2</sup> [태양광 ,대조구 ]
- 시설 형태 : 시설양액재배
- 재배작물 : 딸기, 시금치, 결구상추
- 필요 데이터 항목 :

작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)

- 생육환경 센서

측정항목 (단위)	태양광 모듈 하부 측정		
	측정센서 개수	측정센서 설치위치	측정주기
일사량 (W/m-2-s)	1개(외부),2개(하우스별 내부)-예정	200cm	5~10분 간격
기온(氣溫) (도)	3개(하우스별)	200cm	5~10분 간격
상대습도 (%)	3개(하우스별)	200cm	5~10분 간격
지온(地溫) (도)	-	-	-
토양수분 (%)	-	-	-
EC (dS/m-1)	1개(하우스별)-예정	-	1~3분 간격
PH (ph)	1개(하우스별)-예정	-	1~3분 간격
강수량 (mm)	1개	300cm	5~10분 간격
풍향 (8방위)	1개	300cm	5~10분 간격
풍속 (m/s)	1개	300cm	5~10분 간격
중금속 (ppm)	-	-	-
월별 발전량 (kWh)	1개	200cm	1일 간격
기타..			

○ 태양광발전소

- 준공일 ; 2021.2.12., 시공비 150백만원, 발전전기판매형태 요금상계거래
- 태양광 모듈

구분	설비 용량 (kW)	셀 규격 (가로×세로, cell)	크기 (가로×세로, m)	형태	출력 (Wp)	수량 (매)	배치 면적 (m <sup>2</sup> )	차광률 (%)	간격(m)		각도 조절 (도)
									직렬	병렬	
오이	17.92	4X8	0.68X1.34	단면	160	112		32.0			고정형
딸기	14.08	4X8	0.68X1.34	단면	160	88		29.9			고정형
토마 토	17.92	4X8	0.68X1.34	단면	160	112		32.0			고정형

- 지지대 등 구조물, 인버터·접속함

구조물			인버터·접속함			비고		
기초 방식	기둥 형태	높이 (m)	간격(m)		설치 높이 (m)			
			직렬	병렬				
콘크리트	H빔	7.9	4.5	11.4	2.0	-	-	

4) 전남 나주

○ 주관기관 : 녹색에너지연구원

○ 농지 및 재배작물

- 주소

· 배 : 전남 나주시 금천면 석전리 549-56

· 포도 : 전남 나주시 문평면 옥당리 697

· 녹차 : 전남 보성군 보성읍 봉산리 643

- 규모 : 태양광 기준 배 288m<sup>2</sup>, 포도 280m<sup>2</sup>, 녹차 275m<sup>2</sup>,

- 시설 형태 : 시설양액재배

- 재배작물 : 배(신화/창조), 포도(샤인머스켓), 녹차(보성 자생종)

- 필요 데이터 항목 :

작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비 (비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)

- 생육환경 센서 : 미설치

○ 태양광발전소

- 준공일 ; 2021.2. 시공비 150백만원, 발전전기판매형태 요금상계거래

- 태양광 모듈

구분	설비 용량 (kW)	셀 규격 (가로x세로, cell)	크기 (가로x세로, m)	형태	출력 (Wp)	수량 (매)	배치 면적 (m <sup>2</sup> )	차광률 (%)	간격(m)		각도 조절 (도)
									직렬	병렬	
배	16	6X12	2.08X1.03	단면	420	40	85.6	29.7	0.85	3.0	고정형
포도	13	6X12	2.08X1.03	단면	420	33	70.6	25.2	2.7	2.5	고정형
녹차	20	6X12	2.08X1.03	단면	420	46	98.5	35.8	5	2.7	고정형

- 지지대 등 구조물, 인버터·접속함

구조물			인버터·접속함					비고
기초 방식	기둥 형태	높이 (m)	간격(m)		설치 높이 (m)	지붕	하부	
			직렬	병렬				
콘크리트 (pvc 케이싱)	각판	265 (3496)	6	6	1.5	-	-	배
콘크리트 (pvc 케이싱)	각판	26	2.7	2.5	1.5	-	-	포도
콘크리트 (pvc 케이싱)	각판	25	5	5.5	1.5	-	-	녹차

5) 제주

○ 주관기관 : 제주시 서부농업기술센터

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 제주시 한림읍 금능리 350-9
- 규모 : 1,500m<sup>2</sup> [태양광 750m<sup>2</sup>, 대조구 750m<sup>2</sup>]
- 시설 형태 : 노지
- 재배작물 : 마늘(대사니), 양파(다까다마), 가을양배추(만청), 봄양배추(YR)
- 필요 데이터 항목 :

작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)

- 생육환경 센서 :

시설·장비명	측정대상	측정범위	수량
조도계	일조	0~200,000lux	1
최고최저온도계	기온(氣溫)	0~100℃	4

○ 태양광발전소

- 준공일 ; 2020.12.3. 시공비 150백만원, 발전전기판매형태
- 태양광 모듈

구분	설비 용량 (kW)	셀 규격 (가로x세로, cell)	크기 (가로x세로, m)	형태	출력 (Wp)	수량 (매)	배치 면적 (m <sup>2</sup> )	차광률 (%)	간격(m)		각도 조절 (도)
									직렬	병렬	
	40	6X12	2.08X1.03	단면	420	96		26.8			고정형

- 지지대 등 구조물, 인버터·접속함

구조물					인버터·접속함			비고
기초 방식	기둥 형태	높이 (m)	간격(m)		설치 높이 (m)	지붕	하부	
			직렬	병렬				
스파이럴	원형	4.7	5	5	1.8	-	-	배

6) 강원 인제

○ 주관기관 : 강원도 농업기술원 & 인제군농업기술센터

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 강원도 인제군 북면 월학리 383-3

- 규모 : 1,815m<sup>2</sup> [태양광 m<sup>2</sup>, 대조구 m<sup>2</sup>]

- 시설 형태 : 노지

- 재배작물 : 곰취, 산마늘

- 필요 데이터 항목 :

작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)

- 생육환경 센서 : 미설치

○ 태양광발전소

- 준공일 ; 공사중

7) 충남 당진

○ 주관기관 : 당진시농업기술센터

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 충남 당진시 석문면 삼화리 207-74

- 규모 : 990m<sup>2</sup> [태양광 m<sup>2</sup>, 대조구 m<sup>2</sup>]

- 시설 형태 : 노지

- 재배작물 : 감자

- 필요 데이터 항목 :

작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)

- 생육환경 센서 : 미설치

○ 태양광발전소

- 준공일 ; 공사중

8) 경북 봉화

○ 주관기관 : 경북 농업기술원 봉화약용작물연구소

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 경북 봉화군 봉성면 외삼리 15-7, 15-8

- 규모 : 1,200m<sup>2</sup> [태양광 m<sup>2</sup>, 대조구 m<sup>2</sup>]

- 시설 형태 : 노지

- 재배작물 : 약용작물 (천궁, 지황)

- 필요 데이터 항목 :  
작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)
- 생육환경 센서 : 미설치
  
- 태양광발전소
  - 준공일 ; 공사중

- 9) 경기 연천
- 주관기관 : 경기도 연천군농업기술센터
  
  - 농지 및 재배작물
    - 주소 : 경기도 연천군 전곡읍 1148, 1149
    - 규모 : 1,200㎡ [태양광 ㎡, 대조구 ㎡]
    - 시설 형태 : 노지
    - 재배작물 : 벼
    - 필요 데이터 항목 :  
작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)
    - 생육환경 센서 : 미설치
  
  - 태양광발전소
    - 준공일 ; 공사중

- 10) 경남 함양
- 주관기관 : 경남 함양군농업기술센터
  
  - 농지 및 재배작물
    - 주소 : 경남 함양군 함양읍 이은리 1339-99
    - 규모 : 2,000㎡ [태양광 ㎡, 대조구 ㎡]
    - 시설 형태 : 노지
    - 재배작물 : 양파, 감자
    - 필요 데이터 항목 :  
작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)
    - 생육환경 센서 : 미설치
  
  - 태양광발전소
    - 준공일 ; 공사중

11) 전북 전주

○ 주관기관 : 농촌진흥청 식량과학원

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 전북 완주군 이서면 혁신로 181
- 규모 : 태양광 기준 4,249m<sup>2</sup>
- 시설 형태 : 노지
- 재배작물 : 벼(현품)
- 필요 데이터 항목 :

작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)

- 생육환경 센서 : 일사량, 기온

○ 태양광발전소

- 1차 준공일 2019.5., 시공비 156백만원, 발전전기판매형태 발전없음
- 2차 준공일 2020.5., 시공비 368백만원, 발전전기판매형태 자체소비
- 태양광 모듈

구분	설비 용량 (kW)	셀 규격 (가로x세로, cell)	크기 (가로x세로, m)	형태	출력 (Wp)	수량 (매)	배치 면적 (m <sup>2</sup> )	차광률 (%)	간격(m)		각도 조절 (도)
									직렬	병렬	
1차	42	6X12	0.948X1.960	단면		124		33.4			추적형
	42	3X12	0.5X1.957	단면	160	240		31.7			가변형
2차	82	6X12	1.008X2.031	양면		180		30.2			추적형
	82	6X12	2.08X1.03	단면		200		30.2			가변형

- 지지대 등 구조물, 인버터·접속함

구분	구조물				인버터·접속함			비고	
	기초 방식	기둥 형태	높이 (m)	간격(m)		설치 높이 (m)	지붕		하부
				직렬	병렬				
1차	스파이럴	원형	4.985	17			-	-	추적형
	스파이럴	원형	3.855	4	6		-	-	가변형
2차	스파이럴	원형	4.985	17					추적형
	스파이럴	각판	60	6.5	10.5		-	-	가변형

12) 충북 청주

○ 주관기관 : 농업회사법인솔라팜 (과제 주관 : 원광전력)

○ 농지 및 재배작물

- 주소 : 충북 청주시 청원구 오창읍 탑리 187-1
- 규모 : 2,810m<sup>2</sup>
- 시설 형태 : 노지
- 재배작물 : 감자, 배추 등
- 필요 데이터 항목 :

작물명, 품종, 재배방법, 파종간격 및 파종량, 피복 방법, 재배일자 (파종, 수확), 시비(퇴비(비료)명, 시기, 총량), 병해충방제(소독제명, 방제대상 병해충, 시기, 방법), 생육(작물별 별도 항목, 재배작물 변경 감안), 수확량(작물별 별도 항목), 품질(작물별 별도 항목), 조사방법(작물별 별도 항목), 중금속 분석(토지, 작물)

- 생육환경 센서 :

측정항목 (단위)	태양광 모듈 하부 측정		
	측정센서 개수	측정센서 설치위치	측정주기
일사량 (W/m-2·s)	3	100cm	1분
기온(氣溫) (°C)	3	150cm	1분
상대습도 (%)	3	150cm	1분
지온(地溫) (도)	3	지중 15~30cm	1분
토양수분 (%)	3	지중 15~30cm	1분
EC (dS/m-1)	3	지중 15~30cm	1분
PH (ph)	-		
강수량 (mm)	1	300cm	1분
풍향 (8방위)	1	350cm	1분
풍속 (m/s)	1	350cm	1분

○ 태양광발전소

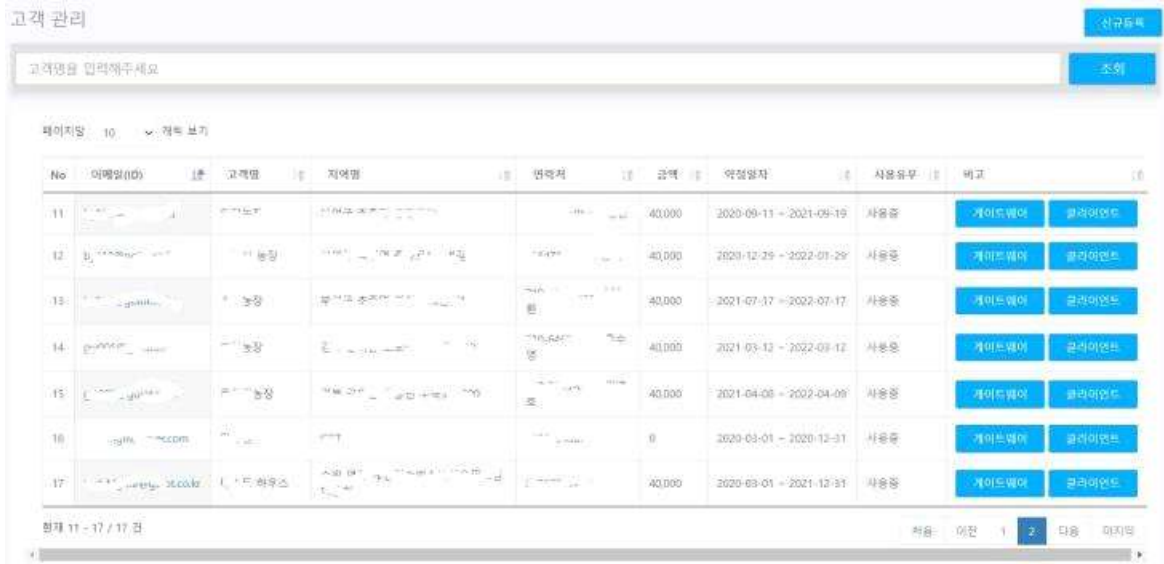
- 준공일 ; 2019.8.20. 시공비 300백만원, 발전전기판매형태 한전PPA계약
- 태양광 모듈과 구조물

태양광 모듈						구조물				인버터 높이 (m)
셀(모듈) 규격	모듈크기 (mm)	모듈 형태	모듈 수량 (개)	차광률 (%)	모듈각도 조절유형	기초 방식	기둥 형태	지주 높이 (m)	배치 간격 (m)	
3×12	1,459×510×30	일반형	186	30	고정가변형	스크류형	아연도각관	4.2	6×4	2
3×12	2,080×550×35	양면형	174		고정가변형					
3×12	1,459×510×30	투과형	186		고정가변형					



(나) 2차년 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영·관리 매뉴얼 작성 준비

- 일반 스마트팜 모니터링 플랫폼 사례 조사
  - 스마트팜 농장 고객 신규 등록 UI



- 스마트팜 농장 게이트웨이 관리(목록/등록) UI



게이트웨이 신규등록

이메일: 이메일을 입력해주세요

고객명: 고객명을 입력해주세요

국가번호: 국가번호를 입력해주세요

지역번호: 지역번호를 입력해주세요

게이트웨이 아이디: 게이트웨이 아이디를 입력해주세요

게이트웨이번호: 게이트웨이번호를 입력해주세요

SSID: SSID를 입력해주세요

SSID PWD: SSID PWD를 입력해주세요

frequency: 91500

ch/power: 23

chConfig: 0

제어번호: 제어 번호 스크립트를 입력해주세요

설명: 설명을 입력해주세요

사용여부:  Y  N

취소 저장

◦ 스마트팜 농장 클라이언트 장치관리 (목록/등록) UI

클라이언트 장치 관리

이메일을 입력해주세요

게이트웨이 아이디를 입력해주세요

페이지당 10 개씩 보기

No	이메일(클라이언트명)	클라이언트번호	센서/제어기	비고
161	test_Mgate@golot.co.kr(제어 9기)	082-031-002-006	송풍기 송풍기	삭제 모니터링 주소변경
162	test_Mgate@golot.co.kr(센서 10기)	082-031-003-009	CO <sub>2</sub> : 실내온도 CO <sub>2</sub> : 실내온도	삭제 모니터링 주소변경
163	test_Mgate@golot.co.kr(제어 10기)	082-031-002-010	송풍기 송풍기	삭제 모니터링 주소변경
164	test_Mgate@golot.co.kr(센서 11기)	082-031-003-001	CO <sub>2</sub> : 실내온도 CO <sub>2</sub> : 실내온도	삭제 모니터링 주소변경
165	test_Mgate@golot.co.kr(제어 11기)	082-031-003-002	송풍기 송풍기	삭제 모니터링 주소변경
166	test_Mgate@golot.co.kr(센서 12기)	082-031-003-003		삭제 모니터링 주소변경

페이지 161 - 166 / 166 건

처음 이전 1 ... 13 14 15 16 17 다음 마지막

클라이언트 신규 등록

이메일: 이메일을 입력해주세요

고객명: 고객명을 입력해주세요

국가번호: 국가번호를 입력해주세요

지역번호: 지역번호를 입력해주세요

게이트웨이 아이디: 게이트웨이 아이디를 입력해주세요

클라이언트번호: 클라이언트번호를 입력해주세요

클라이언트명: 클라이언트명을 입력해주세요

센서부/제어기:  센서부(Y)  제어부(N)

설치위치: 설치위치를 입력해주세요

설명: 설명을 입력해주세요

사용여부:  Y  N

센서

추가

No	센서명	변수명	설치위치	보정계수	제어유무	사용유무
데이터가 존재하지 않습니다.						

취소 저장



◦ 스마트팜 농장 제어기 관리 UI

제어기 관리 신규등록

제어명을 입력해주세요 조회

페이지당 10 개씩 보기

No	제어기명	변수명	제어기종류	최소값	최대값	표시채널	등록일자	사용유무
1	습윤기	C1	Digital	0	1	Logic	2019-08-31	사용중
2	제어기	C2	Digital	0	1	Logic	2019-09-01	사용중

페이지 1 - 2 / 2 건 처음 이전 1 다음 마지막

제어기 신규등록 X

**제어기명** 제어기명을 입력해주세요

**변수명** 변수명을 입력해주세요

**제어기구분** 그래프출력

**최소값** 최소값을 입력해주세요 **최대값** 최대값을 입력해주세요

+ -

값	라벨	사용유무
데이터가 존재하지 않습니다.		

데이터 없음

**표시단위** 표시단위를 입력해주세요 **증감** 증감을 입력해주세요

**설명** 설명을 입력해주세요

**사용여부**  Y  N

취소 저장

□ 관련 자료 조사

- 스마트팜을 위한 클라우드 플랫폼

이명훈<sup>1</sup>, 이세용<sup>2</sup>, 김준용<sup>3</sup>, 여현<sup>§</sup>  
<sup>1,§</sup> 순천대학교, <sup>2</sup> 한국시설원예ICT융복합협동조합, <sup>3</sup> 서울대학교

스마트팜은 현재 농업 환경 모니터링 분야에서 각광받고 있다. 무선 원격 시스템의 사용으로 스마트팜의 응용 프로그램들은 농민이 어디에 있던지 생장 정보를 제공할 수 있다. 부재 중에서도 모바일 폰을 사용하여 도표화된 정보를 얻을 수 있다. 우리는 클라우드 플랫폼 기술을 기반으로 스마트팜을 관리, 운영하는 데 있어 필요한 시스템 및 서비스의 기술적 요구 사항과 구성 내용을 설계한다. 클라우드 플랫폼은 스마트팜을 모니터링, 제어, 관리 및 운영하기 위한 클라우드 기술의 요구사항을 기술하고 있으며, 특히, 클라우드 플랫폼 기반 스마트팜 시스템 및 서비스는 3가지 인터페이스와 3가지 서비스로 구성되어 있다. 또한, 클라우드 플랫폼을 활용한 스마트팜은 재배작목, 농장의 규모, 시설형태 등에 따라 다양한 방식으로 구축, 운영 될 수 있으며, 이에 따라 다양한 유형이 존재한다. 이를 통하여 오픈 (개방/표준) 클라우드 플랫폼의 중요성에 대해 산업계의 관심을 고조시키고 농업에서의 스마트팜의 활성화에 기여할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT 이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.R7117-16-0154,스마트팜 확산을 위한 클라우드 기반 스마트베드 시스템 및 Farm-As-A-Service 기술 개발)

세부 내용은 첨부 1. 참조

- Analysis of Environmental Stress Factors Using an Artificial Growth System and Plant Fitness Optimization, Meonghun Lee, Hyun Yoe

Hindawi Publishing Corporation  
 BioMed Research International  
 Volume 2015, Article ID 292543, 6 pages  
<http://dx.doi.org/10.1155/2015/292543>

*Research Article*

**Analysis of Environmental Stress Factors Using an Artificial Growth System and Plant Fitness Optimization**

**Meonghun Lee and Hyun Yoe**

*Department of Information and Communication Engineering, Suncheon National University, Jeonnam 540-950, Republic of Korea*

Correspondence should be addressed to Hyun Yoe; [yhyun@suncheon.ac.kr](mailto:yhyun@suncheon.ac.kr)

Received 22 August 2014; Revised 4 November 2014; Accepted 13 November 2014

Academic Editor: Juan E. De Paz

Copyright © 2015 M. Lee and H. Yoe. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

The environment promotes evolution. Evolutionary processes represent environmental adaptations over long time scales; evolution of crop genomes is not inducible within the relatively short time span of a human generation. Extreme environmental conditions can accelerate evolution, but such conditions are often stress inducing and disruptive. Artificial growth systems can be used to induce and select genomic variation by changing external environmental conditions, thus, accelerating evolution. By using cloud computing and big-data analysis, we analyzed environmental stress factors for *Pleurotus ostreatus* by assessing, evaluating, and predicting information of the growth environment. Through the indexing of environmental stress, the growth environment can be precisely controlled and developed into a technology for improving crop quality and production.

세부 내용은 첨부 2. 참조

- An e-government service as PaaS application to serve Switzerland's municipalities, Daniel Müller, Funk Te, Irena pletikosa Cvijikj

## An e-government service as PaaS application to serve Switzerland's municipalities

Daniel Müller, Funk Te, Irena Pletikosa Cvijikj  
Department of Management, Technology and Economics  
ETH Zurich  
Zurich, Switzerland  
{danielmuller, fte, ipletikosa}@ethz.ch

**Abstract**—Municipalities seek a Service Oriented Architecture (SOA) that allows the integration and interoperability of e-governmental services with their own IT systems. Municipalities benefit from computational insights such as the quantification of the municipalities' business landscape. This enables them to calculate the number of businesses they need to attract in a sector and in which ones they are positioned at or above average. We refer to this variable as *market saturation*. To the best of our knowledge nobody has yet tried to evaluate or build a platform independent service which allows municipalities to answer this question. We provide a solution to this problem and suggest a Platform-as-a-Service (PaaS) architecture, which can assess the number of suitable businesses for a municipality. We calculate these numbers by applying a LASSO regression and are able to predict the amount of businesses with a high degree of precision. Based on our previous findings about the non-linear distribution of businesses in municipalities, we believe we can thus model the number of businesses in Switzerland's municipalities and found a way to distribute this knowledge through a hybrid IT architecture.

**Keywords** – Software Architecture, Partial Interoperability, Service Oriented Architecture (SOA), municipality service, e-government, PaaS, market saturation prediction

Due to the fragmented information systems landscape of municipalities and related stakeholders, the integration of such a business application is a challenging task. Bolstered by the rising demand for a Service Oriented Architecture (SOA), a hybrid configuration of IT systems including *Platform as a Service* (PaaS) components, offers potential to achieve this task [3]. Reflecting the increasing popularity of PaaS systems among industry companies, the suggested approach is promising since all associated stakeholders can develop, run, and manage their Web applications on top of a PaaS system [3], without the need to understand and maintain the machine learning components the systems is build upon. Therefore, a PaaS system is suitable to distribute knowledge about the composition of businesses sectors.

Further, the architectural integration of an e-government service within their own systems enables the stakeholders to comply with the separation of data legislatives [4]. No data of the stakeholders using the service are leaving e.g. the governmental premises, which is required by local law for some applications. This way, developers working for governmental bodies can also benefit from the service without the need to implement and train the base computation logic in their systems.

Our paper makes the following contributions: 1) we elaborate on the challenges of integration and interoperability

세부 내용은 첨부 3. 참조

- 빅데이터 기술을 활용한 스마트팜 단계별 분석

이명훈, 여현




한국통신학회 2015년 하계종합학술발표회

### 빅데이터 기술을 활용한 스마트 팜 단계별 분석

이명훈, 여현\*  
국립순천대학교  
{lcmh777, \*yhyun}@suncheon.ac.kr

### Phased Analysis of Smart Farm using Big Data Technologies

Meonghun Lee, Hyun Yoe\*  
Dept. of Information and Communications Engineering, Suncheon National University

요약

스마트 시티 범주의 하나인 스마트 팜은 환경과 작물의 생육을 자동으로 측정·분석하고, 빅데이터를 토대로 최적 환경을 제어 하고 식량화해 생육을 원격 관리하는 농업과 정보통신이 결합한 다학제간 결합 방식이다. 스마트 팜에서의 빅데이터 기반 의사결정 지원 시스템은 작물 생육의 밀접한 관계가 있어, 원시 데이터를 수집하기보다는 실제적인 정보를 확보하는 것이 중요하다. 스마트 팜은 농산물의 생산단계부터 판매단계까지 각 단계의 정보를 소비자에게 제공함으로써, 소비자에게는 농산물에 대한 정보를 미리 공개하여 안심하고 구입할 수 있도록 하고, 생산 및 유통 전 단계의 정보를 공개한다. 생산자에게는 농산물 생산에 영향을 미치는 토양, 생육, 기후 등의 변이 정보를 분석하여 그 정보를 바탕으로 한 의사결정기 적정 출하 등 영농 정보를 제공함으로써, 경영능력이 가능하게 한다. 본 논문에서는 최근 주목되고 있는 빅데이터 처리 기술을 활용한 스마트 팜의 효율적인 보안 방안을 제시하고, 의사결정 지원 시스템의 활용방안에 대해 기술하였다.

세부 내용은 첨부 4. 참조

○ 유비쿼터스 농업에서의 온실 환경 통합관리 시스템

이명훈, 신창선, 조용윤, 여현

# 유비쿼터스 농업에서의 온실 환경 통합관리 시스템

순천대학교 | 이명훈\* · 신창선\*\* · 조용윤\*\* · 여현\*\*

## 1. 서론

최근 정보통신 기술의 혁신으로 산업간 융합이 가속화되면서 IT와 전통산업 간의 융합기술이 새로운 화두로 부상하고 있다.

특히 전통산업인 농업 분야에 u-IT 기술을 적용함으로써 융복합기술이 노동집약적인 농업의 부가가치와 생산성을 높일 수 있는 원천기술로 자리매김하고 있다[1].

또한 재배환경 관리 및 제어 부분에 유비쿼터스 관련 신기술을 구축함으로써 농산물의 최적 생산 환경을 구현하고, 노동력 절감과 친환경 작물과 같은 품질 고급화를 이루고 있다.

더 나아가 농산물의 물류 및 유통 관리의 효율성·투명성을 제고시키는 이력정보 제공 등으로 소비자의 신뢰를 얻을 수 있다.

이러한 유비쿼터스 농업 환경을 성공적으로 구축하기 위해서는 센서노드 H/W, 센서노드 미들웨어 플랫폼, 라우팅 프로토콜, 농업환경 응용 서비스 등 농업에 최적화된 u-IT 핵심기술 개발이 반드시 필요하다.

그러나 다양한 산업분야에서 미들웨어 플랫폼이나 응용 서비스가 연구되고 있지만 농업 환경에 초점을

## 2. 농업환경에 적용된 모니터링 시스템

### 2.1 미국: 포도원 재배환경 모니터링 시스템

Intel Research Berkeley Lab.[3]에서는 미국 오레곤 주 포도농장에 품질 좋은 와인을 생산하기 위해 생장환경 요소들을 측정하는 모니터링 시스템을 구축하였다[4].

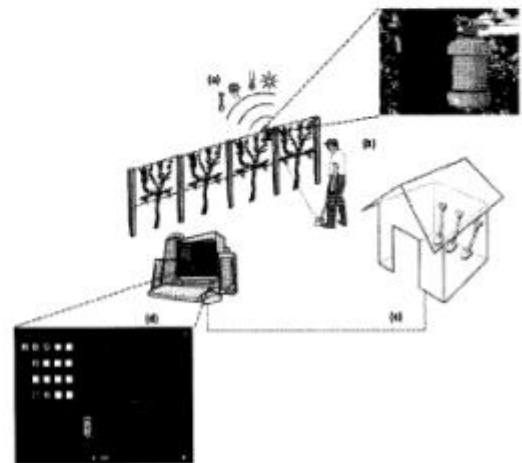


그림 1 포도원 재배환경 모니터링 시스템

세부 내용은 첨부 5. 참조

(다) 영농형 태양광 대상 작물 생육 모니터링 및 플랫폼 운용 기술 도출

□ 작물 생육 모니터링

◦ 벼

- 생육 및 특성 조사 항목 (농업과학기술 연구조사분석기준 (2012, 농촌진흥청))

항목	조사기준	방법	규모	단위																																																						
1. 발아시	처음으로 발아한 날	관찰	전구 또는 100립	월.일.																																																						
2. 발아기	전체립 중 40%가 발아한 날	"	"	"																																																						
3. 발아전	전체립 중 80%가 발아한 날	"	"	"																																																						
4. 발아세 및 발아율	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">작물별</th> <th rowspan="2">치상 온도 (℃)</th> <th colspan="2">치상 후 조사일</th> </tr> <tr> <th>발아세 (일)</th> <th>발아율 (일)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>벼</td> <td>25</td> <td>5</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>밀</td> <td>20</td> <td>4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>보리, 호밀</td> <td>20</td> <td>4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>백주보리</td> <td>20</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>옥수수</td> <td>25</td> <td>4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>조, 기장, 수수</td> <td>25</td> <td>4</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>콩</td> <td>25</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>팥</td> <td>25</td> <td>4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>녹두</td> <td>25</td> <td>3</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>땅콩</td> <td>25</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>참깨, 들깨</td> <td>25</td> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>유채</td> <td>25</td> <td>5</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>	작물별	치상 온도 (℃)	치상 후 조사일		발아세 (일)	발아율 (일)	벼	25	5	14	밀	20	4	8	보리, 호밀	20	4	7	백주보리	20	3	5	옥수수	25	4	7	조, 기장, 수수	25	4	10	콩	25	5	8	팥	25	4	7	녹두	25	3	7	땅콩	25	5	10	참깨, 들깨	25	3	6	유채	25	5	14	산출	"	%
	작물별			치상 온도 (℃)	치상 후 조사일																																																					
		발아세 (일)	발아율 (일)																																																							
	벼	25	5	14																																																						
	밀	20	4	8																																																						
	보리, 호밀	20	4	7																																																						
	백주보리	20	3	5																																																						
	옥수수	25	4	7																																																						
	조, 기장, 수수	25	4	10																																																						
	콩	25	5	8																																																						
	팥	25	4	7																																																						
	녹두	25	3	7																																																						
	땅콩	25	5	10																																																						
참깨, 들깨	25	3	6																																																							
유채	25	5	14																																																							
	(발아립수 ÷ 총 시험립수) × 100																																																									
	* 온도는 함온																																																									
5. 발아정도	1: 양(발아율 80% 이상) 5: 중(발아율 60~79%) 9: 불량(발아율 59% 이하)	관찰	전구 또는 100립																																																							
6. 출아시	처음 지표면 위로 출아한 날	"	"	월.일.																																																						
7. 출아기	총립수의 40%가 지표면 위로 출아한 날	"	"	"																																																						
8. 출아전	총립수의 80%가 지표면 위로 출아한 날	"	"	"																																																						
9. 출아율	(출아립수 ÷ 총 파종립수) × 100	산출	100 립	%																																																						
10. 출아정도 (육묘)	1: 양(출아율 80% 이상) 5: 중(출아율 60~79%) 9: 불량(출아율 59% 이하)	관찰	전구 또는 100립																																																							
11. 출아일수	파종당일부터 출아가 끝나는 날까지의 일수	산출	100립	일																																																						



항목	조사기준	방법	규모	단위
12. 평균 출아일수	$\frac{(\text{파종 후 일자} \times \text{당일 출아립수})}{\text{총 출아립수}}$	산출	100립	일
13. 출아계수	출아율 ÷ 평균 출아일수	"	"	
14. 입모율	(입모수 ÷ 총 파종립수) × 100	"	"	%
15. 출수시	육성계통: 1구에서 처음으로 출수한 날 품종: 1구에서 총경수의 10%가 출수한 날	관찰	전구	월.일.
16. 출수기	총경수의 40%가 출수한 날	"	"	"
17. 출수전 (수전기)	총경수의 80%가 출수한 날	"	"	"
18. 수전일수	출수시부터 출수전까지의 일수	"	"	일
19. 출수일수	파종일부터 출수기까지의 일수	"	"	"
20. 성숙기	대부분의 이삭이 황화한 날	"	"	월.일.
21. 성숙일수	출수기부터 성숙기까지의 일수	산출	"	일
22. 생육일수	파종일부터 성숙기까지의 일수	"	"	"
23. 초장	지면에서 최장엽 선단까지의 길이 (맥류: 월동중 고엽이 생겼을 경우는 지면 에서 고엽을 제외한 최장생엽의 길이)	측정	20주	cm
24. 줄기수(경수)	줄기의 총수 - 벼: 2엽 이상 전개한 것 - 맥류: 얼자의 전엽으로부터 엽신이 1cm 이상 자란 것	"	이양: 20주 직파: 0.25m <sup>2</sup> 전작: 0.2m <sup>2</sup> 답리작: 0.36m <sup>2</sup>	개
25. 간장	지면에서 이삭목까지의 길이(최장간)	"	20주	cm
26. 이삭길이	이삭목에서 이삭끝까지의 길이(까락은 제외)	"	20주	"
27. 이삭수	1주 또는 단위 면적당 총 이삭수	"	이양: 20주 직파: 0.25m <sup>2</sup>	개
28. 절간장	1주내 최장간 각절의 절간 길이	"	"	cm
29. 마디수(절수)	제1절(이삭목)에서 끝절까지 마디수	"	이양: 20주 직파: 0.25m <sup>2</sup>	개
30. 유효경비율	(이삭수 ÷ 최고분얼수) × 100	"	"	%

- 실제 조사 내용 사례 (연구과제 3과제 농업회사법인 솔라팜 자료 참조)

· 조사방법

- 1) 재식밀도 : 70, 50주/3.3m<sup>2</sup>
- 2) 처리구, 대조구의 각 재식밀도당 6개씩 3반복 조사
- 3) 조사 내용 : 초장(cm), 분얼경수

· 생육특성

- 1) 유효분얼 한계기 (6/20일 전후)
- 2) 최고분얼기: 유효분얼, 무효분얼 (7/5일 전후)
- 3) 수잉기 (7/20일 전후)
- 4) 출수기 (7/30~8/15일)
- 5) 성숙기 (10/5~15일)
- 6) 수확 후 수량조사

· 조사결과 예

표 115 벼의 생육 및 수량 특성 예

처리	초장 (cm)	간장 (cm)	수장 (cm)	이삭수 /3.3m <sup>2</sup>	수당립수	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (kg/10a)
대조구50	96.1ab <sup>z</sup>	77.3b	18.6a	278.7a	119.8a	85.0a	25.7a	715.1a
대조구70	93.7b	77.6b	19.5a	283.0a	114.6a	83.0ab	24.7ab	644.6b
처리구50	102.0a	85.0a	19.3a	259.3b	116.5a	82.4ab	24.0b	558.1c
처리구70	103.3a	85.0a	18.1a	254.0b	111.0a	80.6b	23.6b	550.0c
Pr>F	*y	**	NS	*	NS	NS	NS	**
LSD	7.6385	5.6411	2.6377	50.574	63.28	3.964	2.5304	13.827

<sup>z</sup>Means with the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT.  
<sup>y</sup>NS, \*, \*\*, Nonsignificant and significant at p=0.05, 0.01, respectively.

· 병해충 발생조사


- 1) 모니터링 시기: 6~10월
- 2) 병: 잎도열병, 잎집무늬마름병, 흰잎마름병, 이삭도열병 등
- 3) 충: 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구, 흑명나방, 이화명나방, 노린재류 등

## ◦ 감자

- 생육 및 특성 조사 항목 (농업과학기술 연구조사분석기준 (2012, 농촌진흥청))

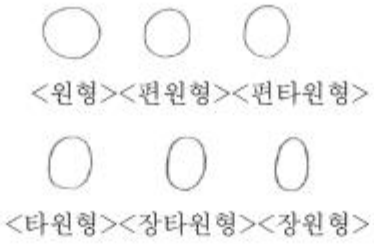
## 23.1.1.1 지상부

항목	조사기준	방법	규모	단위
1. 출현시	처음으로 출현한 날	관찰	전구	월.일.
2. 출현기	40~50% 출현한 날	"	"	"
3. 출현전	약 80% 출현한 날	"	"	"
4. 출현정도	3: 불량(69% 이하 출현) 5: 중간(70~89% 출현) 7: 양호(90% 이상 출현)	"	"	
5. 출현상태	3: 균일            5: 중간            7: 불균일	"	"	
6. 출현율	(출현주수 + 파종주수) × 100	"	"	%
7. 출현소요일수	출현시부터 출현전까지 소요 일수	산출	"	일
8. 초장	주경의 지면에서 최상단까지 길이(개화기)	측정	30주	cm
9. 경장	주경의 지면에서 최상단절 끝까지 길이(개화기)	"	"	"
10. 경수	씨감자에서 직접 나온 줄기 수	"	"	개
11. 측지수	주경으로부터 분지한 가지의 수	"	"	"
12. 착뢰기	전체 주에서 약 40~50% 꽃눈이 착생한 날	관찰	전구	월.일.
13. 개화시	전체 주에서 처음으로 개화한 날	"	"	"
14. 개화기	약 40~50% 개화한 날	"	"	"
15. 개화종기	화관의 대부분이 탈락한 날	"	"	"
16. 괴경형성기	복지의 선단이 비대하기 시작한 날	"	"	"
17. 괴경비대기	복지 선단에 형성된 괴경의 직경이 25mm정도 되었을 때	"	"	"
16. 황엽기	전체 경엽의 50% 이상이 황변 된 날	"	"	"

항목	조사기준	방법	규모	단위
26. 잎의 녹색 정도	3: 연하다      5: 중간      7: 진하다	관찰	전구	
27. 잎자루 윗면 안토시아닌 착색정도	1: 없거나 매우 연하다    3: 연하다    5: 중간 7: 진하다                    9: 매우 진하다	"	"	
28. 제2측소엽의 크기	개화기 주경 중간부분의 성숙한 앞에서 제2측소엽을 채취하여 길이와 폭을 측정	측정	30엽	mm
29. 제2측소엽의 길이에 대한 너비의 비율	 3: 좁다      5: 중간      7: 넓다	관찰	전구	
30. 정단소엽과 측소엽 병합의 빈도	1: 없거나 매우 낮다    3: 낮다    5: 중간 7: 높다                    9: 매우 높다	"	"	
31. 소엽 가장자리 물결모양	1: 없거나 매우 약하다    3: 약하다    5: 중간 7: 심하다                    9: 매우 심하다	"	"	
32. 소엽 엽맥의 깊이	3: 얇다              5: 중간              7: 깊다	"	"	
33. 소엽 정부 어린 엽신에서의 안토시아닌 착색유무	1: 없다              9: 있다	"	"	
34. 소엽 윗부분의 광택 정도	3: 약하다              5: 중간              7: 강하다	"	"	
35. 2차소엽의 발생정도	3: 약하다              5: 중간              7: 강하다	"	"	
36. 화서의 크기	개화기 화서의 길이	"	30주	cm
37. 꽃의 수	개화기 포기당 전체 꽃의 수를 개체별 조사	측정	"	개

항목	조사기준	방법	규모	단위
38. 꽃눈의 안토시아닌 착색정도	1: 없거나 매우 연하다 3: 연하다 5: 중간 7: 진하다 9: 매우 진하다	측정	전구	
39. 화관 크기	개화기 대표적인 화서의 활짝 핀 꽃의 화관 크기를 조사	"	30개	mm
40. 꽃 안쪽 부분의 안토시아닌 착색 정도	1: 없거나 매우 연하다 3: 연하다 5: 중간 7: 진하다 9: 매우 진하다	관찰	전구	
41. 꽃 안쪽 부분의 안토시아닌 색상의 청색 비율	1: 없거나 낮다 2: 중간 3: 높다	"	"	
42. 꽃 안쪽 부분의 안토시아닌 착색 범위	1: 없거나 매우 작다 3: 작다 5: 중간 7: 크다 9: 매우 크다	"	"	
43. 화경의 안토시아닌 착색 정도	1: 없거나 매우 연하다 3: 연하다 5: 중간 7: 진하다 9: 매우 진하다	"	"	

## 23.1.1.2 지하부

항목	조사기준	방법	규모	단위
1. 괴경 모양	1: 원형( $\leq 109$ ) 2: 편원형(110~129) 3: 편타원형(130~149) 4: 타원형(150~169) 5: 장타원형(170~199) 6: 장원형( $\geq 200$ ) (80~150g 크기의 대표적인 괴경의 길이와 폭을 측정하여 계산)   <원형><편원형><편타원형>  <타원형><장타원형><장원형>	측정 계산	30개	

항목	조사기준	방법	규모	단위
2. 피경 크기	1: 과대서(251g≤)    2: 특대서(151~250g) 3: 대서(81~150g)    4: 중서(51~80g) 5: 소서(31~50g)    6: 설서(30g≥)	측정	전구	
3. 피경 표피의 색깔	1: 연한 베이지 2: 황색 3: 적색 4: 부분적인 적색 5: 자색 6: 부분적인 자색 7: 적색을 띤 갈색	관찰	"	
4. 피경 표피의 매끄러운 정도	3: 매끄럽다    5: 중간    7: 거친다	"	"	
5. 피경 육색	1: 백색    2: 유백색    3: 담황색 4: 황색    5: 농황색    6: 적색 7: 부분적인 적색    8: 자색    9: 부분적인 자색	"	"	
6. 피경 눈의 다소	3: 적다    5: 중간    7: 많다	"	"	
7. 피경 눈 깊이	1: 매우 얇다 3: 얇다 5: 중간 7: 깊다 9: 매우 깊다	"	"	
8. 피경 눈 기부의 색깔	1: 백색    2: 황색    3: 적색    4: 청색	"	"	
9. 휴면기간	3: 짧다 (60일 이하) 5: 중간 (60~90일) 7: 길다 (90일 이상)	측정	"	
10. 취약성	3: 약하다    5: 중간    7: 강하다	관찰	"	
11. 복지 길이	3: 짧다(5cm 미만) 5: 중간(5~9cm) 7: 길다(9cm 초과)	측정	"	
12. 복지 탈리성	3: 불량    5: 중간    7: 양호	관찰	"	

- 실제 조사 내용 사례 (연구과제 3과제 농업회사법인 솔라팜 자료 참조)

· 조사방법

- 1) 처리구와 대조구 비교
- 2) 처리구, 대조구의 각 재식밀도당 10개씩 3반복 조사

· 생육특성

- 1) 출현율(%) 조사
- 2) 초 장: (파종 후 30일, 50일) 2회 조사
- 3) 줄 기 수: (파종 후 30일, 50일) 2회 조사
- 4) 수 확 시: 생육특성 조사
- 5) 수량조사: 비상품성 50mm 이하(소 무게, 개수), 상품성 50~64mm(중 무게, 개수), 특대 64mm 이상(대 무게, 개수)

표 119. 감자 생육특성 조사 항목

No	항목	조사기준	단위	횟수(시기)
1	출현 소요일수	처음으로 지상부 출현한날부터 약 80% 출현 한날까지 소요일수		
2	초장	주경의 지면에서 최상단까지 길이	cm	1회(개화기)
3	경장	주경의 지면에서 최상단절 끝까지 길이	cm	1회(개화기)
4	경수	씨감자에서 직접 나온 줄기수	cm	
5	측지수	주경으로부터 분지한 가지의 수	cm	
6	개화기	약 40~50% 개화한날	월일	
7	괴경비대기	복지 선단에 형성된 괴경의 직경이 25MM정 도 되었을때	월일	
8	성숙기	전 개체의 90% 이상이 황엽되었을 때	월일	
9	괴경크기	과대서(251g≤) 2. 특대서(151~250g) 3. 대서(81~150g) 4. 중서(51~80g) 5. 소서(31~50g) 6. 설서(30g≥)		

· 조사결과 예

**표 121. 감자의 생육 및 수량 특성 예 (2019, 충북 오창, 슬라팜)**

구분	초장 (cm)	줄기수	경직경 (mm)	포기당 괴경수		포기당 괴경중 (g)			생체중 (g/plant)		상품성 수량 (kg/10a)	수량 (kg/10a)
				상품성	비상품성	상품성	비상품성	괴경수	지상부	괴경		
대조구	53.87a <sup>y</sup>	14.54a	11.48a	3.00a	2.56a	391.13a	99.48a	5.56a	333.80a	530.37a	2117.39	2,725.2a
처리구	54.97a	16.61a	11.39a	3.54a	1.54a	347.10a	100.21a	5.08a	339.62a	519.30b	2067.22	2,482.6a
Pr>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD	6.75	3.13	2.31	0.43	4.47	120.87	72.21/	4.53	57.06	50.69	252.8	302.46

<sup>z</sup>: Significant at p = 0.05, 0.01 respectively; ns: non-significant at 0.05 probability level  
<sup>y</sup>: Means with the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

□ 플랫폼 운용 기술

◦ 측정항목

- 일사량, 온도, 습도, 지온, 토양수분, 강수량, 풍속, 이산화탄소
- 작물 사진

◦ 측정방법

- 해당지역의 년차별 기상데이터
- 센서로부터의 데이터
- 카메라 또는 CCTV로부터의 사진 또는 동영상

◦ 센서 사양

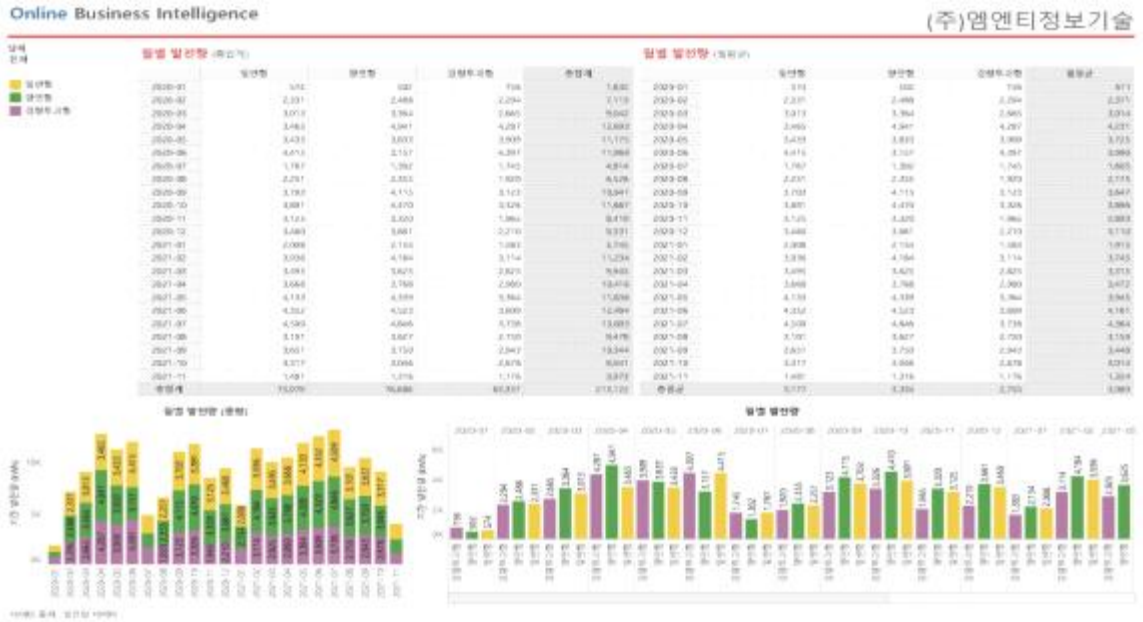
- 일사량 센서
  - 측정범위 : 0~1,250W/m<sup>2</sup>
  - 정밀도 : ±5%
  - 응답속도 : 1ms 이내
  - 스펙트럼 범위 : 360~1120nm
  - 전선길이 : 기본 5m



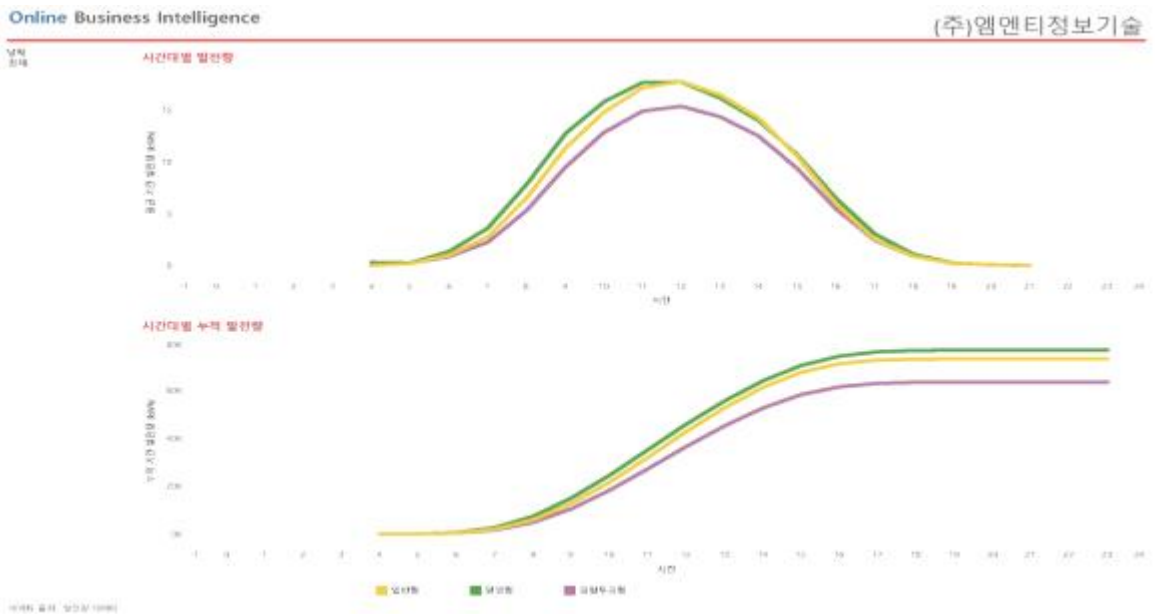
- 온습도 센서
  - 측정범위 :  $-40 \sim 120^{\circ}\text{C}$  /  $0 \sim 100\%$  RH
  - 응답속도 : <5초(온도) / <8초(상대습도)
  - 정밀도 :  $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ (온도) /  $\pm 3\%$  (상대습도)
  
- 토양센서 (지온, 토양수분)
  - 측정범위 :  $-40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ (지온),  $0 \sim 100\%$ (토양수분)
  - 정밀도 :  $\pm 1\%$ (지온),  $\pm 3\%$ (토양수분)
  - 크 기 :  $100(\text{L}) \times 32(\text{W}) \times 7(\text{D})$  (mm)
  - 전선길이 : 5m
  
- CO<sub>2</sub> (이산화탄소)
  - 측정범위 :  $400 \sim 10,000$ ppm
  - 응답속도 : 2분 이내
  - 정밀도 :  $\pm 70$ ppm  $\pm 3\%$  Reading
  - 측정방식 : NDIR
  
- 강수량 :  $0.0 \sim 999.8$ mm
  
- 풍향 :  $0 \sim 359^{\circ}$
  
- 풍속 :  $0.5 \sim 89$ m/s
  
- 본체 (데이터 수신과 저장)
  - 디스플레이 : 센서 Data, 사용자 메뉴,
  - 데이터 저장용량, 시간, 경향도(1, 8, 24시간)
  - 화 면 : 2.4" Color TFT LCD
  - 제 어 : 감압식 Touch screen
  - 데이터저장 : SD Card 8GB(기본 제공)
  - 데이터저장형식 : EXCEL File
  - 데이터저장주기 : 60초( $10 \sim 9999$ 초 설정가능)
  - 통신 : 2.4GHz Zigbee 무선통신
  - 통신거리 :  $\sim 90$ m(실내) /  $\sim 1$ km(실외)
  - 설치방식 : 벽 또는 파이프
  - 전 원 : AC 220V / DC 9V 1A Adaptor 사용
  - 크 기 :  $120(\text{W}) \times 40(\text{D}) \times 115(\text{H})$  (mm)
  - 출 력 : Relay(DC30 5A / AC250 5A) 4EA
  - 알 램 : Upper/Lower, 사용자 지정가능



- 월별 발전량 분석



- 시간대별 발전량 및 누적발전량



- 기상청의 온도와 운량에 따른 발전량 비교 분석



(라) 발전수익과 작물수확량을 종합한 ROI 분석 Tool 로직 개발

◦ ROI 개념

- ROI (Return On Investment) : 투자수익률, 투자한 자본에 대한 수익률  
= 당기순이익 ÷ 투자 자본 × 100

◦ 영농형태양광에 대한 적용 로직

- 영농형태양광의 ROI는 태양광발전 수익과 농업 수익 2가지를 합하여 계산하여야 한다. 따라서 ROI 계산식은 다음과 같다.
- 영농형태양광 ROI  
= 태양광발전 ROI + 농업 ROI  
= (태양광발전 순이익 ÷ 태양광발전 투자자본) + (농업 순이익 ÷ 농업 투자자본)  
= (태양광발전 매출액 - 태양광발전 경상비용 + 농업 매출액 - 농업 경상비용) ÷ (태양광발전 투자자본 + 농업투자자본) × 100

□ 각 항목별 계산 로직

◦ 태양광발전 매출액

- 태양광발전 매출액 (연간) = 연간발전량 × 전기판매단가
- 연간발전량  
= 발전소규모 × 연평균하루발전시간 × 365일 × 발전효율감소분 보정
  - 발전소 규모 : 영농형태양광의 발전소 규모는 보통 소규모이며, 한국형FIT<sup>6)</sup>적용 규모가 농업 인은 100kW 미만이므로 보통 99kW를 기준으로 한다. (추천값 99)
  - 연평균하루발전시간 : 지역과 입지에 따라 일사량이 다르다. 여름과 맑은 날은 일사량이 많고, 겨울과 흐린 날은 일사량이 떨어져서 보통 수익성 계산 시에는 연평균하루발전시간으로 산정한다. 보통 중부지역은 3.5시간/일, 전남 최남단 지역은 3.8시간/일까지 보는 경우도 있다. (추천값 3.5)
  - 발전효율 감소 : 태양광모듈의 수명을 보통 20년으로 잡는데 기간이 경과할수록 발전효율이 감소한다. 보통 일년에 0.7%씩 감소하는 것으로 산정하였는데 최근에는 모듈 제조기술이 발달하여 0.5%까지 보는 경우도 있다. (추천값 0.7%/년)
- 전기판매단가
  - 전기판매는 SMP와 REC로 구성되어 있다.
  - 판매 방식은 한국형FIT, 장기계약 입찰, 현물시장 판매로 나눌 수 있다.
  - 한국형FIT는 SMP와 REC를 합쳐서 에너지공단에서 정해진 정책에 따라 고지된 금액으로 20년 장기계약을 하는 것이다. 2021년은 161.927원/kWh이며 REC 가중치 1.2를 적용하면 176원/kWh가 된다 (추천값 176원/kWh)
  - 장기계약 입찰은 1년에 2번, 발전소 규모에 따라 SMP와 REC를 합쳐서 입찰을 하게되며 낙찰이 되면 역시 20년 장기계약을 하게 된다. 일반적으로 한국형에 비해서 낮은 가격으로 형성된다.
  - 장기계약을 맺지 않은 발전사업자는 SMP는 한국전력이 고지한 단가대로 입금을 받고, 이때 발급된 REC는 현물시장에 역시 입찰방식으로 판매를 한다.

6) 한국형FIT : 소형태양광 고정가격계약 매입가격 (산자부 공고 제2021-7호)

· REC가중치는 규모와 설치장소에 따라 고지되어 있다. 0.7~1.5까지로 나뉜다.

- 태양광발전 매출액 (연간) 계산 사례

= 발전소규모 × 연평균발전시간 × 365일 × 전기판매단가

= 99kw × 3.5hr/일 × 365일 × 176원/kwh × 100% = 22,259,160원

- 20년 합계 매출액

· 태양광발전소의 기대수명은 20년으로 보므로, 20년 합계 매출액을 연도별로 합산하여 구한다.

· 이때 발전효율 감소분을 연도별로 보정하여 준다.

· 연도별로 합산은 산술평균으로 하며, NPV등 현가로 보정하지 않는다.

◦ 태양광발전 경상비용

- 감가상각비

· 대상금액 : 투자 자본 전액 (잔존가치 0)

· 감가상각기간 : 20년 정액 상각 (발전소 유지기간이 최소 20년 감안)

- 관리 운영비

· 전기안전관리자 비용 : (추천 : 84만원/년, 99kW 기준)

- 유지보수비

· 철거비용총당금 : 발전소 수명 종료 시 철거 비용 400만원 (추천 20만원/년)

· 인버터 교체 총당금 : 7년 무상 유지보수, 20년간 2번 교체, (추천 100만원/년)

· 손해보험 : (추천 42만원/년)

- 금융이자

· 금융대출 조건에 따라 입력

예) 에너지공단 정책자금 : 시설비의 90%를 5년 거치 10년 상환, 변동금리 1.5%

예) 일반금융기관 대출 : 시설비 80%, 20년 상환, 변동금리 3~4%

· 원리금 상환은 투자자본, 경상비용 모두에서 넣지 않음

- 부가세

· 매출액, 비용 모두 부가세를 제외한 물대 만을 입력

- 종합소득세

· 계산에서 제외

· 세무사 비용 : 계산에서 제외

◦ 태양광발전 순이익

- 태양광발전 순이익 = 태양광발전 매출액 - 태양광발전 경상비용

◦ 태양광발전 투자 자본

- 투자자본은 다음과 같다.

· 시공비 : 인허가, 설계비, 구조검토비, 각종 자재부품, 시공비, 감리비, 준공비, 계통연계비 (추천값 2억원, 99kW 기준)

- 투자자본에서 제외되는 금액
  - 토지대
  - 농지보전부담금 : 농지를 잡종지로 변경 시 내는 금액, 공시지가의 30%
  - 개발부담금 : (개발이익-개발비용)\*25%
  - 취득세 등 각종 세금과 공과금
- 부가가치세
  - 부가가치세는 전액 환급받으므로 투자 자본에서 제외
- 금융대출에 의한 자부담
  - 금융대출에 의해서 자부담 금액이 감소하더라도 투자 자본은 금융대출 금액과 관계없는 위 투자 자본 전액으로 계산한다. 이때 발생하는 금융비용은 경상비용으로 계산한다.
- 수익성 분석 사례 (첨부 6. 수익성 분석 엑셀 자료 발취)

1. 매출액					
시설용량		(kW)	<b>100.0</b>		
발전시간		(hour/day)	<b>3.5</b>		
효율감소		(/년)	<b>0.70%</b>	20년 14%감소 (출력보증 12년 90%, 25년 80%)	
REC 가중치			<b>1.5</b>		
판매단가		(원)	<b>198</b>		
* REC 장기고정계약					
	연간발전량	SMP	REC단가	REC적용	매출액
	(kWh)	(원/kWh)	(원/kWh)	(원/kWh)	(천원)
0차년도	-	-	-	-	-
1차년도	127,750	90	72	108	25,295
2차년도	126,856	90	72	108	25,117
3차년도	125,962	90	72	108	24,940
4차년도	125,067	90	72	108	24,763
5차년도	124,173	90	72	108	24,586
6차년도	123,279	90	72	108	24,409
7차년도	122,385	90	72	108	24,232
8차년도	121,490	90	72	108	24,055
9차년도	120,596	90	72	108	23,878
10차년도	119,702	90	72	108	23,701
11차년도	118,808	90	72	108	23,524
12차년도	117,913	90	72	108	23,347
13차년도	117,019	90	72	108	23,170

14차년도	116,125	90	72	108	22,993
15차년도	115,231	90	72	108	22,816
16차년도	114,336	90	72	108	22,639
17차년도	113,442	90	72	108	22,462
18차년도	112,548	90	72	108	22,284
19차년도	111,654	90	72	108	22,107
20차년도	110,759	90	72	108	21,930
<b>합계(평균)</b>	<b>2,385,093</b>	<b>90</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>472,248</b>
				<b>연평균</b>	<b>23,612</b>

2. 수익성 (100% 자부담 기준)					
시설비		(천원)	<b>180,000</b>	kW당 단가	1,800
계통연계비		(천원)	<b>10,000</b>	한국전력 200미터 이내	
감가상각기간		(년)	<b>20</b>	수익성 계산에서 제외	
토지대, 농지전용비		(천원)	-		
관리운영비		(천원/년)	<b>840</b>	안전관리자비, 모니터링	
유지보수비		(천원/년)	<b>1,620</b>		
감가상각비	관리운영비	유지보수비	비용 계	영업이익	투자대비
(천원)	(천원)	(천원)	(천원)	(천원)	연수익률
9,500	840	1,620	11,960	13,335	7.0%
9,500	840	1,620	11,960	13,157	6.9%
9,500	840	1,620	11,960	12,980	6.8%
9,500	840	1,620	11,960	12,803	6.7%
9,500	840	1,620	11,960	12,626	6.6%
9,500	840	1,620	11,960	12,449	6.6%
9,500	840	1,620	11,960	12,272	6.5%
9,500	840	1,620	11,960	12,095	6.4%
9,500	840	1,620	11,960	11,918	6.3%
9,500	840	1,620	11,960	11,741	6.2%
9,500	840	1,620	11,960	11,564	6.1%
9,500	840	1,620	11,960	11,387	6.0%
9,500	840	1,620	11,960	11,210	5.9%
9,500	840	1,620	11,960	11,033	5.8%
9,500	840	1,620	11,960	10,856	5.7%
9,500	840	1,620	11,960	10,679	5.6%
9,500	840	1,620	11,960	10,502	5.5%
9,500	840	1,620	11,960	10,324	5.4%
9,500	840	1,620	11,960	10,147	5.3%
9,500	840	1,620	11,960	9,970	5.2%
<b>190,000</b>	<b>16,800</b>	<b>32,400</b>	<b>239,200</b>	<b>233,048</b>	<b>6.1%</b>

※ 첨부 6. '수익성 분석 엑셀 자료'-엑셀파일 참조

- 영농형태양광 수익성 비교 분석 사례

- 영농형과 일반형(농촌형) 비교
- 수익성 비교

	영농형 (REC 1.2)	농촌형 (REC 1.2)	영농형 (REC 1.5)
연평균 매출	2,104만원	2,104만원	2,361만원
연평균 비용	1,338만원	1,048만원	1,338만원
연평균 수익	766만원	1,055만원	1,024만원
월평균 수익	64만원	88만원	85만원

\* 2021 한국형 FIT 적용 (kW당 162원 : SMP단가 90원, REC단가 72원)

\* 시설용량 100kW / 발전시간 3.5시간 / 효율감소 0.7% / REC 가중치 1.2

- 연평균 비용 내역 비교

	영농형	농촌형
전기안전관리자	84만원	84만원
폐기물충당금	20만원	20만원
인버터교체	100만원	100만원
보험	42만원	42만원
이자	142만원	102만원
감가상각비	950만원	700만원
<b>합계</b>	<b>1,338만원</b>	<b>1,048만원</b>

- 투자내역 비교

구분	영농형	농촌형	비고
시설비	18,000만원	13,000만원	계통연계비 미포함
대출금 (90%)	16,200만원	11,700만원	에너지공단금융대출 (이자율 :1.75% / 5년 거치 10년 상환)
자부담 (10%)	1,800만원	1,300만원	
계통연계비	1,000만원	1,000만원	

○ 농업 매출액, 경상비용, 투자 자본 계산

- 농업 소득은 작물의 종류, 작황과 시황에 따라 변동성이 매우 크므로, 본 자료에서는 대표적인 밭 작물과 논 작물을 예로 설명한다.

- 봄감자

- 농촌진흥청의 '2020 농축산물소득자료집<sup>7)</sup>'의 작목별 소득현황 자료 참고
- 10a(1,000㎡, 330평), 1기작
- 수량 : 2,271kg
- 총수입 : 2,039,543원
- 경영비 : 1,185,492원
- 소득 : 854,051원
- 소득률 : 41.9%

7) 농업경영개선을 위한 2020 농축산물소득자료집, 농촌진흥청, 2021.9.



- 2020년산 봄감자 10a당 총수입은 2,039,543원으로 전년 대비 10.2% 증가
  - 수량은 1.3%, 가격은 8.7% 증가하여 총수입이 증가함
- 10a당 경영비는 1,185,492원으로 전년 대비 1.8% 증가
  - 농약비, 유기질비료비 등이 감소했으나, 고용노동비, 감가상각비, 토지임차료 등 증가
- 10a당 소득은 854,051원으로 전년 대비 24.4% 증가
  - 총수입 증가액이 경영비 증가액보다 많아 소득이 증가함

(단위 : 원, kg, %)

구 분	2020 (A)	2019 (B)	평 년	증 감 (A-B)	증감률 (A/B-1)*100
□ 10a당 총수입	2,039,543	1,851,178	2,036,423	188,365	10.2
- 수 량	2,271	2,241	2,236	30	1.3
- 가 격	898	826	914	72	8.7
□ 10a당 경영비	1,185,492	1,164,388	1,122,860	21,104	1.8
- 종 자 비	202,818	221,825	213,394	-19,007	-8.6
- 무기질비료비	70,848	68,142	65,474	2,706	4.0
- 유기질비료비	130,696	141,989	144,896	-11,293	-8.0
- 농 약 비	39,934	49,622	40,546	-9,688	-19.5
- 수도광열비	27,191	24,812	21,470	2,379	9.6
- 기타재료비	114,341	114,119	114,120	222	0.2
- 소 농 구 비	1,752	2,479	2,673	-727	-29.3
- 대농구상각비	150,011	143,221	136,441	6,790	4.7
- 영농시설상각비	34,593	22,399	27,580	12,194	54.4
- 수리·유지비	13,694	11,147	20,210	2,547	22.9
- 기 타 요 금	2,114	707	1,276	1,407	199.1
- 농기계시설임차료	4,880	8,295	9,221	-3,415	-41.2
- 토지임차료	78,470	67,148	57,274	11,322	16.9
- 위탁영농비	12,943	22,411	12,630	-9,468	-42.2
- 고용노동비	301,206	266,072	248,443	35,134	13.2
□ 10a당 소득	854,051	686,790	898,787	167,261	24.4

## - 쌀

- 농촌진흥청의 '2020 농축산물소득자료집'의 작목별 소득현황 자료 참고 (통계청 농산품 생산비 조사항목)
- 10a(1,000㎡, 330평), 1기작
- 수량 : 483kg
- 총수입 : 1,216,248원
- 경영비 : 484,522원
- 소득 : 731,727원
- 소득률 : 60.2%

## 쌀

(기준 : 년 1기작/10a)

비목별		수량	단가(원)	금액(원)	비고	
총수입	주 산 물 가 액	483kg		1,216,248	* 수량 : 정곡기준	
	부 산 물 가 액			-		
	계			1,216,248		
생 산 비	종 요 비	6.5kg		21,621		
	무 기 질 비 료 비	71.1kg		36,683		
	유 기 질 비 료 비	218.2kg		15,009		
	농 약 비			30,483		
	수 도 광 열 비			6,104		
	자 동 차 비			5,856		
	경 기 타 재 료 비			12,856		
	소 농 구 비			864		
	영 대 농 구 상 각 비			19,592		
	영 농 시 설 상 각 비			2,618		
	생 산 관 리 비			571		
	기 타 비 용			20,951		
	임 차 료 [ 농 기계 · 시 설 도 지			3,056		
	위 탁 영 농 비			123,384		
	고 용 노 동 비	1.2시간		18,024	남 여	1.1시간 0.2시간
계			484,522			
자 가 노 동 비	8.7시간		169,641	남 여	7.2시간 1.5시간	
유 동 자 본 용 역 비			5,623			
고 정 자 본 용 역 비			2,773			
도 지 자 본 용 역 비			111,099			
계			773,658			
소 득 륜 (%)			731,727			
소 득 륜 (%)			60.2			

- 데이터의 보정

- 여기에 영농형태양광 설치면적에 해당하는 비율로 환산하여 반영
- 지역별 데이터를 넣는다면 '2020 지역별 농산물 소득 자료'8)를 참고

o 사용자 인터페이스 개발

- 사용자 환경

- 인터넷 웹사이트의 홈페이지
- 휴대폰 안드로이드나 IOS 적용

- 개발 방향

- 사용자의 인터넷 또는 휴대폰 사용 능력이 떨어지므로 직관적이고 단순하게 구성
- 추천 값 표시 등을 적극 활용

8) 2020 지역별 농산물 소득 자료, 농촌진흥청, 2021.9

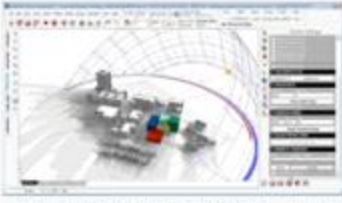
## 나. 2차년도

### (1) <주관기관> ㈜에스엠소프트

(가) 영농형 태양광 발전량 및 차광률 예측 시뮬레이션 SW 개발

#### □ 차광률 예측 시뮬레이션 개념

- 기존 시뮬레이션 SW의 한계
  - 영농형 태양광은 기존 시뮬레이션과 달리 하부의 일사량도 시뮬레이션 할 수 있어야 함
  - 영농형 태양광의 연구를 위한 다양한 기능을 제공하는 전용 시뮬레이션 SW가 필요함
- Ecotec Pro



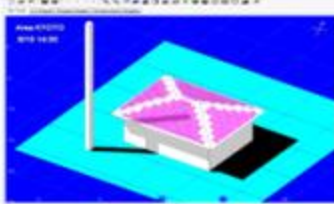
**Ecotec pro**

- 건축가의 설계를 지원하는 프로그램
- 태양에 대한 노출, 단열효과, 조명, 방음, 차양 등 다양한 건축 요소의 분석 제공

**부적합 요소**

- o 사용 목적이 맞지 않아서 시스템이 복잡하고 무거움
- o 제공되는 기능 중 일부 기능만 활용되어 낭비가 심함
- o 태양광발전 모델링을 지원 기능 없음
- o 태양광발전량 시뮬레이션 기능 없음
- o 장애물유, 무 시 지면 일사량을 비교해서 임의로 차광률 계산
- o 1년 중 지정한 기간 동안의 일사량 합계를 확인할 수 있음
- o 일, 월 평균 등 정보를 얻기 위해서는 수 차례 재계산해야 함
- o 데이터 추출 기능이 없어서 수치를 옮겨 적어야 함

- Solar Pro



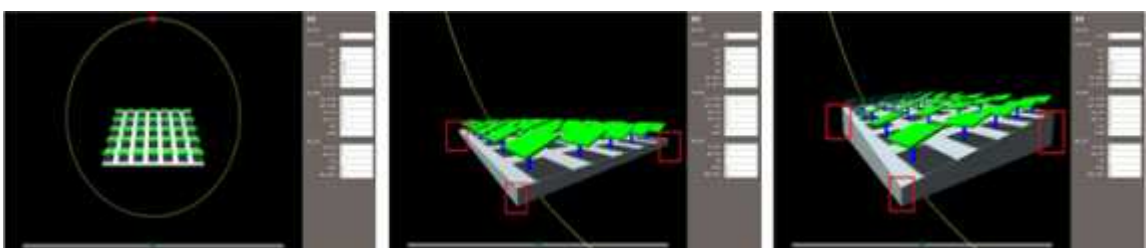
**Solar pro**

• 태양광 발전 시뮬레이션 프로그램

**부적합 요소**

- o 경도, 위도, 모듈 방위각, 경사각, 그림자 영향에 따라 생산된 전력을 계산하고 그래프와 데이터 제공
- o 태양광모듈에 그림자 영향을 평가하며, 발전량 관련 시뮬레이션만 제공함
- o 시뮬레이션 결과 도출되는 정보는 인버터의 발전량이 유일함
- o 농업을 위한 시뮬레이션 기능 없음

- 영농형 태양광 전용 시뮬레이션 SW의 특징
  - 영농형 태양광에 필요한 시뮬레이션 기능을 제공하는 경량화된 프로그램
  - 경도, 위도 및 모듈 방위각, 경사각 따라 발생하는 음영을 분석해서 적합한 모델링 지원
  - 영농형 태양광 모델의 태양광발전량 시뮬레이션
  - 태양광발전 모델의 영향으로 하부 경지에 도달하는 음영과 일사량 시뮬레이션



□ 일반 사용자를 위한 Web Interface

◦ 화면구성

월	일조량(W)	전천일사량(W)	발전량(Wh)	SMP(원)	REC(원)
1월	105.07M	12.05M	2.54M	50.89만	15.27만
2월	94.14M	14.15M	2.97M	59.45만	17.84만
3월	102.67M	17.53M	3.52M	70.35만	21.10만
4월	97.62M	17.13M	3.32M	66.47만	19.94만
5월	99.38M	18.13M	3.37M	67.34만	20.20만
6월	95.27M	16.12M	2.94M	58.89만	17.67만
7월	98.34M	13.38M	2.42M	48.46만	14.54만
8월	99.09M	14.89M	2.70M	54.04만	16.21만
9월	97.33M	12.70M	2.34M	46.79만	14.04만
10월	102.29M	15.79M	3.06M	61.23만	18.37만
11월	100.59M	8.44M	1.70M	33.97만	10.19만
12월	104.98M	11.40M	2.42M	48.31만	14.49만

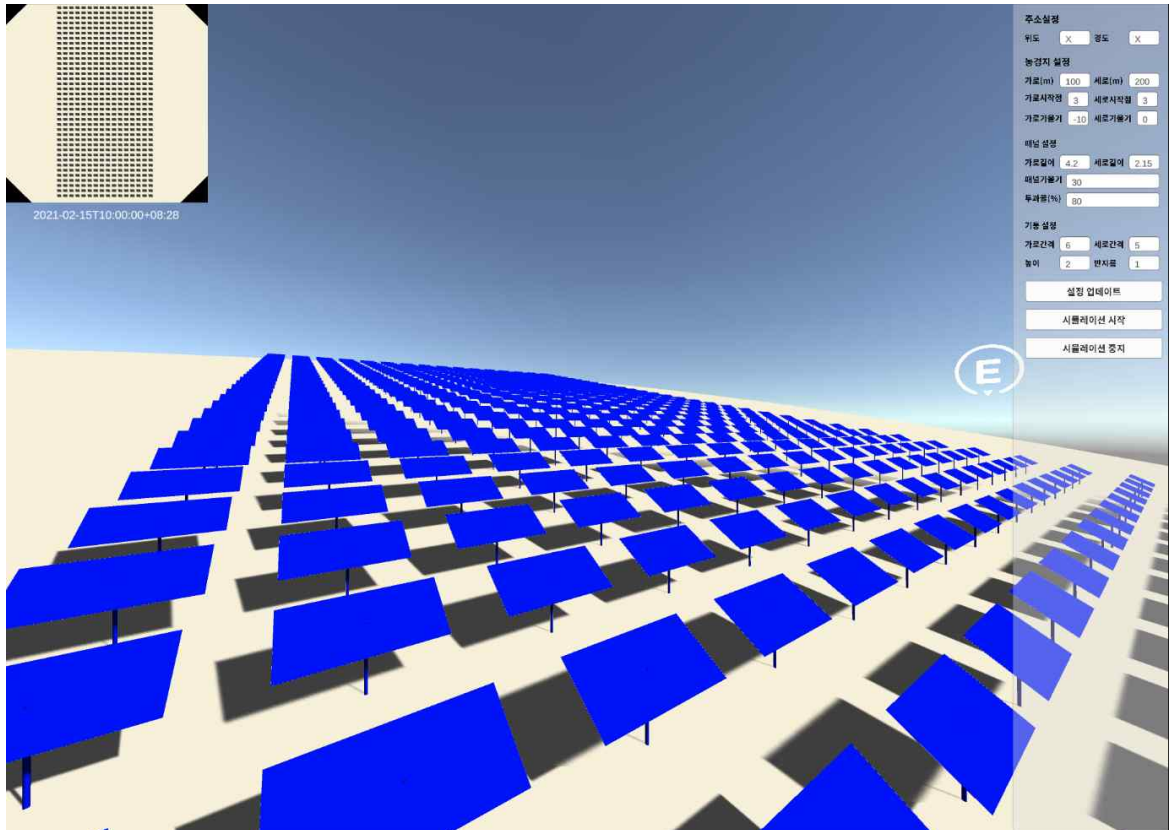
- 화면 상단에는 주소를 입력하고 가상설치 버튼을 누르면 위의 화면이 표시됨
- 좌측에는 해당 위치의 위성 지도와 설치 조건이 나옴
- 우측에는 시뮬레이션 결과를 월별 데이터와 그래프로 제공함

◦ 설정 내용

구분		내용
주소설정	주소	가상 설치 대상지의 주소 입력
설치방법 선택 입력	모듈 용량	모듈 용량을 입력하면 기본 설정된 수치로 영농형 태양광 공간을 임의로 구성함
	모듈 면적	모듈 면적을 입력하면 기본 설정된 수치로 영농형 태양광 공간을 임의로 구성함
	토지면적	토지 면적을 입력하면 기본 설정된 수치로 영농형 태양광 공간을 임의로 구성함
발전 가격	SMP 단가	수익 분석을 위한 SMP 단가를 입력함 SMP 판매 단가 보기를 클릭하면 단가 정보를 제공함
	REC 단가	수익 분석을 위한 REC 단가를 입력함 REC 판매 단가 보기를 클릭하면 단가 정보를 제공함
모듈 종류 선택		모듈의 종류를 일반 모듈과 G2G 모듈 중에 선택하면 기본 설정된 투과율 값이 반영 됨

□ 전문가를 위한 Application

◦ 화면구성



- 좌측 상단에 농경지의 가로 세로 농간과 태양광 패널을 상공에서 내려다 본 모습을 나타냄
- 우측 상단에 농경지와 패널 및 기둥을 설정하고 시뮬레이션을 시작 / 정지하는 컨트롤이 위치함
- 화면 중앙에는 3D 시뮬레이션 영상이 보여짐

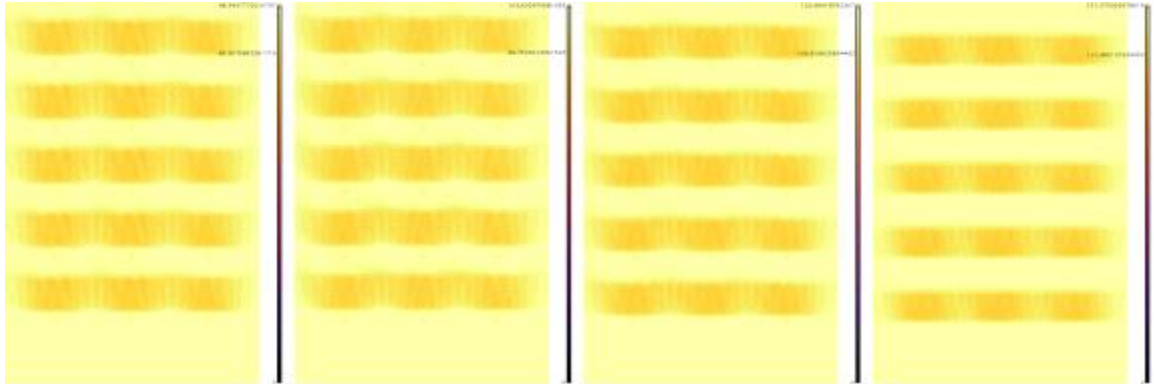
◦ 설정 내용

구분		내용
주소설정	위도/경도	농경지의 GPS 위도/경도 값
농경지 설정	가로/세로	농경지의 가로 면적과 세로 면적을 미터 단위로 입력. 정남향을 기준으로 동서 방향을 가로로 하고 남북 방향을 세로로 하며, 농경지의 가로/세로는 일사량을 측정하고자 하는 공간을 설정하는 것
	가로/세로 시작점	농경지의 가로 시작점과 세로 시작점을 미터 단위로 입력. 일사량을 측정하고자 하는 공간에서 패널의 영향을 받지 않는 공간을 설정하는 것
	가로/세로 기울기	농경지의 가로기울기와 세로 기울기 각도를 입력. 정남향을 기준으로 동서 방향을 가로기울기로 하고 남북 방향을 세로기울기로 함 가로 기울기는 동서 방향으로 가장 높은 지점과 낮은 지점의 거리에서 남북 방향의 거리를 제거한 값을 길이로 하고, 동서 방향의 높이 차를 각도로 넣어서 계산함 세로 기울기는 남북 방향으로 가장 높은 지점과 낮은 지점의 거리에서 동서 방향의 거리를 제거한 값을 길이로 하고, 남북 방향의 높이 차를 각도로 넣어서 계산함

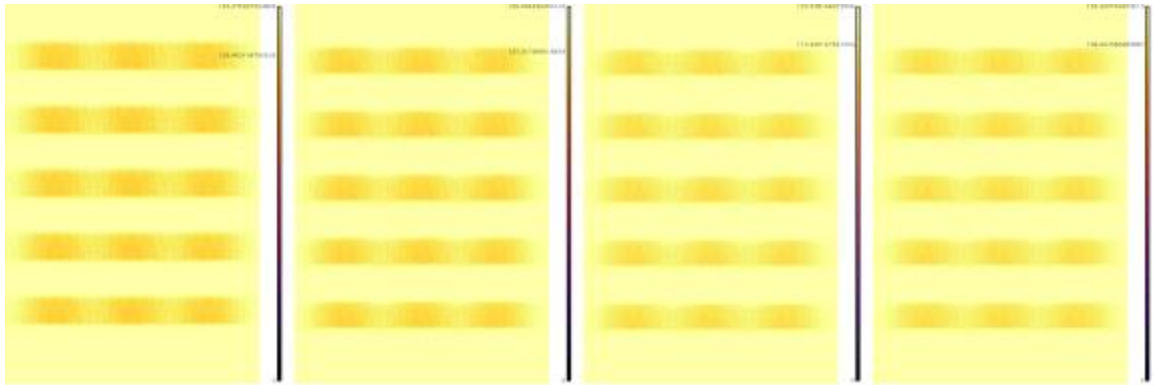
패널 설정	가로길이	태양광 패널의 가로길이를 미터 단위로 입력
	세로길이	태양광 패널의 세로길이를 미터 단위로 입력
	패널기울기	태양광 패널이 정남향 기준으로 기울어져 있는 각도를 입력
	투과율(%)	태양광 패널의 투과율을 백분율 단위로 입력
기둥 설정	가로간격	태양광 패널의 정남향 기준으로 동서 방향으로 가로간격을 미터 단위로 입력
	세로간격	태양광 패널의 정남향 기준으로 동서 방향으로 세로간격을 미터 단위로 입력
	높이	태양광 패널의 지표면으로부터 높이를 미터 단위로 입력
	반지름	태양광 패널의 기둥 반지름을 미터 단위

◦ 시뮬레이션 결과 이미지 (1~12월)

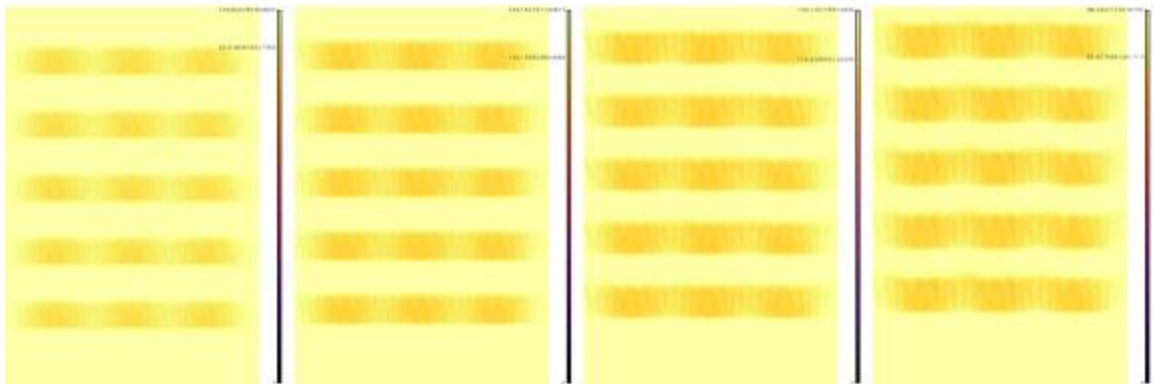
- 1~4월



- 1~4월



- 1~4월



○ 시뮬레이션 결과 Text (1~12월)

- 1월

Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	110.88K	112.17K	112.20K	111.19K	111.13K	110.72K	113.71K	111.63K	111.72K	110.98K	111.31K	110.96K	110.59K	115.09K	111.94K	112.18K	112.53K	112.53K	112.17K	115.63K
2	108.14K	106.63K	105.17K	103.59K	103.43K	103.76K	107.06K	104.41K	104.25K	102.95K	103.34K	103.66K	103.88K	107.59K	104.28K	103.89K	104.71K	106.43K	108.27K	113.69K
3	108.16K	105.08K	102.49K	100.32K	100.30K	101.94K	106.35K	103.19K	102.08K	100.49K	100.35K	101.89K	103.23K	106.31K	102.05K	100.68K	101.69K	104.05K	107.44K	113.79K
4	110.63K	107.06K	102.87K	100.63K	101.09K	104.05K	109.49K	106.16K	103.05K	101.15K	101.60K	104.17K	106.23K	109.36K	102.98K	101.13K	101.77K	104.57K	108.36K	114.88K
5	112.50K	112.66K	111.84K	110.93K	110.98K	111.66K	115.75K	112.69K	112.21K	111.39K	111.44K	112.08K	112.41K	116.00K	112.27K	111.56K	111.65K	112.28K	112.58K	116.15K
6	110.93K	112.22K	112.23K	111.21K	111.15K	110.77K	113.78K	111.70K	111.77K	111.01K	111.33K	111.01K	110.66K	115.16K	111.99K	112.21K	112.54K	112.55K	112.19K	115.65K
7	108.16K	106.72K	105.31K	103.76K	103.60K	103.89K	107.16K	104.51K	104.39K	103.12K	103.52K	103.80K	103.98K	107.71K	104.42K	104.07K	104.89K	106.57K	108.33K	113.71K
8	111.44K	108.27K	105.60K	103.37K	103.35K	105.03K	109.57K	106.32K	105.17K	103.54K	103.40K	104.98K	106.36K	109.53K	105.14K	103.73K	104.77K	107.21K	110.70K	117.24K
9	109.67K	107.12K	102.92K	100.67K	101.14K	104.09K	109.56K	106.23K	103.10K	101.20K	101.65K	104.21K	106.29K	109.43K	103.03K	101.18K	101.81K	104.59K	108.39K	114.90K
10	112.49K	112.68K	111.89K	110.98K	111.03K	111.71K	115.76K	112.71K	112.26K	111.45K	111.49K	112.12K	112.43K	116.02K	112.32K	111.62K	111.71K	112.33K	112.60K	116.15K
11	110.91K	112.20K	112.22K	111.20K	111.15K	110.75K	113.75K	111.67K	111.75K	111.00K	111.32K	110.99K	110.64K	115.13K	111.97K	112.20K	112.54K	112.54K	112.18K	115.64K
12	108.15K	106.67K	105.23K	103.67K	103.51K	103.83K	107.11K	104.46K	104.33K	103.04K	103.44K	103.74K	103.93K	107.65K	104.35K	103.97K	104.80K	106.50K	108.30K	113.70K
13	108.15K	105.08K	102.50K	100.33K	100.30K	101.93K	106.34K	103.18K	102.08K	100.49K	100.35K	101.89K	103.22K	106.30K	102.05K	100.68K	101.69K	104.06K	107.44K	113.79K
14	110.59K	107.01K	102.82K	100.56K	101.03K	103.99K	109.42K	106.10K	103.00K	101.09K	101.53K	104.11K	106.16K	109.29K	102.92K	101.07K	101.71K	104.52K	108.32K	114.86K
15	115.90K	116.06K	115.20K	114.27K	114.31K	115.01K	119.23K	116.10K	115.59K	114.75K	114.80K	115.44K	115.80K	119.51K	115.64K	114.92K	115.01K	115.65K	115.98K	119.67K
16	110.89K	112.17K	112.20K	111.19K	111.14K	110.72K	113.71K	111.63K	111.72K	110.98K	111.31K	110.96K	110.59K	115.09K	111.94K	112.18K	112.53K	112.53K	112.17K	115.63K
17	108.13K	106.62K	105.16K	103.57K	103.42K	103.75K	107.05K	104.40K	104.24K	102.93K	103.33K	103.66K	103.87K	107.59K	104.27K	103.87K	104.70K	106.43K	108.26K	113.69K
18	110.63K	105.08K	102.49K	100.32K	100.30K	101.94K	106.35K	103.19K	102.07K	100.49K	100.35K	101.89K	103.23K	106.31K	102.04K	100.68K	101.69K	104.05K	107.44K	113.79K
19	110.62K	107.07K	102.87K	100.63K	101.09K	104.04K	109.49K	106.16K	103.05K	101.15K	101.60K	104.16K	106.22K	109.36K	102.98K	101.13K	101.77K	104.56K	108.35K	114.88K
20	112.50K	112.66K	111.84K	110.93K	110.98K	111.66K	115.75K	112.69K	112.21K	111.39K	111.44K	112.07K	112.41K	116.00K	112.26K	111.55K	111.65K	112.28K	112.58K	116.15K
21	110.94K	112.23K	112.23K	111.21K	111.16K	110.77K	113.78K	111.70K	111.77K	111.02K	111.33K	111.01K	110.67K	115.16K	111.99K	112.21K	112.55K	112.55K	112.19K	115.65K
22	108.14K	106.96K	105.53K	103.80K	103.59K	103.89K	107.15K	104.51K	104.38K	103.10K	103.51K	103.80K	103.97K	107.70K	104.41K	104.05K	104.88K	106.57K	108.33K	113.71K
23	111.90K	108.78K	106.11K	103.83K	103.45K	105.03K	109.57K	106.32K	105.17K	103.54K	103.40K	104.98K	106.37K	109.54K	105.15K	103.74K	104.78K	107.21K	110.70K	117.25K
24	110.74K	107.54K	103.46K	101.22K	101.65K	104.24K	109.57K	106.24K	103.11K	101.21K	101.66K	104.25K	106.34K	109.48K	103.09K	101.21K	101.82K	104.64K	108.43K	114.94K
25	112.84K	112.72K	112.36K	111.66K	111.77K	112.43K	116.12K	112.72K	112.36K	111.65K	111.78K	112.43K	112.70K	116.13K	112.35K	111.65K	111.80K	112.43K	112.71K	116.26K
26	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K
27	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K
28	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K
29	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K
30	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	112.85K	116.26K
31	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	119.79K	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	119.79K	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	116.26K	119.79K

- 2월

Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	132.54K	133.02K	133.31K	132.77K	132.53K	132.53K	136.55K	133.02K	133.31K	133.16K	133.15K	133.15K	133.17K	137.39K	133.33K	133.28K	133.28K	133.28K	133.29K	137.40K
2	130.20K	130.24K	130.67K	130.44K	129.89K	129.04K	132.70K	129.22K	129.86K	129.91K	130.04K	129.60K	129.61K	134.03K	130.41K	130.74K	131.18K	131.38K	131.89K	136.34K
3	127.54K	124.00K	121.08K	118.84K	118.85K	120.14K	124.86K	120.86K	119.54K	118.35K	118.50K	120.20K	121.77K	125.17K	120.12K	119.09K	120.20K	122.90K	126.96K	134.65K
4	128.67K	124.47K	119.96K	117.83K	117.85K	120.72K	126.13K	121.92K	119.03K	117.72K	117.79K	120.76K	122.48K	125.84K	119.21K	117.91K	118.89K	122.59K	127.06K	134.66K
5	132.30K	133.53K	127.59K	125.91K	126.09K	128.01K	133.98K	129.95K	127.76K	126.29K	126.55K	128.46K	130.18K	133.89K	127.74K	126.28K	126.60K	128.65K	131.09K	136.77K
6	132.55K	133.04K	133.30K	132.76K	132.55K	132.54K	136.57K	133.04K	133.31K	133.17K	133.17K	133.17K	133.18K	137.39K	133.34K	133.28K	133.28K	133.28K	133.29K	137.40K
7	130.30K	130.38K	130.86K	130.64K	130.07K	129.24K	132.90K	129.42K	130.07K	130.12K	130.25K	129.81K	129.81K	134.24K	130.61K	130.93K	131.35K	131.48K	131.98K	136.40K
8	131.41K	127.80K	124.80K	122.52K	122.52K	123.82K	128.68K	124.56K	123.22K	122.01K	122.16K	123.89K	125.49K	129.00K	123.82K	122.77K	123.91K	126.67K	130.83K	138.23K
9	128.68K	124.49K	119.96K	117.83K	117.85K	120.73K	126.15K	121.95K	119.04K	117.72K	117.80K	120.77K	122.50K	125.86K	119.21K	117.91K	118.89K	122.59K	127.07K	134.66K
10	132.54K	130.62K	127.74K	126.09K	126.25K	128.13K	134.08K	130.05K	127.91K	126.45K	126.71K	128.58K	130.26K	133.99K	126.90K	126.44K	128.76K	131.15K	136.79K	137.40K
11	132.54K	133.02K	133.30K	132.76K	132.54K	132.54K	136.56K	133.03K	133.31K	133.16K	133.16K	133.16K	133.17K	137.39K	133.34K	133.28K	133.28K	133.28K	133.29K	137.40K
12	130.20K	130.30K	130.75K	130.53K	129.97K	129.13K	132.79K	129.31K	129.95K	130.02K	130.14K	129.70K	130.14K	134.13K	130.50K	130.80K	131.25K	131.40K	131.93K	136.37K
13	127.53K	124.02K	121.11K	118.89K	118.90K	120.16K	124.88K	120.87K	119.58K	118.39K	118.55K	120.22K	121.79K	125.19K	120.15K	119.14K	120.25K	122.93K	126.97K	134.16K
14	128.65K	124.46K	119.97K	117.83K	117.85K	120.71K	126.11K	121.90K	119.03K	117.72K	117.79K	120.75K	122.48K	125.82K	119.21K	117.92K	118.90K	122.59K	127.06K	134.64K
15	136.30K	134.49K	131.50K	129.79K	129.96K	131.92K	138.03K	133.89K	131.66K	130.20K	130.44K	132.37K	134.12K	137.95K	131.65K	130.16K	130.49K	132.58K	135.06K	140.91K
16	132.54K	133.02K	133.31K	132.76K	132.53K	132.53K	136.55K	133.02K	133.31K	133.15K	133.15K	133.17K	133.17K	137.39K	133.34K	133.28K	133.28			

- 4월

Index	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K
2	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K
3	158.39K	158.26K	158.09K	157.99K	157.98K	158.10K	163.03K	158.23K	158.08K	157.98K	157.98K	158.10K	158.23K	163.02K	158.08K	157.98K	157.99K	158.11K	158.28K	163.20K	163.20K
4	155.03K	151.00K	146.04K	143.51K	143.63K	145.61K	153.10K	148.39K	144.94K	143.29K	143.44K	145.63K	148.59K	152.90K	145.11K	143.67K	143.90K	147.25K	151.95K	160.56K	160.56K
5	154.19K	149.61K	143.97K	140.21K	140.15K	142.99K	151.22K	146.58K	142.77K	139.65K	139.95K	143.01K	146.72K	151.06K	142.74K	140.29K	140.97K	145.07K	150.89K	160.06K	160.06K
6	156.63K	155.34K	154.21K	153.30K	152.91K	153.68K	159.01K	154.28K	153.90K	153.20K	153.09K	153.81K	154.39K	158.98K	153.88K	153.24K	153.68K	154.65K	156.03K	162.00K	162.00K
7	158.28K	158.29K	158.31K	158.33K	158.34K	158.32K	163.08K	158.29K	158.31K	158.35K	158.38K	158.39K	158.39K	163.20K	158.42K	158.42K	158.40K	158.39K	158.39K	163.20K	163.20K
8	163.17K	163.03K	162.83K	162.73K	162.73K	162.86K	167.95K	163.00K	162.83K	162.73K	162.73K	162.87K	163.01K	167.93K	162.83K	162.73K	162.74K	162.87K	163.06K	168.14K	168.14K
9	155.00K	150.95K	145.96K	143.41K	143.54K	145.52K	153.03K	148.31K	144.85K	143.19K	143.34K	145.54K	148.52K	152.83K	145.01K	143.58K	143.81K	147.17K	151.90K	160.53K	160.53K
10	154.19K	149.61K	143.97K	140.19K	140.14K	142.98K	151.23K	146.59K	142.77K	139.64K	139.94K	143.01K	146.73K	151.07K	142.74K	140.27K	140.96K	145.06K	150.89K	160.07K	160.07K
11	156.66K	155.42K	154.37K	153.51K	153.11K	153.85K	159.13K	154.39K	154.06K	153.41K	153.30K	153.98K	154.50K	159.10K	154.05K	153.44K	153.88K	154.81K	156.11K	162.03K	162.03K
12	158.28K	158.29K	158.31K	158.33K	158.35K	158.32K	163.08K	158.29K	158.32K	158.35K	158.38K	158.39K	158.39K	163.20K	158.42K	158.42K	158.40K	158.39K	158.39K	163.20K	163.20K
13	158.39K	158.28K	158.12K	158.04K	158.05K	158.15K	163.06K	158.25K	158.12K	158.04K	158.05K	158.15K	158.26K	163.05K	158.12K	158.04K	158.05K	158.15K	158.30K	163.20K	163.20K
14	155.07K	151.06K	146.14K	143.62K	143.74K	145.71K	153.19K	148.48K	145.04K	143.40K	143.55K	145.73K	148.68K	152.99K	145.20K	143.78K	144.01K	147.32K	152.00K	160.58K	160.58K
15	158.87K	154.15K	148.33K	144.45K	144.39K	147.32K	155.81K	151.03K	147.09K	143.87K	144.18K	147.35K	151.18K	155.65K	147.06K	144.52K	145.24K	149.46K	155.46K	164.92K	164.92K
16	163.17K	163.03K	162.83K	162.73K	162.73K	162.86K	167.95K	163.00K	162.83K	162.73K	162.73K	162.87K	163.01K	167.93K	162.83K	162.73K	162.74K	162.87K	163.06K	168.14K	168.14K
17	158.29K	158.29K	158.31K	158.33K	158.35K	158.32K	163.08K	158.29K	158.32K	158.35K	158.38K	158.39K	158.39K	163.20K	158.42K	158.42K	158.40K	158.39K	158.39K	163.20K	163.20K
18	158.29K	158.26K	158.08K	157.99K	157.99K	158.11K	163.03K	158.23K	158.08K	157.99K	157.99K	158.11K	158.24K	163.02K	158.08K	157.99K	158.11K	158.28K	158.28K	163.20K	163.20K
19	155.03K	151.00K	146.04K	143.51K	143.63K	145.61K	153.10K	148.39K	144.94K	143.29K	143.44K	145.63K	148.59K	152.90K	145.11K	143.67K	143.90K	147.25K	151.95K	160.56K	160.56K
20	154.19K	149.61K	143.97K	140.21K	140.15K	142.99K	151.22K	146.59K	142.77K	139.65K	139.95K	143.02K	146.72K	151.07K	142.74K	140.27K	140.97K	145.07K	150.89K	160.06K	160.06K
21	156.63K	155.34K	154.21K	153.31K	152.92K	153.69K	159.02K	154.29K	153.91K	153.21K	153.10K	153.82K	154.39K	158.99K	153.89K	153.25K	153.69K	154.66K	156.03K	162.00K	162.00K
22	158.28K	158.29K	158.31K	158.33K	158.34K	158.32K	163.08K	158.29K	158.31K	158.35K	158.38K	158.39K	158.39K	163.20K	158.42K	158.42K	158.40K	158.39K	158.39K	163.20K	163.20K
23	163.17K	163.03K	162.83K	162.73K	162.73K	162.86K	167.94K	163.00K	162.83K	162.73K	162.74K	162.86K	163.01K	167.94K	162.83K	162.73K	162.74K	162.87K	163.06K	168.14K	168.14K
24	155.00K	150.94K	145.96K	143.41K	143.54K	145.52K	153.02K	148.31K	144.84K	143.34K	143.44K	145.54K	148.52K	152.82K	145.01K	143.57K	143.81K	147.17K	151.90K	160.53K	160.53K
25	154.19K	149.61K	143.97K	140.20K	140.14K	142.99K	151.23K	146.59K	142.77K	139.64K	139.94K	143.01K	146.73K	151.07K	142.74K	140.27K	140.96K	145.06K	150.89K	160.07K	160.07K
26	156.63K	155.42K	154.37K	153.51K	153.12K	153.86K	159.14K	154.39K	154.08K	153.41K	153.30K	153.99K	154.51K	159.10K	154.06K	153.46K	153.88K	154.82K	156.11K	162.03K	162.03K
27	158.28K	158.29K	158.31K	158.33K	158.35K	158.32K	163.08K	158.29K	158.32K	158.35K	158.38K	158.39K	158.39K	163.20K	158.42K	158.42K	158.40K	158.39K	158.39K	163.20K	163.20K
28	158.28K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	163.22K
29	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	158.42K	163.22K	163.22K
30	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	168.17K	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	168.17K	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	163.22K	168.17K	168.17K

- 5월

Index	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K
2	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K
3	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	169.95K	175.10K
4	168.98K	166.51K	163.66K	162.04K	162.17K	163.86K	171.12K	165.78K	163.52K	162.03K	162.18K	163.88K	166.07K	170.84K	169.50K	169.95K	162.18K	164.09K	167.03K	174.37K	174.37K
5	166.11K	161.20K	158.33K	152.49K	152.46K	155.49K	163.88K	158.45K	154.82K	152.13K	152.38K	155.50K	159.02K	163.30K	154.79K	152.27K	153.10K	157.04K	162.86K	172.30K	172.30K
6	166.89K	164.00K	160.82K	159.30K	159.03K	160.78K	167.30K	161.97K	160.13K	158.94K	159.04K	160.82K	162.41K	166.93K	160.17K	158.95K	159.66K	162.04K	165.41K	173.01K	173.01K
7	169.67K	169.52K	169.49K	169.62K	169.72K	169.63K	174.71K	169.43K	169.38K	169.56K	169.63K	169.56K	169.63K	174.81K	169.69K	169.87K	169.86K	169.77K	169.78K	174.96K	174.96K
8	175.09K	175.10K	175.05K	175.05K	175.05K	175.05K	180.40K	175.10K	175.03K	175.03K	175.03K	175.03K	175.09K	180.41K	175.08K	175.08K	175.08K	175.08K	175.10K	180.41K	180.41K
9	168.94K	166.42K	163.52K	161.87K	162.00K	163.71K	171.00K	165.66K	163.37K	161.86K	162.01K	163.73K	165.95K	170.72K	163.53K	161.86K	162.01K	163.96K	166.95K	174.34K	174.34K
10	166.11K	161.19K	158.22K	152.47K	152.44K	155.48K	163.88K	158.44K	154.81K	152.11K	152.36K	155.49K	159.02K	163.29K	154.79K	152.25K	153.09K	157.04K	162.86K	172.30K	172.30K
11	166.92K	164.09K	160.97K	159.50K	159.23K	160.91K	167.40K	162.07K	160.28K	159.14K	159.24K	160.95K	162.51K	167.04K	160.31K	159.14K	159.85K	162.18K	165.47K	173.03K	173.03K
12	169.68K	169.53K	169.50K	169.62K	169.72K	169.65K	174.73K	169.44K	169.38K	169.56K	169.63K	169.56K	169.63K	174.82K	169.70K	169.87K	169.86K	169.78K	174.97K	174.97K	
13	169.94K	169.95K	169.91K	169.90K	169.90K	169.90K	175.09K	169.95K	169.89K	169.89K	169.89K	169.89K	169.94K	175.10K	169.94K	169.93K	169.93K	169.94K	169.95K	175.10K	175.10K
14	168.98K	166.51K	163.66K	162.04K	162.18K	163.86K	171.12K	165.78K	163.52K	162.04K	162.18K	163.88K	166.06K	170.84K	163.51K	162.04K	162.19K	164.09K	167.03K	174.37K	174.37K
15	166.11K	161.20K	158.33K	152.49K	152.46K	155.49K	163.88K	158.45K	154.82K	152.14K	152.39K	155.50K	159.02K	163.30K	154.80K	152.27K	153.11K	157.04K	162.86K	172.30K	172.30K
16	166.89K	164.																			



- 7월

Index	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K
2	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K
3	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K
4	131.43K	130.25K	128.52K	127.49K	127.42K	128.33K	133.61K	129.80K	128.45K	127.49K	127.42K	128.34K	129.67K	133.74K	128.45K	127.48K	127.43K	128.37K	130.00K	135.31K	135.31K
5	129.77K	126.92K	123.09K	120.74K	120.39K	121.98K	128.27K	124.72K	122.38K	120.44K	120.40K	122.00K	124.47K	128.52K	122.36K	120.53K	120.59K	122.79K	126.47K	135.00K	135.00K
6	130.01K	128.18K	125.95K	124.17K	123.97K	124.94K	130.14K	126.50K	125.35K	123.99K	123.93K	124.90K	126.27K	130.33K	125.33K	124.01K	124.36K	125.56K	128.03K	134.03K	134.03K
7	131.56K	131.57K	131.59K	131.74K	131.68K	131.50K	135.47K	131.45K	131.42K	131.62K	131.56K	131.43K	131.51K	135.49K	131.46K	131.65K	131.62K	131.60K	131.67K	135.65K	135.65K
8	135.74K	135.70K	135.70K	135.70K	135.72K	135.75K	139.85K	135.70K	135.69K	135.69K	135.71K	135.75K	135.76K	139.87K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	139.87K	139.87K
9	131.41K	130.20K	128.44K	127.38K	127.31K	128.24K	133.54K	129.74K	128.37K	127.38K	127.31K	128.25K	129.61K	133.67K	128.36K	127.38K	127.32K	128.28K	129.95K	135.29K	135.29K
10	129.76K	126.92K	123.08K	120.73K	120.38K	121.97K	128.26K	124.71K	122.37K	120.42K	120.38K	121.99K	124.46K	128.52K	122.36K	120.52K	120.58K	122.79K	126.47K	135.00K	135.00K
11	130.03K	128.23K	126.05K	124.31K	124.11K	125.04K	130.21K	126.57K	125.45K	124.12K	124.06K	125.00K	126.34K	130.40K	125.43K	124.14K	124.49K	125.66K	128.08K	134.05K	134.05K
12	131.57K	131.57K	131.59K	131.74K	131.68K	131.51K	135.48K	131.46K	131.43K	131.62K	131.57K	131.45K	131.52K	135.50K	131.47K	131.65K	131.62K	131.60K	131.68K	135.65K	135.65K
13	131.74K	131.71K	131.71K	131.71K	131.72K	131.76K	135.74K	131.71K	131.70K	131.70K	131.72K	131.76K	131.77K	135.76K	131.76K	131.76K	131.76K	131.76K	131.77K	135.76K	135.76K
14	131.44K	130.29K	128.60K	127.59K	127.54K	128.43K	133.67K	129.86K	128.54K	127.59K	127.54K	128.44K	129.74K	133.80K	128.53K	127.59K	127.54K	128.46K	130.06K	135.33K	135.33K
15	133.70K	130.77K	126.82K	124.40K	124.03K	125.68K	132.17K	128.50K	126.10K	124.09K	124.03K	125.69K	128.25K	132.42K	126.08K	124.18K	124.23K	126.51K	130.30K	137.55K	137.55K
16	130.04K	128.27K	126.13K	124.42K	124.22K	125.13K	130.27K	126.63K	125.53K	124.24K	124.18K	125.09K	126.40K	130.46K	125.52K	124.26K	124.60K	125.74K	128.12K	134.06K	134.06K
17	131.57K	131.57K	131.59K	131.74K	131.68K	131.52K	135.49K	131.47K	131.43K	131.62K	131.57K	131.46K	131.53K	135.51K	131.48K	131.65K	131.62K	131.61K	131.68K	135.66K	135.66K
18	131.74K	131.71K	131.71K	131.71K	131.72K	131.76K	135.74K	131.71K	131.70K	131.70K	131.72K	131.76K	131.77K	135.76K	131.76K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	135.76K	135.76K
19	131.43K	130.25K	128.52K	127.49K	127.42K	128.33K	133.61K	129.80K	128.45K	127.49K	127.42K	128.34K	129.67K	133.74K	128.45K	127.48K	127.43K	128.37K	130.01K	135.31K	135.31K
20	129.77K	126.92K	123.09K	120.74K	120.39K	121.98K	128.27K	124.72K	122.38K	120.44K	120.40K	122.00K	124.47K	128.52K	122.36K	120.53K	120.59K	122.79K	126.47K	135.00K	135.00K
21	130.01K	128.18K	125.95K	124.17K	123.97K	124.94K	130.14K	126.50K	125.35K	123.99K	123.94K	124.90K	126.27K	130.33K	125.34K	124.01K	124.36K	125.56K	128.03K	134.03K	134.03K
22	131.56K	131.57K	131.59K	131.74K	131.68K	131.50K	135.47K	131.45K	131.42K	131.62K	131.56K	131.43K	131.51K	135.49K	131.46K	131.65K	131.62K	131.60K	131.67K	135.65K	135.65K
23	135.74K	135.70K	135.70K	135.70K	135.72K	135.75K	139.85K	135.70K	135.69K	135.69K	135.71K	135.75K	135.76K	139.87K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	139.87K	139.87K
24	131.41K	130.20K	128.44K	127.38K	127.31K	128.24K	133.54K	129.74K	128.37K	127.38K	127.31K	128.25K	129.60K	133.67K	128.36K	127.38K	127.32K	128.28K	129.95K	135.29K	135.29K
25	129.76K	126.92K	123.08K	120.73K	120.38K	121.97K	128.26K	124.71K	122.37K	120.42K	120.38K	121.99K	124.46K	128.52K	122.36K	120.52K	120.58K	122.79K	126.47K	135.00K	135.00K
26	130.03K	128.23K	126.05K	124.31K	124.11K	125.05K	130.21K	126.56K	125.45K	124.13K	124.07K	125.01K	126.34K	130.40K	125.43K	124.15K	124.49K	125.66K	128.08K	134.05K	134.05K
27	131.57K	131.57K	131.59K	131.74K	131.68K	131.51K	135.48K	131.46K	131.43K	131.62K	131.57K	131.45K	131.52K	135.50K	131.47K	131.65K	131.62K	131.60K	131.68K	135.65K	135.65K
28	131.74K	131.71K	131.71K	131.71K	131.72K	131.76K	135.74K	131.71K	131.70K	131.70K	131.72K	131.76K	131.77K	135.76K	131.76K	131.76K	131.76K	131.77K	135.76K	135.76K	135.76K
29	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K	131.77K
30	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	139.88K	139.88K
31	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	135.76K	139.88K	139.88K

- 8월

Index	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K
2	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K
3	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K
4	111.78K	109.79K	107.35K	106.07K	106.17K	107.40K	112.24K	108.83K	107.01K	106.02K	106.14K	107.41K	108.94K	112.13K	107.02K	106.08K	106.21K	107.88K	110.22K	115.53K	115.53K
5	111.04K	108.38K	105.06K	103.12K	103.16K	104.84K	110.26K	106.80K	104.66K	102.82K	103.11K	104.86K	106.99K	110.06K	104.44K	103.07K	103.46K	105.77K	109.02K	114.89K	114.89K
6	111.90K	110.92K	109.84K	109.05K	108.96K	109.57K	113.60K	110.12K	109.56K	109.96K	110.22K	113.43K	108.96K	110.22K	113.43K	108.96K	109.28K	110.03K	111.30K	115.65K	115.65K
7	113.01K	113.02K	113.05K	113.07K	113.03K	113.01K	116.43K	113.01K	113.03K	113.05K	113.04K	113.03K	113.04K	116.48K	113.05K	113.05K	113.05K	113.05K	113.05K	116.00K	116.00K
8	116.50K	116.50K	116.50K	116.50K	116.51K	116.51K	120.03K	116.50K	116.50K	116.50K	116.51K	116.51K	120.04K	116.51K	116.51K	116.51K	116.51K	116.51K	116.51K	120.04K	120.04K
9	111.76K	109.74K	107.28K	105.99K	106.09K	107.32K	112.18K	108.76K	106.93K	105.93K	106.05K	107.33K	108.87K	112.06K	106.94K	105.99K	106.12K	107.82K	110.18K	115.51K	115.51K
10	111.04K	108.38K	105.06K	103.11K	103.14K	104.84K	110.26K	106.80K	104.66K	102.81K	103.10K	104.85K	106.99K	110.06K	104.44K	103.07K	103.46K	105.76K	109.02K	114.89K	114.89K
11	112.01K	110.96K	109.93K	109.16K	109.06K	109.65K	113.66K	110.18K	109.65K	109.06K	109.06K	109.64K	110.28K	113.50K	109.62K	109.08K	109.38K	110.10K	111.33K	115.66K	115.66K
12	113.01K	113.02K	113.05K	113.07K	113.04K	113.01K	116.44K	113.02K	113.03K	113.05K	113.04K	113.03K	113.04K	116.49K	113.05K	113.05K	113.05K	113.05K	113.05K	116.00K	116.00K
13	113.07K	113.07K	113.07K	113.07K	113.08K	113.08K	116.50K	113.07K	113.07K	113.07K	113.08K	113.08K	113.08K	116.51K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	116.51K	116.51K
14	113.07K	113.07K	113.07K	113.07K	113.08K	113.08K	116.50K	113.07K	113.07K	113.07K	113.08K	113.08K	113.08K	116.51K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	113.08K	116.51K	116.51K
15	114.																				

- 10월

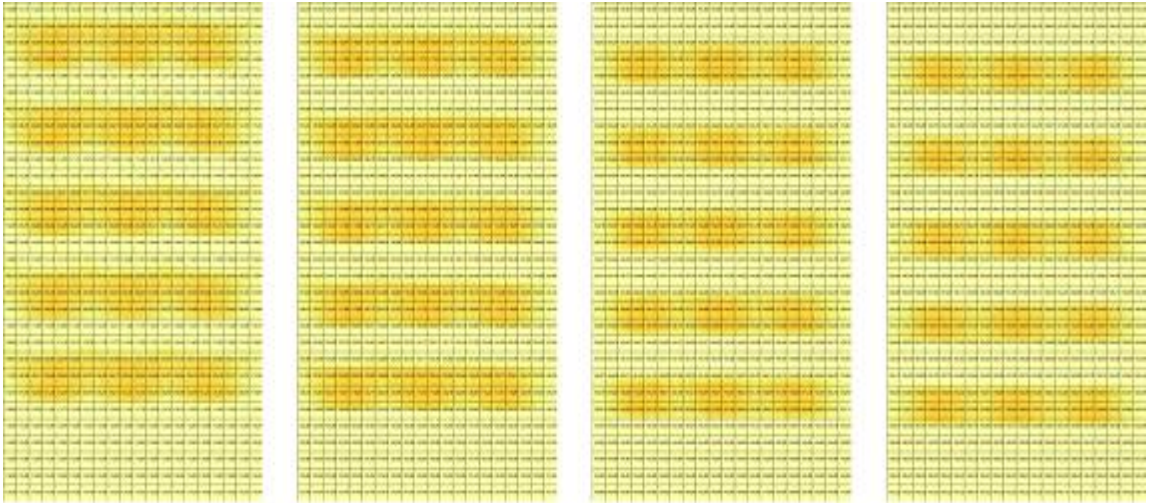
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2		1 144.95K	144.80K	144.80K	144.80K	144.80K	144.93K	149.35K	144.80K	144.80K	144.80K	144.80K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
3		2 143.95K	143.56K	143.12K	143.32K	143.11K	143.09K	147.74K	142.96K	142.68K	143.03K	142.92K	143.01K	143.31K	147.54K	143.42K	143.83K	143.99K	144.19K	144.15K	148.60K
4		3 139.70K	136.35K	131.98K	130.68K	130.56K	131.84K	137.83K	133.36K	130.69K	129.89K	130.40K	131.76K	133.65K	137.34K	131.61K	131.13K	132.04K	135.08K	138.67K	146.03K
5		4 139.79K	135.78K	131.16K	127.98K	128.59K	130.32K	137.38K	132.87K	130.20K	127.57K	128.52K	130.24K	133.27K	136.94K	130.32K	128.60K	129.64K	133.05K	138.35K	146.30K
6		5 143.23K	140.52K	137.36K	135.15K	135.65K	137.63K	144.29K	139.53K	137.07K	135.11K	135.64K	137.64K	140.04K	143.77K	137.05K	135.19K	135.85K	138.25K	141.76K	148.33K
7		6 144.95K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.94K	149.35K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
8		7 144.03K	143.65K	143.24K	143.44K	143.23K	143.21K	147.87K	143.08K	142.82K	143.17K	143.05K	143.13K	143.43K	147.67K	143.55K	143.94K	144.08K	144.26K	144.20K	148.64K
9		8 143.96K	140.56K	136.08K	134.76K	134.63K	135.93K	142.08K	137.49K	134.76K	133.94K	134.47K	135.85K	137.76K	141.59K	135.71K	135.23K	136.16K	139.26K	142.91K	150.47K
10		9 139.81K	135.78K	131.16K	127.97K	128.59K	130.32K	137.40K	132.88K	130.21K	127.56K	128.52K	130.25K	133.29K	136.95K	130.32K	128.59K	129.63K	133.05K	138.36K	146.31K
11		10 143.28K	140.61K	137.48K	135.29K	135.77K	137.74K	144.39K	139.63K	137.20K	135.25K	135.77K	137.75K	140.14K	143.87K	137.17K	135.32K	135.97K	138.35K	141.81K	148.36K
12		11 144.95K	144.81K	144.80K	144.80K	144.80K	144.94K	149.35K	144.81K	144.80K	144.80K	144.80K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
13		12 143.99K	143.60K	143.17K	143.37K	143.17K	143.15K	147.80K	143.02K	142.75K	143.10K	142.98K	143.07K	143.37K	147.60K	143.48K	143.87K	144.03K	144.22K	144.17K	148.62K
14		13 139.72K	136.40K	132.05K	130.77K	130.63K	131.90K	137.87K	133.41K	130.75K	129.97K	130.47K	131.82K	133.68K	137.39K	131.68K	131.22K	132.12K	135.14K	138.69K	146.03K
15		14 139.78K	135.78K	131.16K	127.99K	128.60K	130.31K	137.37K	132.86K	130.20K	127.57K	128.52K	130.23K	133.26K	136.93K	130.32K	128.61K	129.65K	133.06K	138.35K	146.30K
16		15 147.58K	144.83K	141.61K	139.36K	139.86K	141.87K	148.70K	143.81K	141.31K	139.33K	139.87K	141.87K	144.32K	148.18K	141.28K	139.40K	140.08K	142.51K	146.08K	152.83K
17		16 144.95K	144.80K	144.80K	144.80K	144.80K	144.93K	149.35K	144.80K	144.80K	144.80K	144.80K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
18		17 143.95K	143.56K	143.11K	143.32K	143.10K	143.08K	147.73K	142.95K	142.67K	143.02K	142.91K	143.00K	143.30K	147.53K	143.42K	143.82K	143.98K	144.18K	144.14K	148.60K
19		18 139.70K	136.35K	131.98K	130.68K	130.55K	131.84K	137.82K	133.36K	130.68K	129.88K	130.40K	131.76K	133.64K	137.34K	131.61K	131.13K	132.04K	135.08K	138.67K	146.03K
20		19 139.79K	135.78K	131.16K	127.98K	128.59K	130.32K	137.38K	132.87K	130.20K	127.57K	128.52K	130.24K	133.28K	136.94K	130.32K	128.60K	129.64K	133.05K	138.35K	146.30K
21		20 143.24K	140.52K	137.36K	135.15K	135.63K	137.63K	144.29K	139.52K	137.07K	135.11K	135.63K	137.63K	140.04K	143.76K	137.04K	135.18K	135.84K	138.24K	141.75K	148.33K
22		21 144.95K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.94K	149.35K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
23		22 144.03K	143.65K	143.23K	143.44K	143.23K	143.21K	147.87K	143.08K	142.82K	143.16K	143.04K	143.13K	143.44K	147.68K	143.55K	143.94K	144.08K	144.26K	144.21K	148.64K
24		23 143.97K	140.56K	136.09K	134.76K	134.63K	135.93K	142.09K	137.49K	134.76K	133.95K	134.47K	135.85K	137.77K	141.60K	135.71K	135.22K	136.16K	139.26K	142.91K	150.47K
25		24 139.80K	135.78K	131.16K	127.97K	128.59K	130.32K	137.40K	132.88K	130.21K	127.56K	128.52K	130.25K	133.29K	136.94K	130.32K	128.60K	129.63K	133.05K	138.36K	146.31K
26		25 143.28K	140.61K	137.49K	135.32K	135.80K	137.76K	144.40K	139.65K	137.21K	135.26K	135.78K	137.76K	140.15K	143.89K	137.20K	135.35K	136.00K	138.36K	141.82K	148.36K
27		26 144.96K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.94K	149.35K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
28		27 144.96K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.94K	149.35K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
29		28 144.96K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.94K	149.35K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
30		29 144.96K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.94K	149.35K	144.81K	144.81K	144.81K	144.81K	144.93K	144.93K	149.32K	144.93K	144.93K	144.96K	144.96K	144.93K	149.32K
31		30 149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	153.88K	149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	153.88K	149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	149.36K	153.88K

- 11월

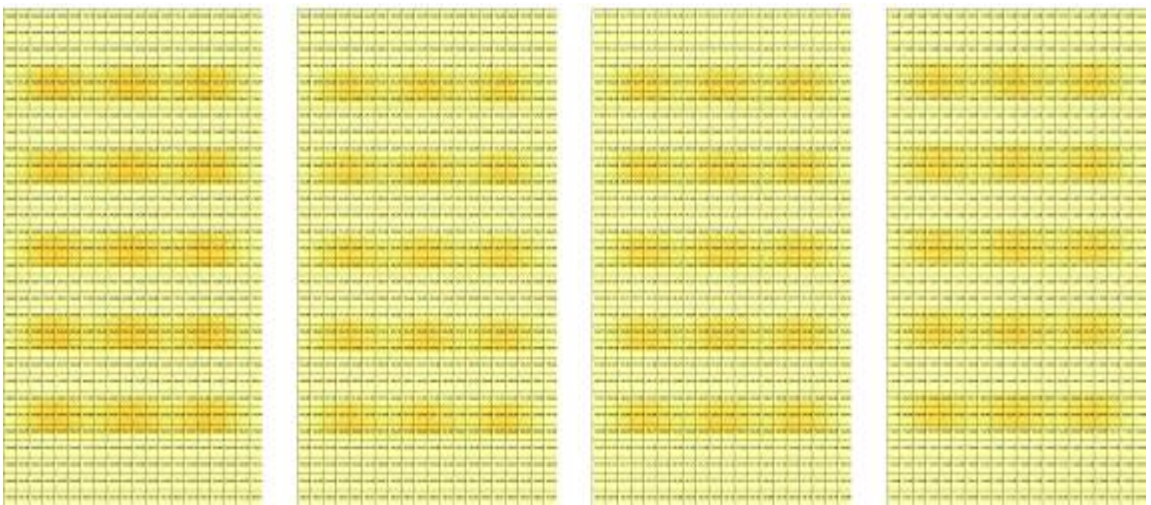
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2		1 106.23K	105.75K	106.13K	106.15K	105.99K	106.55K	109.36K	105.44K	105.82K	105.90K	105.75K	106.53K	106.52K	109.52K	106.69K	106.81K	106.83K	107.01K	106.99K	110.01K
3		2 103.84K	101.62K	100.40K	99.75K	99.35K	100.09K	103.54K	99.55K	99.29K	99.31K	99.06K	100.09K	100.50K	103.14K	100.16K	100.18K	100.94K	102.30K	103.74K	108.21K
4		3 103.99K	100.29K	96.63K	95.27K	95.19K	96.51K	101.37K	97.98K	95.72K	94.84K	95.14K	96.55K	98.38K	100.97K	96.18K	95.93K	96.06K	98.65K	102.05K	107.97K
5		4 107.31K	101.04K	97.26K	95.29K	95.52K	97.28K	103.17K	99.45K	96.95K	95.26K	95.75K	97.45K	100.26K	102.62K	97.05K	95.19K	95.61K	98.35K	102.62K	108.71K
6		5 106.53K	106.10K	105.36K	104.62K	105.13K	105.74K	109.34K	106.04K	105.34K	105.99K	105.13K	105.91K	106.64K	109.79K	105.83K	104.94K	105.17K	105.91K	106.69K	110.28K
7		6 106.25K	105.78K	106.14K	106.16K	106.03K	106.59K	109.38K	105.48K	105.85K	105.91K	105.79K	106.56K	106.55K	109.56K	106.71K	106.82K	106.83K	107.02K	107.00K	110.02K
8		7 103.87K	101.70K	100.57K	99.95K	99.55K	100.27K	103.67K	99.67K	99.47K	99.52K	99.26K	100.27K	100.63K	103.28K	100.34K	100.39K	101.15K	102.45K	103.82K	108.24K
9		8 106.53K	103.32K	99.56K	98.15K	98.07K	99.43K	104.44K	100.94K	98.63K	97.71K	98.02K	99.47K	101.36K	104.03K	99.10K	98.28K	98.98K	101.64K	105.14K	111.24K
10		9 104.60K	101.07K	97.29K	95.31K	95.53K	97.30K	103.21K	99.49K	96.98K	95.18K	95.99K	97.47K	100.30K	102.67K	97.08K	95.22K	95.63K	98.36K	102.64K	108.73K
11		10 106.53K	106.12K	105.43K	104.70K	105.21K	105.81K	109.37K	106.07K	105.41K	104.68K	105.22K	105.98K	106.67K	109.83K	105.90K	105.02K	105.26K	105.98K	106.62K	110.28K
12		11 106.23K	105.76K	106.13K	106.16K	106.01K	106.57K	109.37K	105.46K	105.83K	105.91K	105.77K	106.54K	106.53K	109.54K	106.70K	106.81K	106.83K	107.01K	107.00K	110.01K
13		12 103.85K	101.66K	100.48K	99.84K	99.44K	100.17K	103.59K	99.60K	99.38K	99.42K	99.16K	100.18K	100.56K	103.20K	100.24K	100.28K	101.04K	102.36K	103.77K	108.21K
14		13 103.99K	100.29K	96.62K	95.27K	95.18K	96.51K	101.36K	97.97K	95.72K	94.84K	95.13K	96.54K	98.38K	100.96K	96.19K	95.93K	96.07K	98.65K	102.05K	107.96K
15		14 104.54K	101.01K	97.24K	95.26K	95.49K	97.25K	103.12K	99.39K	96.92K	95.13K	95.55K	97.41K	100.21K	102.56K	97.02K	95.16K	95.59K	98.34K	102.60K	108.70K
16		15 109.75K	109.30K	108.53K	107.77K	108.29K	108.92K	112.63K	109.24K	108.52K	107.76K	108.30K	109.10K	109.85K	113.11K	109.02K	108.11K	108.34K	109.10K	109.91K	113.62K
17		16 106.23K	105.75K	106.13K	106.15K	105.99K	106.55K	109.36													

◦ 시뮬레이션 결과 이미지 + Text (1~12월)

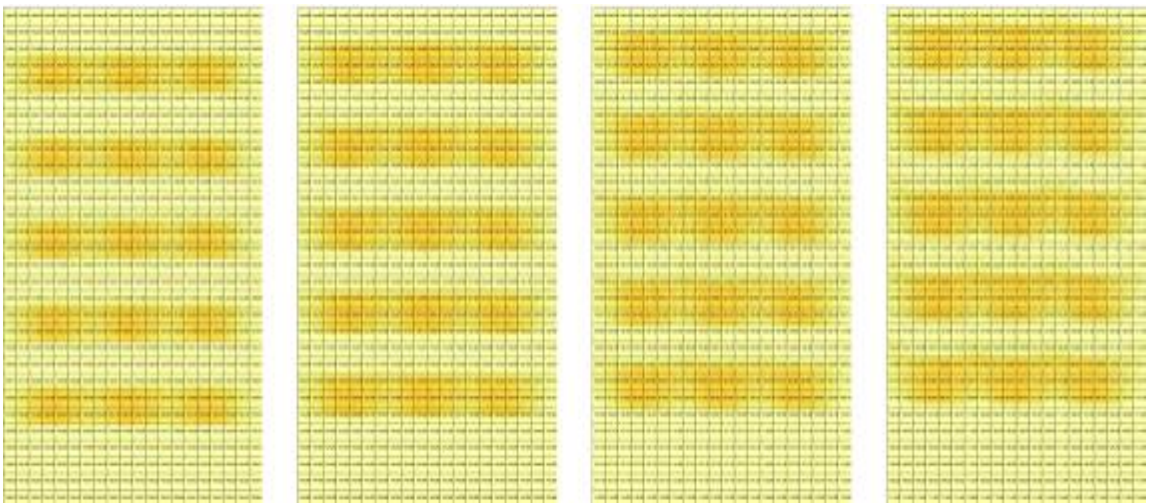
- 1~4월



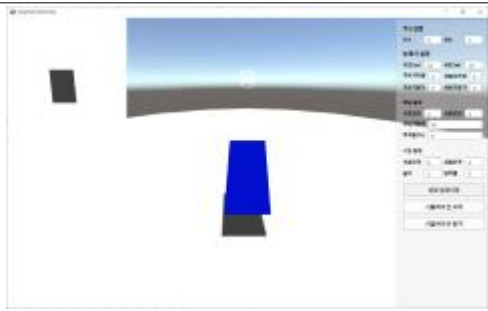
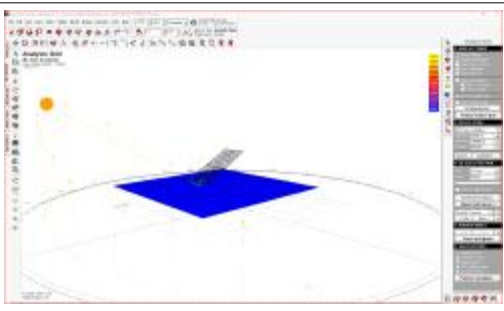
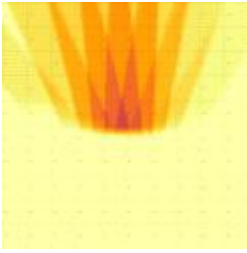
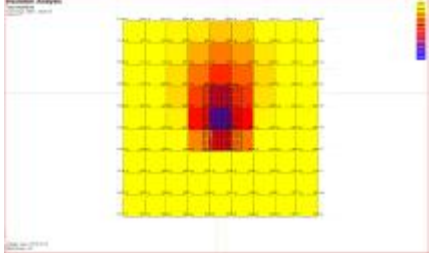
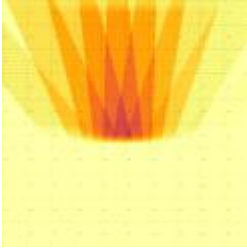
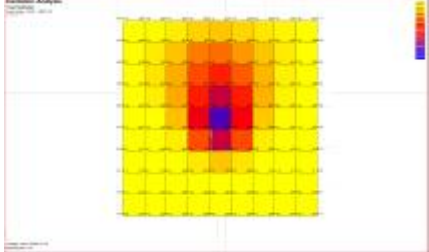
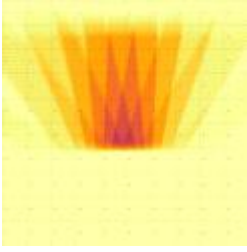
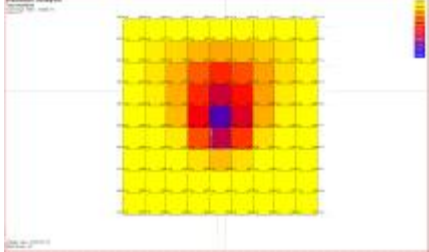
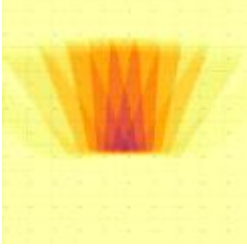
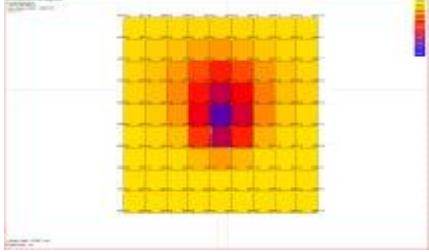
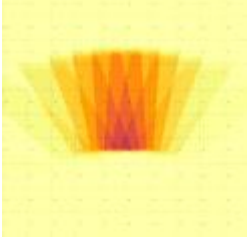
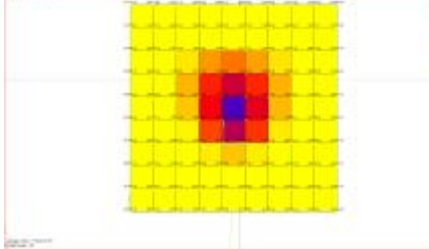
- 5~8월

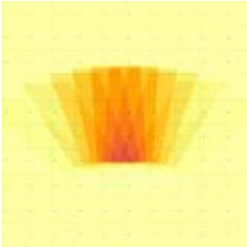
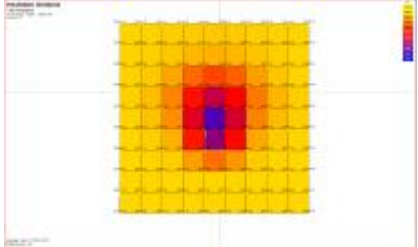
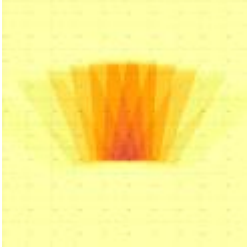
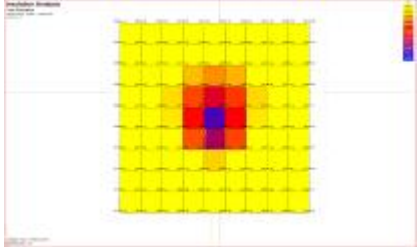
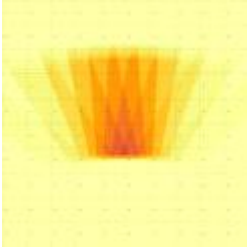
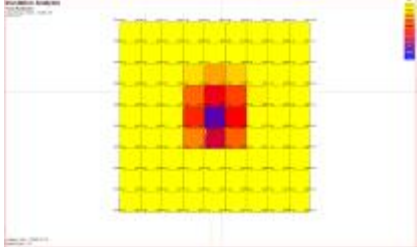
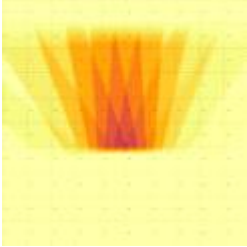
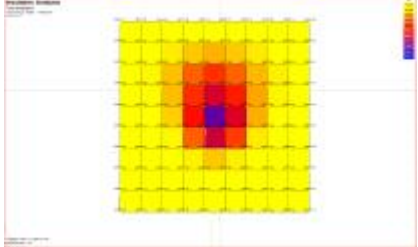
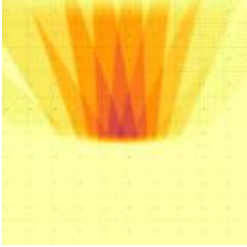
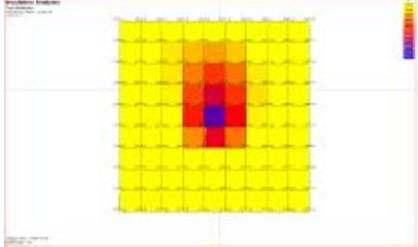
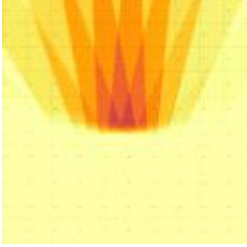
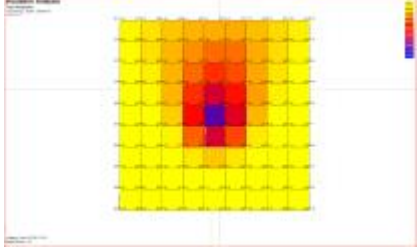
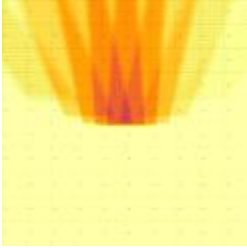
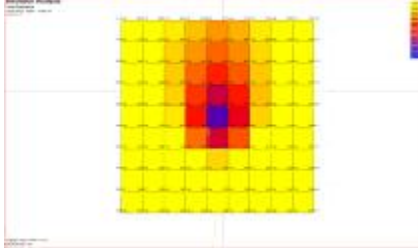


- 9~12월



- 시뮬레이션 결과 평가
  - 음영 전산모사
  - 결과 화면 비교

	본 과제 결과물 3D 시뮬레이터	Ecotect Pro
설계 화면		
1월		
2월		
3월		
4월		
5월		

6월		
7월		
8월		
9월		
10월		
11월		
12월		

· 결과 수치 비교

각 시뮬레이터에서 도출된 결과를 비교하기 위해서 월 단위 누적 일사량 값을 사용하였음

최고 일사량 : 음영이 생기지 않은 구역의 일사량

최저 일사량 : 음영이 생기지 않은 구역의 일사량

평균 음영률 = 음영을 반영한 일사량 / 음영을 반영하지 않은 총 일사량

SM	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
최고 일사량	120.4	142.3	175.9	169.1	181.4	143.6	140.6	120.7	154.8	154.7	114.3	115.6	144.45
최저 일사량	76.6	69.3	87.3	79.8	92.9	85.5	83.2	71.0	81.5	77.3	58.6	59.9	76.91
평균 음영률	6.9%	7.9%	6.8%	5.9%	5.0%	4.1%	4.2%	4.4%	6.2%	7.5%	8.3%	8.3%	<b>6.3%</b>

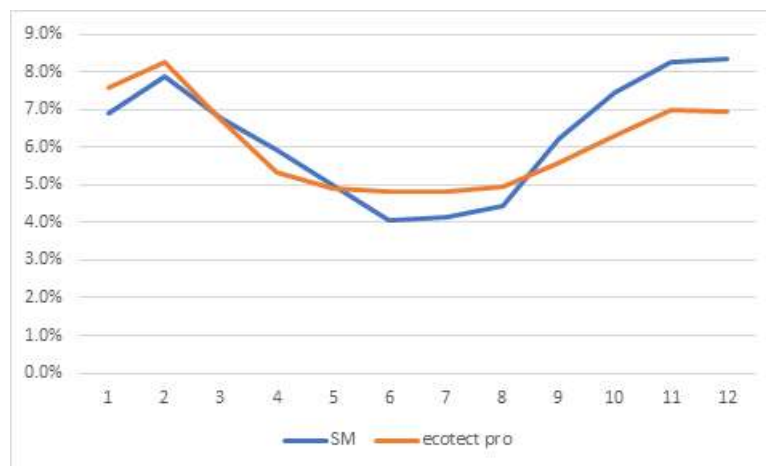
Ecotect Pro	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
최고 일사량	75.7	99.0	138.5	166.7	182.1	165.8	157.1	164.0	139.8	127.3	88.3	73.0	131.44
최저 일사량	25.3	35.6	53.1	67.3	78.4	73.3	69.9	68.8	56.2	47.3	32.9	27.7	52.98
평균 음영률	7.6%	8.3%	6.7%	5.3%	4.9%	4.8%	4.8%	4.9%	5.6%	6.3%	7.0%	6.9%	<b>6.1%</b>

· 최고 / 최저 일사량 비교 그래프



좌: SM 시뮬레이터 최고/최저 일사량 그래프, 우: Ecotect pro 최고/최저 일사량 그래프

· 평균 음영률 비교 그래프



- 발전량 전산모사

· 결과 수치 비교

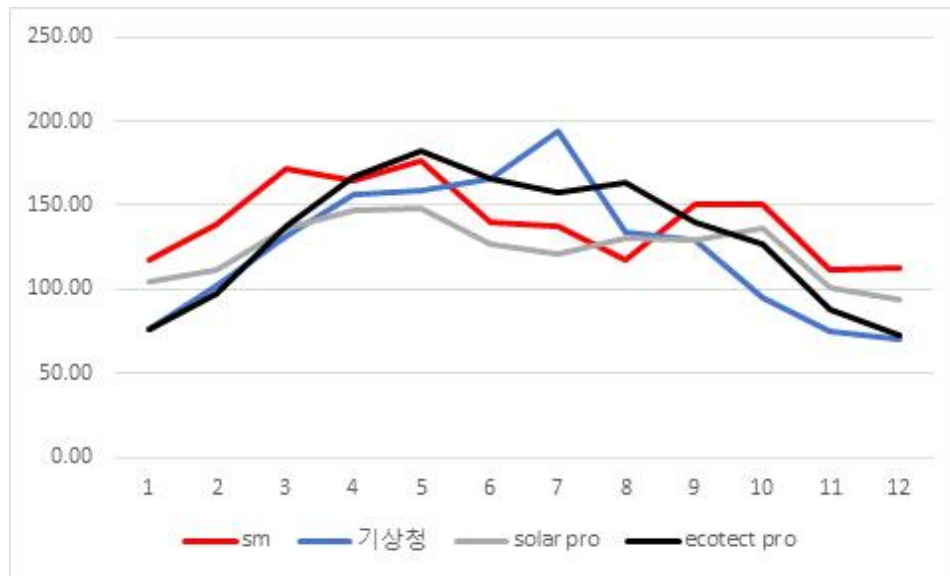
[단위 : kWh]

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
sm	117.51	138.87	171.66	164.97	176.98	140.09	137.21	117.76	151.01	150.95	111.53	112.80	1,691.34
기상청	76.31	101.73	131.07	156.69	158.24	166.40	193.87	133.51	128.91	95.21	75.36	70.11	1,487.41
solar pro	103.94	111.68	136.46	146.47	147.88	126.77	120.43	130.91	128.79	136.05	101.28	93.40	1,484.06
ecotect pro	75.72	97.13	137.07	166.67	182.07	165.78	157.14	164.03	139.78	127.34	88.29	73.01	1,574.03

· 편차 비교

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
sm solar pro	+13%	+24%	+26%	+13%	+20%	+11%	+14%	-10%	+17%	+11%	+10%	+21%
sm ecotect pro	+55%	+43%	+25%	-1%	-3%	-15%	-13%	-28%	+8%	+19%	+26%	+54%
solar pro ecotect pro	+37%	+15%	+0%	-12%	-19%	-24%	-23%	-20%	-8%	+7%	+15%	+28%

- 월 별 누적 일사량 시뮬레이션 결과



- 고찰

- SM 시뮬레이터는 Ecotect pro과 음영 시뮬레이션 결과를 비교하고 Solar pro와 발전량 시뮬레이션 결과를 비교하기 위해서 각 프로그램의 공통 요소인 일사량을 기준으로 하였음
- Ecotect pro는 제공되는 도시 중 선택하여 시뮬레이션을 제공하고, Solar pro는 경도 수정은 되지만 위도 설정을 수정할 수 없어서 마찬가지로 정확한 시뮬레이션 지점을 설정할 수 없었음
- 따라서, Solar pro는 광주 지역 기준으로 경도를 수정하였고, Ecotect pro에서 나주를 선택하였으며, SM 시뮬레이터에서는 SMSOFT 본사(나주시 도민길 50)를 선택하였음
- Solar pro와 Ecotect pro에서 일사량 값이 약 14% 정도 차이가 나고 있음
- SM 시뮬레이터와 Ecotect pro의 음영을 전산 모사한 결과 SM 시뮬레이터는 연 평균 6.3%, Ecotect pro는 연 평균 6.1% 로 근사치로 도출되었음 (96.7%)
- SM 시뮬레이터와 Solar pro의 발전량을 전산 모사한 결과 SM 시뮬레이터는 연 1,691.34, Solar pro는 연 1,484.06으로 약 14% 차이를 보임 (일사량 차이와 같은 결과)

**(평가의견 반영 C)**

**– Solar Pro와 Ecotect Pro의 일차도 검증 불가사영 및 향후 보완방안**

- Solar Pro와 Ecotect Pro는 과거 데이터에 기반한 음영과 발전량 시뮬레이션으로써 항상 고정 값을 결과로 제시함.
- SM 시뮬레이터는 천문 데이터에 기초한 일사량 값과 더불어 기상청 데이터로 부터 해당 지역의 최근 일기예보와 과거 기상자료를 토대로 기후요소(비)와 운량을 예측하여 음영과 발전량을 시뮬레이션하고 있음
- 따라서, Solar Pro와 Ecotect Pro는 과거 기록(off-line)으로 부터의 시뮬레이션인 반면, SM 시뮬레이터는 최신 기상데이터(on-line)를 반영하여 시뮬레이션하고 있어서 일차도를 확인하는 것이 적합하지 않음
- 시뮬레이션 결과의 정확성 검증을 위해서 실증 Site의 기상청 데이터를 수집하여 예측 데이터를 생성하고, 실증 Site의 실제 데이터와 비교하여 매년 정확도가 어떻게 변해 가는지 확인해야함.
- Solar Pro와 Ecotect Pro의 시뮬레이션과 SM 시뮬레이터의 시뮬레이션 결과를 실측 데이터와 비교하여 정확성을 검증할 것임

**(평가의견 반영 A)**

**– 실증데이터와 시뮬레이션 비교 결과**

- 실증데이터 예시 (함양군 농업기술센터)

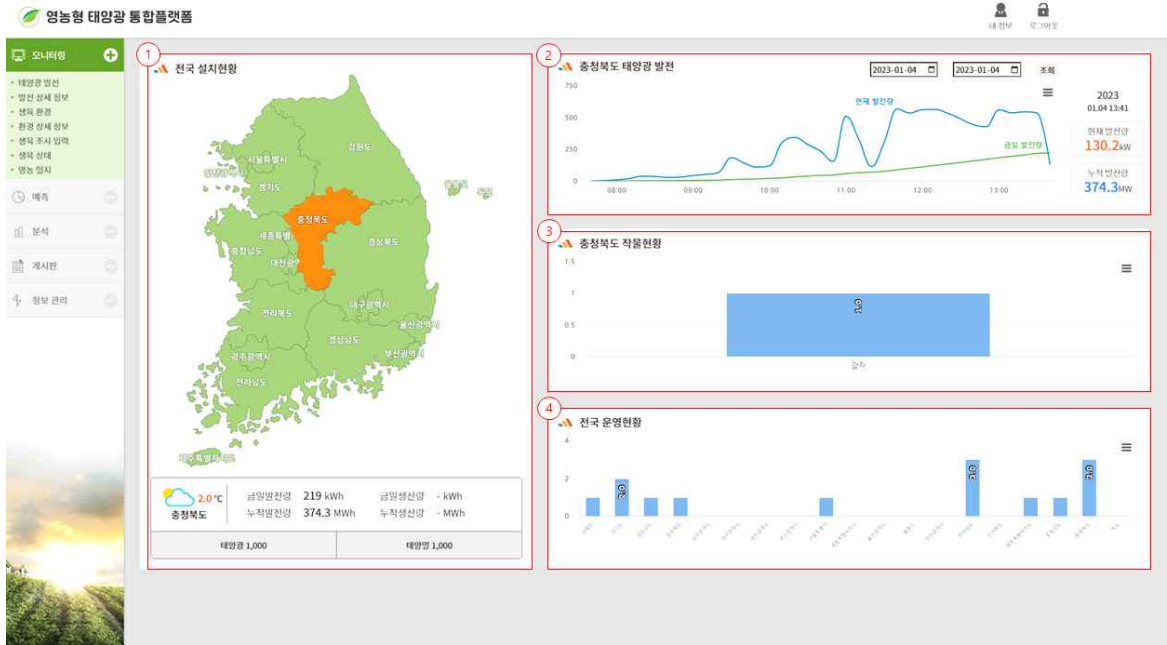
PLAC_ID	date_time_str	frequency_2	now_power_2	power_factor_2	pv_current_2	pv_power_2	pv_wolt_2	r_current_2	r_wolt_2	s_current_2	s_wolt_2	t_current_2	t_wolt_2	total_power_2
01	2023-02-03 00:00	59.99538217305934	248.645263678175	55.91496263678175	5.07529446302323	317.872802734375	626.1428537421875	6.04161044616069	387.59112548828125	6.338146660553055	387.59112548828125	6.997747898101807	387.59112548828125	20053377.0
01	2023-02-03 00:15	59.98817825317383	215.7627421875	96.0542268710531	6.4284055250977	406.91308939375	629.378051578125	4.731554488345	391.901203595125	4.78091051255919	391.901203595125	4.76607998086187	391.901203595125	20052426.0
01	2023-02-03 00:30	59.99296827128316	610.447285625	96.4676925991211	10.25428527360838	651.404296875	635.128953125	9.23979495911719	392.15869140625	9.28917312207031	392.15869140625	9.24991416931152	392.15869140625	20056001.0
01	2023-02-03 00:45	59.99600177001933	772.890625	96.951612600664	12.79728270935086	8147.5546875	636.66235315625	11.702351570120395	392.1201477050781	11.72887702765918	392.1201477050781	11.74740405339355	392.1201477050781	20055647.0
01	2023-02-03 00:59	59.98330170191094	523.9140234375	93.2206949916718	9.886665232125	628.945078125	632.200220072652	8.2307840255468	393.506707763919	8.22740682292516	393.506707763919	8.1948606093798	393.506707763919	20057112.0
01	2023-02-03 01:00	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 01:15	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 01:30	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 01:45	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152344	6.175252996817827	393.1182556152344	20058194.0
01	2023-02-03 01:59	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 02:00	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 02:15	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 02:30	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152344	6.175252996817827	393.1182556152344	20058194.0
01	2023-02-03 02:45	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 02:59	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 03:00	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 03:15	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152344	6.175252996817827	393.1182556152344	20058194.0
01	2023-02-03 03:30	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 03:45	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 03:59	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 04:00	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152344	6.175252996817827	393.1182556152344	20058194.0
01	2023-02-03 04:15	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 04:30	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 04:45	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 04:59	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152344	6.175252996817827	393.1182556152344	20058194.0
01	2023-02-03 05:00	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 05:15	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 05:30	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 05:45	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152344	6.175252996817827	393.1182556152344	20058194.0
01	2023-02-03 05:59	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 06:00	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 06:15	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 06:30	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152344	6.175252996817827	393.1182556152344	20058194.0
01	2023-02-03 06:45	59.99779848191406	6651.5380939375	91.58112335205078	11.06234160066347	7042.29638678125	636.600891132812	10.933153189614	395.622955322656	10.95868136569679	395.622955322656	10.9592495816740487	395.622955322656	20057586.0
01	2023-02-03 06:59	59.9944873047	5443.521925625	92.79613494873047	9.92718782450505	6260.23441393375	633.6444091796875	8.56669330969238	394.5489962402344	8.59941664213335	394.5489962402344	8.598404529724121	394.5489962402344	20055049.0
01	2023-02-03 07:00	59.9984208505078	4914.448208625	93.4638142175086	8.97031307202409	5860.553125	633.144100309625	7.778827205537	394.11578125	7.7519100100708	394.11578125	7.77817076815381	394.11578125	20054479.0
01	2023-02-03 07:15	59.9953046016113	4016.827932578125	95.4167251569914	6.882318496704102	4288.8514296875	623.13837969375	6.160777891782023	393.1182556152344	6.20473575502041	393.1182556152			



(나) 플랫폼 개선 및 실증단지 활용 SW 고도화

□ 농가 사용자용 영농형 태양광 통합플랫폼

◦ 메인페이지



- 전국 설치현황(①)

- 각 광역 시/도별 설치현황을 지도형태로 표시
- 지도의 각 광역 시/도를 클릭 시 해당 지역의 현재 기온, 금일발전량, 누적발전량, 금일생산량, 누적생산량을 하단에 표출
- 현재 접속한 사용자의 지역을 우선으로 표시

- 태양광 발전(②)

- 각 광역 시/도별 태양광 발전 추이를 선형(Line) 그래프로 표출
- 좌측 지도의 각 광역 시/도를 클릭시 해당 지역의 태양광 발전 그래프로 전환
- 기간 조회로 조회 시 해당 기간동안의 태양광 발전 그래프를 표출
- 현재 접속한 사용자의 지역을 우선으로 표시

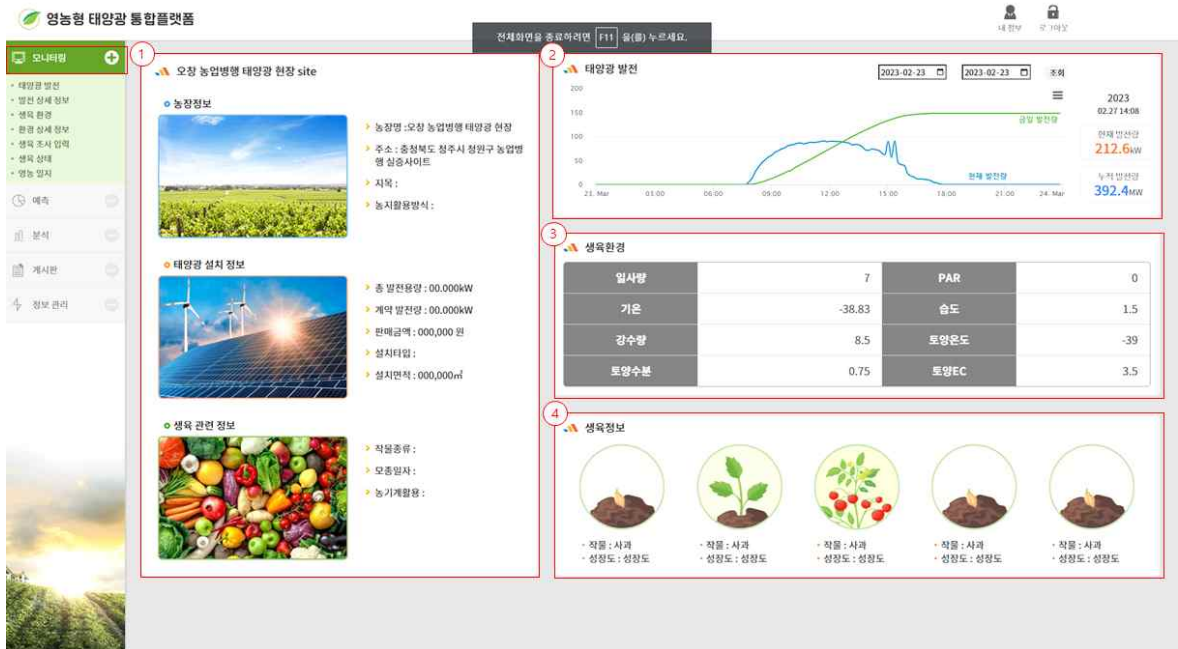
- 작물현황(③)

- 각 광역 시/도별 생산 작물 현황을 막대(Bar) 그래프 형태로 표출
- 지도의 각 광역 시/도를 클릭 시 해당 지역의 작물 현황 그래프로 전환
- 현재 접속한 사용자의 지역을 우선으로 표시

- 전국 운영현황(④)

- 각 광역 시/도의 영농형 태양광 운영 현황을 막대(Bar) 그래프 형태로 표출
- 각 시/도별로 영농형 태양광 운영중인 사이트의 수를 표시

◦ 모니터링



- 좌측 모니터링 링크를 클릭 시 모니터링 페이지로 이동

- 영농형 태양광 종합 정보①)

- 현재 접속한 사용자의 영농형 태양광 종합 정보를 제공
- 농장의 기본 정보 / 태양광 설치 정보 / 생육 관련 정보를 표출

- 태양광 발전②)

- 현재 접속한 사용자의 영농형 태양광 사이트의 태양광 발전 정보를 표시
- 선형(Line) 그래프와 현재값(현재 발전량/누적 발전량)을 표출
- 상단의 기간 조회를 선택하여 선택한 기간의 정보를 표출 가능
- 그래프 우상단 메뉴버튼 클릭 시 표시된 그래프의 데이터를 파일로 다운로드 가능

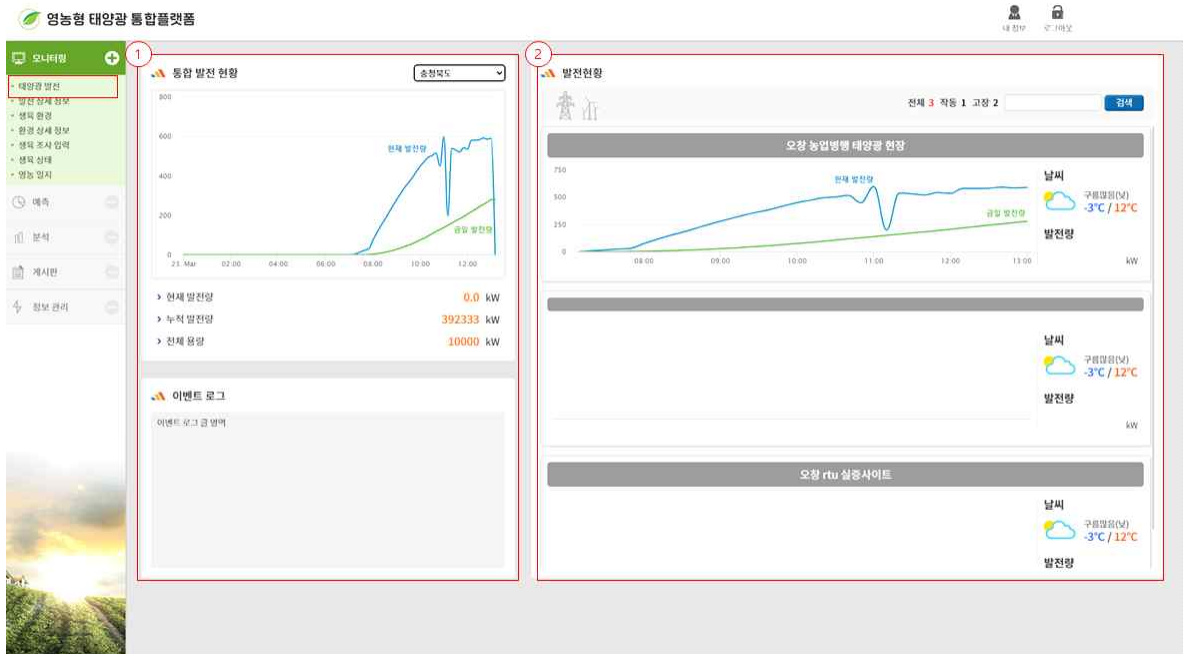
- 생육환경③)

- 현재 접속한 사용자의 영농형 태양광 사이트의 생육환경 정보를 표시
- 생육 환경 데이터를 표 형태로 현재값을 표출

- 생육정보④)

- 현재 접속한 사용자의 영농형 태양광 사이트의 생육정보를 표시
- 현재 재배중인 작물의 성장도를 이미지로 표출

◦ 태양광 발전



- 좌측 태양광 발전 링크를 클릭 시 태양광 발전 페이지로 이동

- 통합 발전 현황(①)

- 각 시/도별 통합 발전 현황을 선형(Line) 그래프와 현재값으로 표시
- 우 상단 선택 박스에서 각 시/도를 선택할 수 있고 선택된 지역의 데이터를 표출
- 특이사항이 있을 때 이벤트 로그를 표출
- 현재 접속한 사용자의 지역을 우선으로 표시

- 발전현황(②)

- 선택된 각 시/도 내에 있는 영농형 태양광 사이트의 개별 데이터를 표시
- 각 사이트별 발전 현황과 현재값을 선형(Line) 그래프와 텍스트로 표출
- 각 사이트의 현재 날씨 정보를 표출

◦ 발전 상세 정보



- 좌측 발전 상세 정보 링크를 클릭 시 발전 상세 정보 페이지로 이동

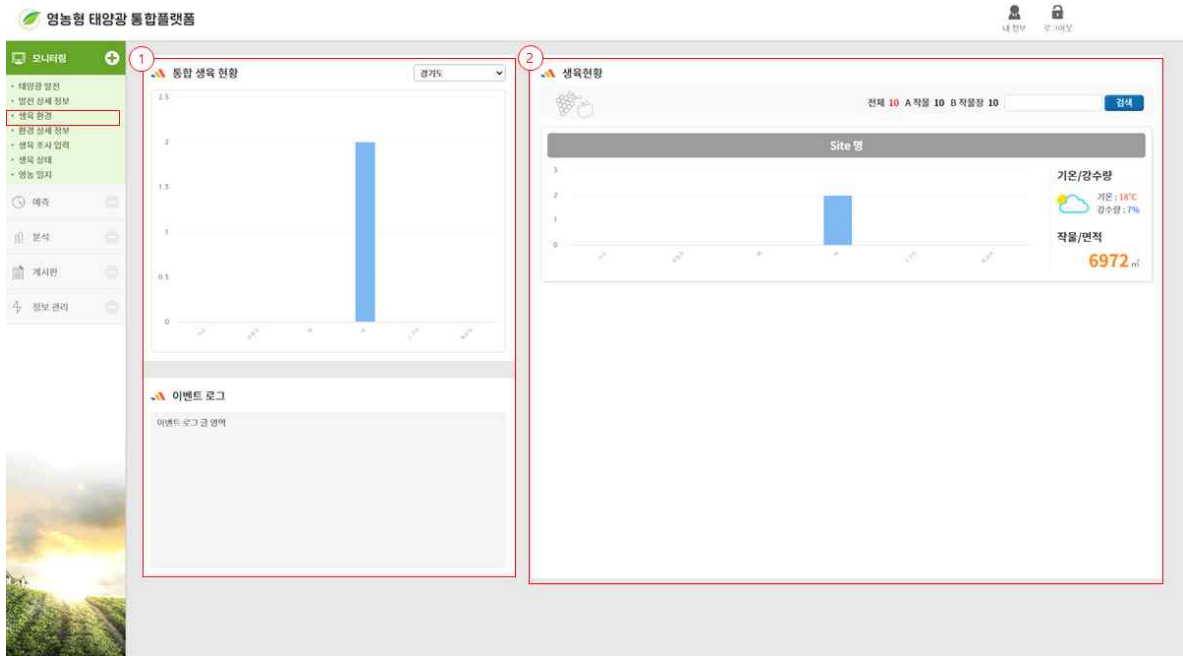
- 인버터 정보(①)

- 각 시/도별 발전 장비와 연결된 인버터의 수집 데이터 최근값을 표 형태로 표시
- 우측의 선택 상자에서 각 시/도를 선택할 수 있고 선택된 지역의 데이터를 표출
- 현재 접속한 사용자의 지역을 우선으로 표시

- 그래프(②)

- 인버터 정보의 각 데이터의 내용을 그래프로 표시
- 우상단 선택 상자에서 표시하고자 하는 데이터를 선택
- 선형(Line) 그래프 형태로 표출

◦ 생육 현황



- 좌측 생육 현황 링크 클릭 시 생육 현황 페이지로 이동

- 통합 생육 현황(①)

- 각 시/도별 통합 생육 현황을 막대(Bar) 그래프 형태로 표출
- 우측 선택 상자에서 시/도를 선택하여 선택한 지역의 데이터를 표시
- 특이사항 발생 시 이벤트 로그로 표출
- 현재 접속한 사용자의 지역을 우선으로 표시

- 생육 현황(②)

- 각 시/도에서 운영중인 영농형 태양광 사이트의 생육 현황을 막대(Bar) 그래프 형태로 표출
- 각 사이트의 날씨 정보와 재배 면적 데이터를 표시

◦ 환경 상세 정보



- 좌측 환경 상세 정보 링크를 클릭 시 환경 상세 정보 페이지로 이동

- 농장 정보(①)

- 현재 접속한 사용자의 농장 정보를 제공
- 농장의 환경정보(일사량, 기온, 강수량, 토양수분, PAR, 습도, 토양온도, 토양EC) 현재값을 하단에 표 형태로 표출

- 기상청 정보(②)

- 현재 접속한 사용자의 농장이 위치한 지역의 기상정보를 제공
- 기상청의 기상예보 API의 정보를 바탕으로 기상상황, 현재온도, 최고/최저기온, 강수량, 습도, 풍속의 현재값을 제공

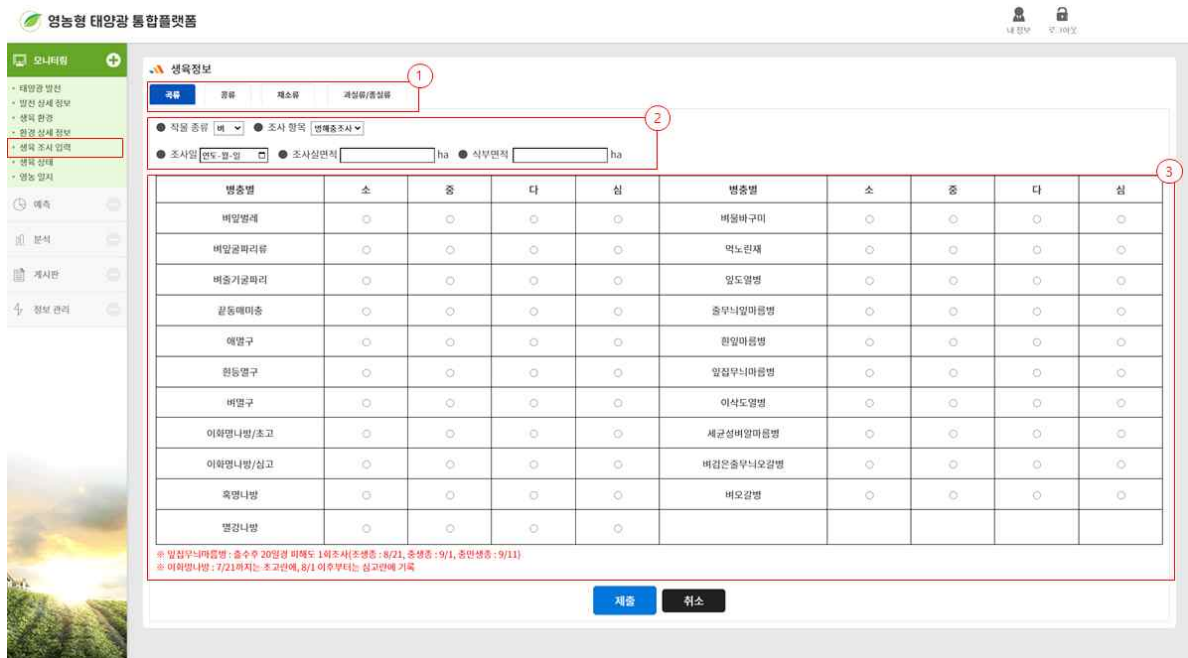
- 그래프(③)

- 현재 접속한 사용자의 농장의 환경정보를 선형(Line) 그래프 형태로 표출
- 상단의 각 탭을 클릭하면 선택한 환경정보로 전환
- 우상단의 날짜선택란에서 조회하고자 하는 날짜를 선택하면 해당일의 환경정보로 전환
- 날짜 선택란 하단의 메뉴버튼을 클릭하여 엑셀출력을 선택하면 해당 정보를 엑셀파일로 다운로드

- 풍향 풍속(④)

- 현재 접속한 사용자의 농장이 위치한 지역의 풍향과 풍속을 영역(Area) 그래프 형태로 표출
- 영역 그래프는 풍속을 표시하고 하단에 화살표의 각도를 조정하여 풍향을 표시

◦ 생육 조사 입력



- 좌측 생육 조사 입력 링크를 클릭 시 생육 조사 입력 페이지로 이동

- 조사 작물 대분류 선택(①)

- 조사 작물의 대분류에 해당하는 탭을 클릭
- 선택한 작물의 조사 항목과 방법에 따라 하단의 선택 메뉴 및 조사 항목이 변경됨

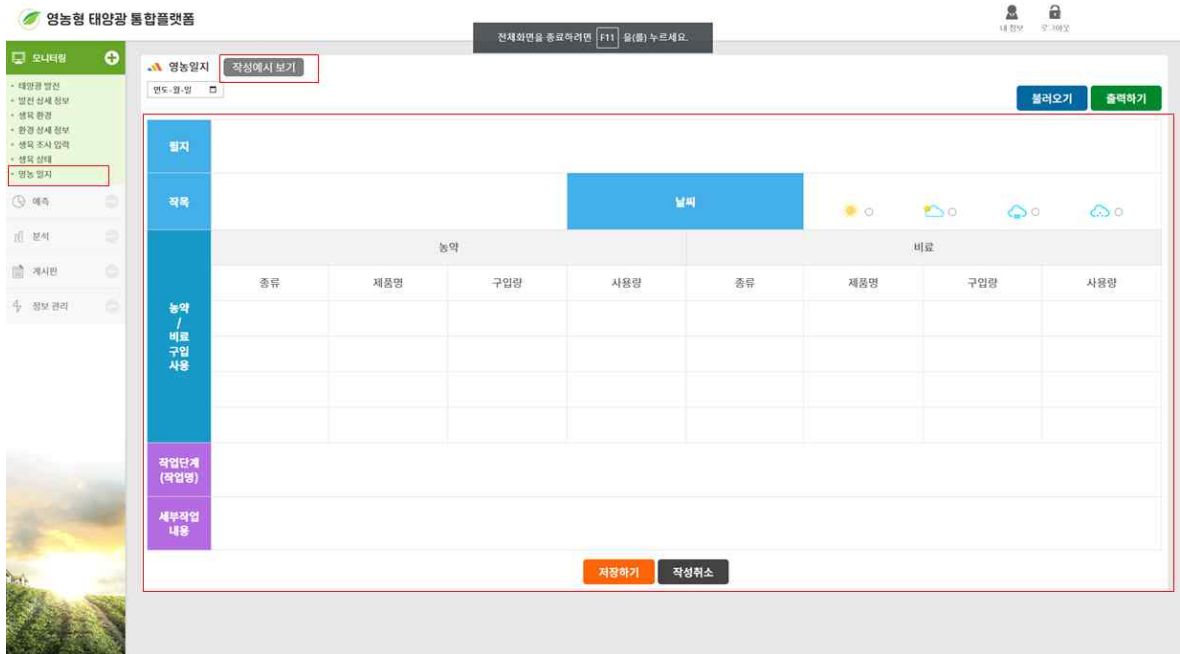
- 조사 작물 하위 분류 선택(②)

- 조사 작물의 종류 선택 : 위에서 선택한 대분류에 따라 작물 종류 자동 변경
- 조사 항목 선택 : 선택 상자를 클릭하여 조사 항목을 선택
- 조사일/조사면적등 추가 정보는 작물 종류 및 조사 항목에 따라 달라짐

- 생육 조사 입력(③)

- 위의 ①, ②단계의 선택에 따라 조사 입력 양식이 선택에 맞게 변경되고 양식에 따라 입력 후 하단의 제출 버튼을 누르면 생육 조사 정보가 Database로 저장

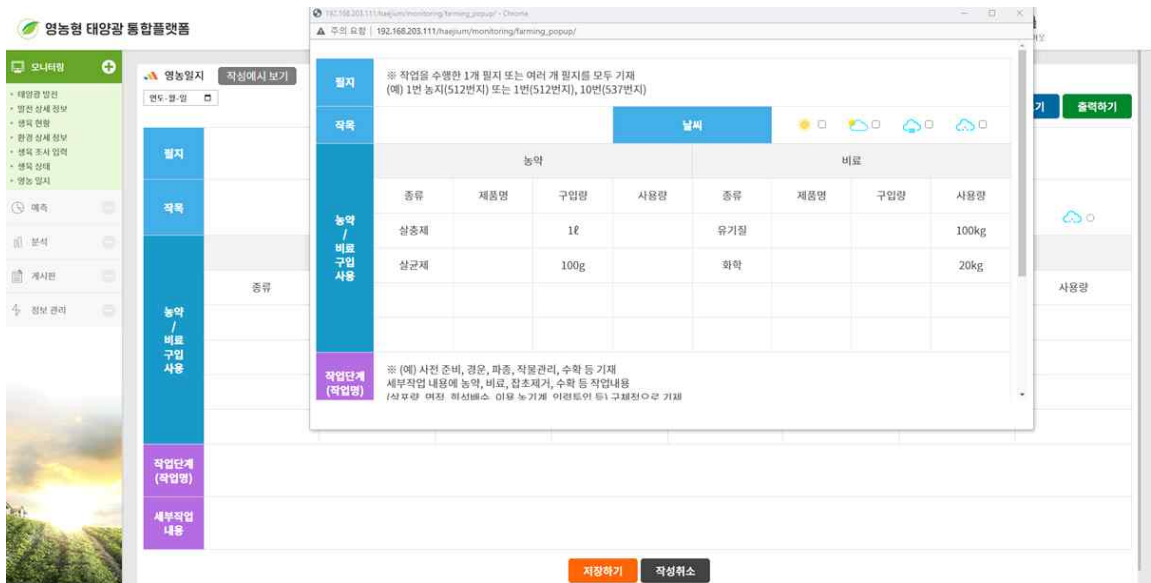
영농 일지



- 좌측 영농 일지 링크를 클릭 시 영농 일지 페이지로 이동

- 영농 일지 작성

- 제공된 양식에 따라 각 항목에 맞게 영농 일지 작성
- 좌 상단 작성예시 보기를 누르면 사전 작성된 영농 일지 예시 팝업 생성



· 작성 후 하단의 저장하기 버튼을 클릭하면 영농 일지 저장



□ 영농형 태양광 실증센터 모니터링



- 전국 현황
  - 영농형태양광발전소의 전국 분포 현황과 기상특보 발령 및 고장 발생 지역을 시각적으로 제공
- 영농형태양광 설치현황
  - 영농형태양광발전소가 설치된 전체 규모와 형태 및 출력량, 발전효율 등 발전 현황 정보 제공
- 발전량 / 기상청 예보 / 고장정보
  - 영농형태양광발전소의 실시간 운전 현황을 볼 수 있는 기상청 예보와 발전량 및 고장정보 모니터링
- 평균 발전 시간 / 경작지 CCTV
  - 전국의 지역 별 평균 발전 시간과 경작지 CCTV 링크를 제공 (CCTV는 추후 제공 가능)
- 재배 작물 통계
  - 각 지역별 재배 작물을 곡류/콩류/채소류/과실류로 분류 후 각 대분류에 해당하는 작물의 개소와 감수율을 표와 그래프로 표출
- 생육현황/환경정보
  - 전체 사이트를 대상으로 각 환경변수의 하부경지/노지의 편차 비율을 막대(Bar) 그래프로 표출
  - 각 환경변수의 시험구, 대조구의 데이터와 편차 비율을 표 형태로 표현
  - 대조구, 시험구의 일사량 정보를 선형(Line) 그래프로 표출(일평균, 월평균, 연평균 선택 가능)

(다) 이기종 센서 데이터 수집을 위한 Gateway 디바이스 제작

□ RTU 설계 개발

- 공정별 데이터 수집을 위한 데이터 접점 정의
  - 일반적으로 사용되는 RS485 인터페이스를 통해 계측 장치와 인터페이스 할 수 있도록 구성
  - 향후 요구되는 인터페이스가 추가되거나 변경될 가능성이 있으며, 부분 회로변경을 통해 대처 가능
  - 서버 측 인터페이스를 위한 Ethernet Port 내장
- 접점의 이종 프로토콜 통합 정의 및 RTU(Remote Terminal Unit) 설계 개발
  - 컨트롤러 기본 사양

- Dual ARM Cortex-M0+ @ 133MHz
- 264kB on-chip SRAM in six independent banks
- DMA controller
- 2 on-chip PLLs to generate USB and core clocks
- 30 GPIO pins, 4 of which can be used as analogue inputs
- Peripherals
  - 2 UARTs
  - 2 SPI controllers
  - 2 I2C controllers
  - 16 PWM channels
  - USB 1.1 controller and PHY, with host and device support

- 외부 인터페이스 사양

- 1CH Ethernet
- 4CH RS485

- 계측 장치에서 일반적으로 지원하는 RS485 포트를 기본 인터페이스로 설정하여 회로 설계 진행

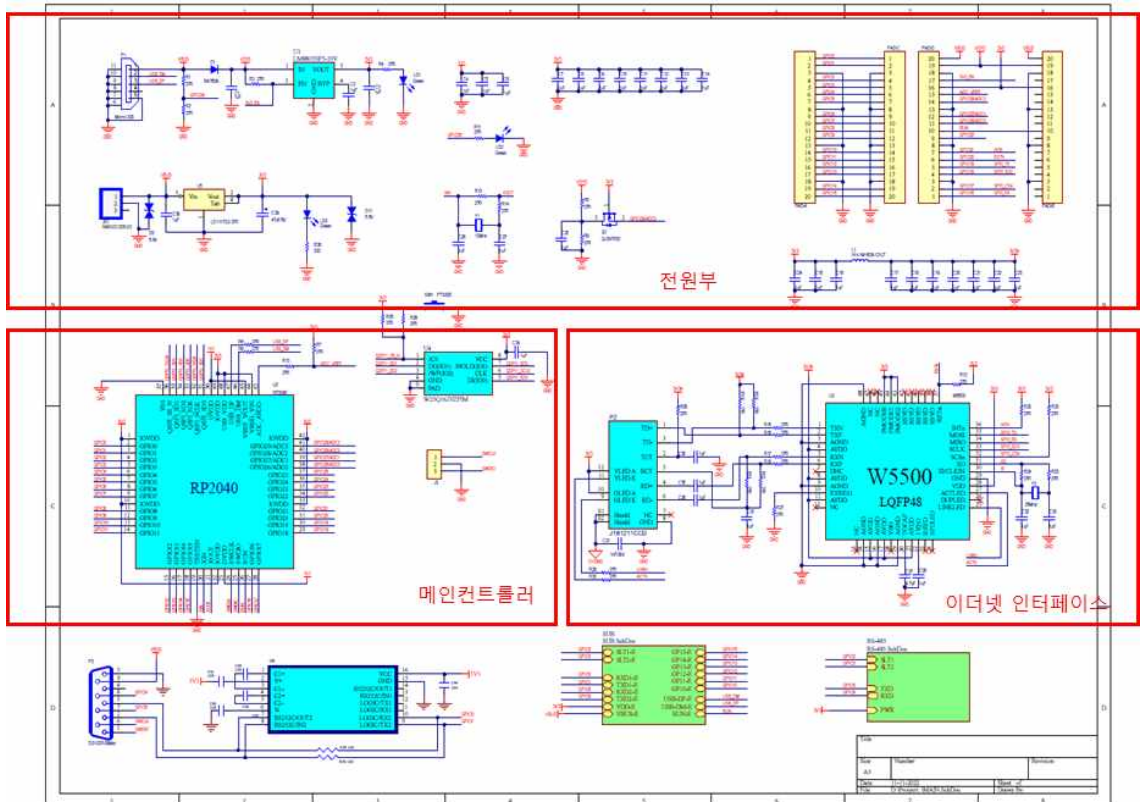


그림 217 메인컨트롤러 회로

- 마이크로프로세서에 지원되는 Serial 통신 포트는 1CH - 2CH이 일반적이며, 가용 포트의 확장을 위하여, 멀티플렉서 회로를 통하여 각 채널을 스위칭하도록 구성
- 4CH RS485 통신 포트를 내장

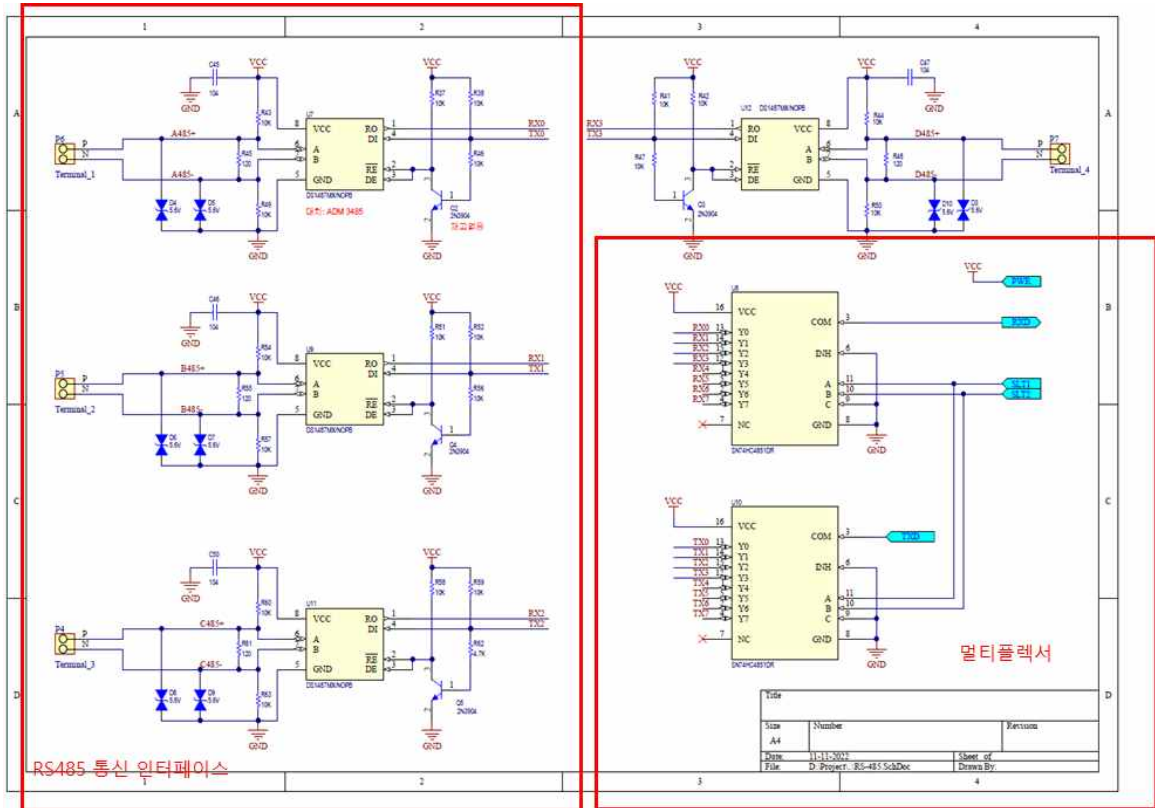
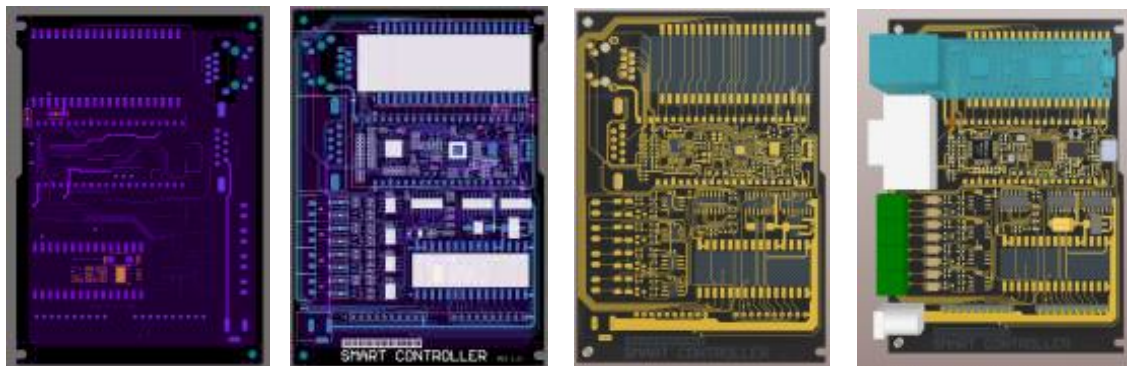


그림 218 RS485 통신 인터페이스 회로

- 설계 회로를 기반으로 PCB Artwork 수행
  - FRP 양면 기판 설계
  - 프로세서 모듈 장착 사용과 프로세서 회로를 기판에 직접 실장하도록 구성하여 모듈 수급 상태에 따라 병행 사용 가능
  - 설계 기판 Size : 80mm x 117mm



### (1) <공동기관 1> (재)녹색에너지연구원

(가) 소프트웨어 고도화를 위한 작물(논,밭,과수)에 따른 실증단지 운용

□ 실증단지 개요 (과수)

- 실증단지 1 (블루베리) : 전라남도 나주시 용산동 333-13
- 실증단지 2 (무화과) : 전라남도 나주시 도민길 50
- 또한, 각 실증단지에 조성된 과수 현황은 다음과 같음. 블루베리는(6~7년생) 150주(실험군 100주, 대조군 50주) 그리고 무화과(3년생)는 150주(실험군 100주, 대조군 50주)를 각각 배치 하였으며, 작물 1주당 개별 관수/양액 공급이 가능하도록 환경을 조성하였음.



그림 223. 16kW급의 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 실증부지

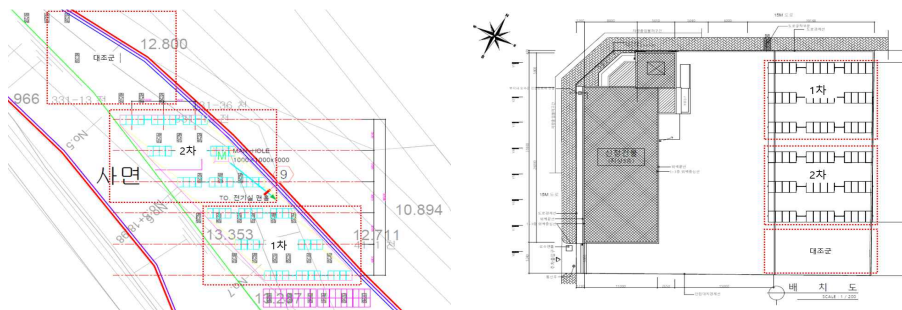


그림 224. 16kW급의 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 배치도면



그림 225. 16kW급의 블루베리 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 전경

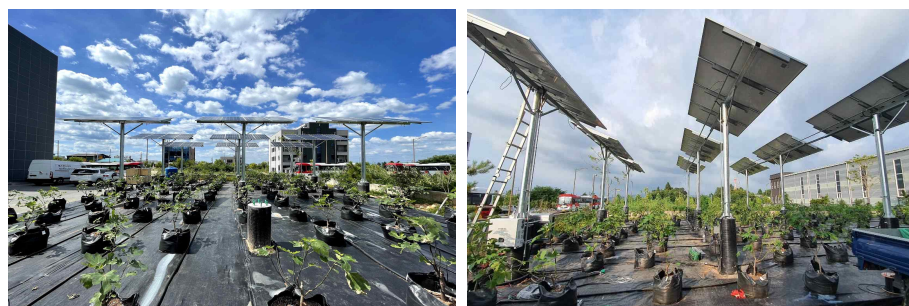


그림 226. 16kW급의 무화과 지주형 영농형 태양광 발전 시스템 전경

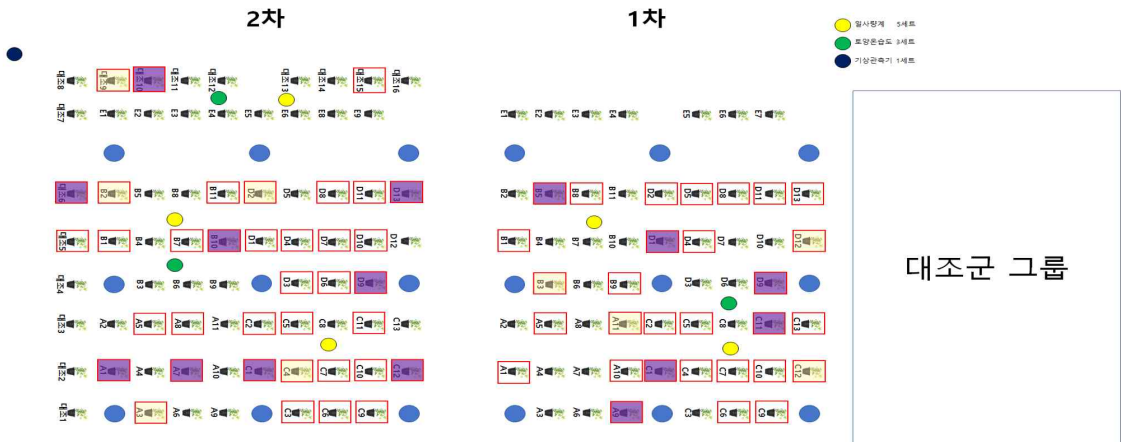
◦ 발전량 및 하부일사량 예측 및 실측 검증을 위한 실험군 조성

- 16kW급 2개소 별 영농형 태양광 하부 일사량 분석 및 실측 비교분석을 위해 실증단지별 실험 섹터를 분류하였으며, 각 과수 1주 마다 실험 고유번호를 부여하였음.



그림 227. 블루베리 및 무화과의 화분별 고유번호 모습

### 블루베리



### 무화과



그림 6. 블루베리 및 무화과의 실험 섹터 설정(안)

□ 실증단지 개요 (밭)

- 실증단지 (배추) : 충청북도 청주시 오창읍
- 기존 운영중인 오창 실증사이트를 바탕으로 하부 일사량 및 실측 검증 수행 예정
  - 영농형 태양광 하부 일사량 분석 및 실측 비교분석을 위해 ‘영농형태양광 설치규격 및 서비스 기준’에 맞추어 센서를 배치 및 구축하여 운영 중임.
  - 추후, RTU를 통하여 통합플랫폼에 작물 생육 데이터 등 연계 예정.



그림 7. 논/밭 작물대상 오창 영농형 태양광 발전 시스템 실증부지

◦ 기 구축 실증사이트 농지 환경 센서류 보강

 <p>과수 작물 생육 확인용 카메라 설치</p>	 <p>과수 작물 생육 하부 일사량 센서 보강</p>
 <p>과수 토양 온습도 센서류 보강</p>	 <p>생육 확인 카메라 원격 어플 연동</p>

그림 8. 실증사이트(과수) 센서류 보강



(나) 농업환경 데이터, 태양광 발전량 실측, 측정 데이터와 전산모사값 비교 및 검증

□ 지주형 영농형 태양광 대상 하부 일사량 예측 분석

- 현재 국내는 일본의 실증 사례를 중용하여 대부분의 실증사이트에서 30%내외의 차광률로 시스템이 설치되고 실증 되고 있음. 이를 전산모사 프로그램 (Autodesk ecotect)으로 분석한 결과 연평균 차광률은 ~20%로 분석됨.
- 실제 작물 실증 결과에서도 10 ~20% 내외의 감수율이 발생됨. 차광률 1%는 농업생산량 감소 1%로 간주되고 있으므로 고부가가치 작물인 과수작물에 적용한다면 농지의 광 환경 개선을 통해 작물의 수확량을 보완할 대책 필요함.
- 하부 일사량 전산모사를 위한 영향인자는 모듈 규격, 간격, 구조물 높이, 투과도, 분석지역 기후 데이터 (30년 평균)를 고려하여 1년 중 계절별 봄, 여름, 가을, 겨울 3개월간 누적일사량을 단위 면적 (2 x 2m)별로 하여 단위 면적당 일사량 감소비율(분석지역 일사량/외부 일사량)을 정규분포로 분석하여 평균값, 편차, 장기음영 면적 비율 등을 통해 음영면적의 분포 및 편차 분석을 추진하였음.
- 지주형 영농병행 태양광발전시스템의 연중 하부 일사량 분석을 추진한 결과임. 본 결과를 바탕으로 개선안 3가지와 각각 비교 및 개선형 모델을 도출하고자 함. 본 시스템의 장기음영발생지역은 약 10% 수준으로 산출되었음.
- 또한, 설치된 모듈의 직후면 그리고 전·후열 모듈에 의해 음영이 중첩된 하부에서의 음영이 중첩되는 양상을 보였음. 반면 어레이 사이에서는 주변보다 음영 발생이 낮은 것으로 분석되었음.

□ 16kW급 지주형 영농형태양광 하부일사량 설계

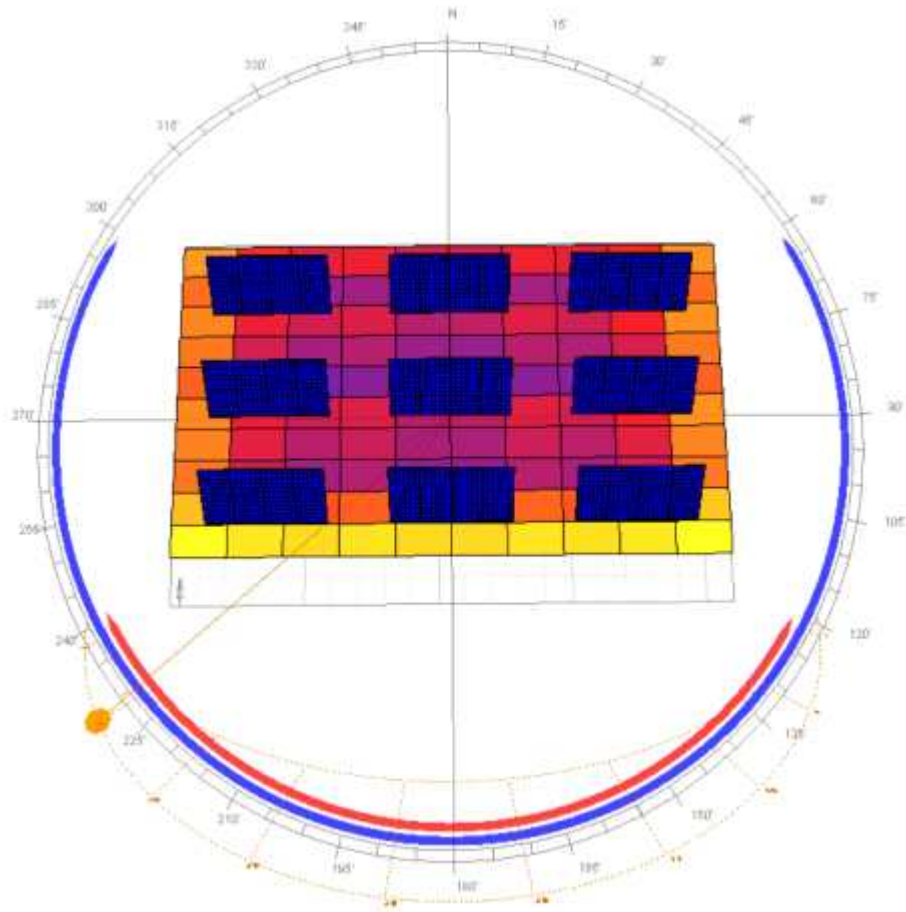
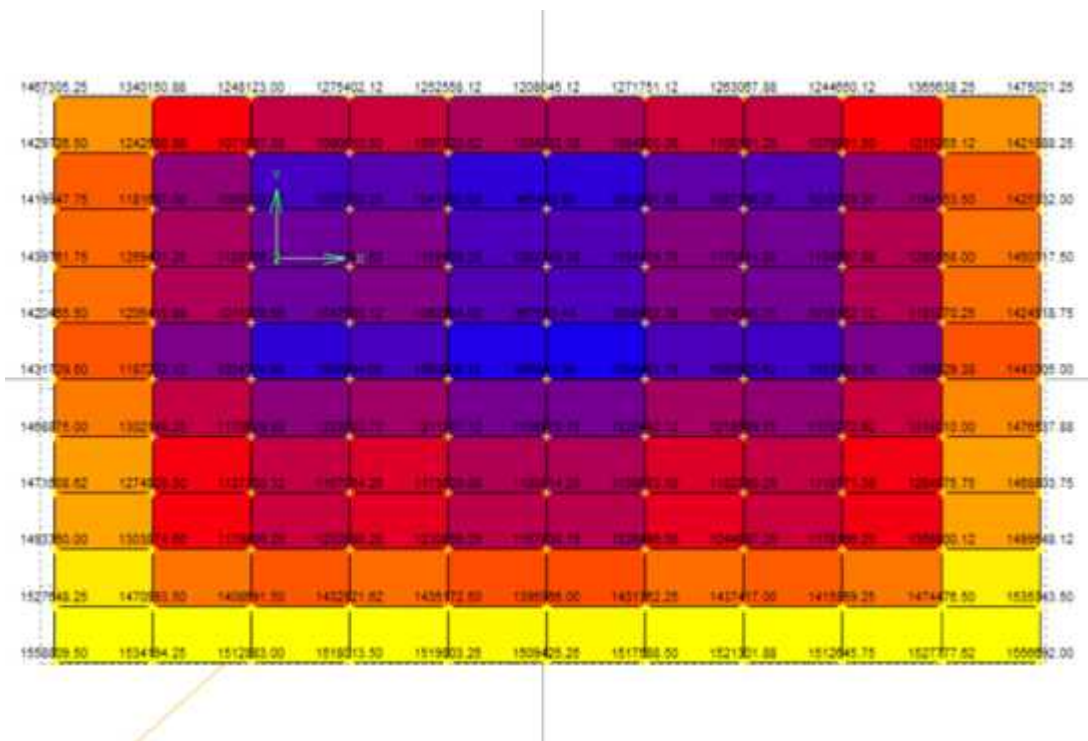


그림 238 16kW급 지주형 영농형태양광 하부일사량 설계 이미지

연중 하부 일사량 분석



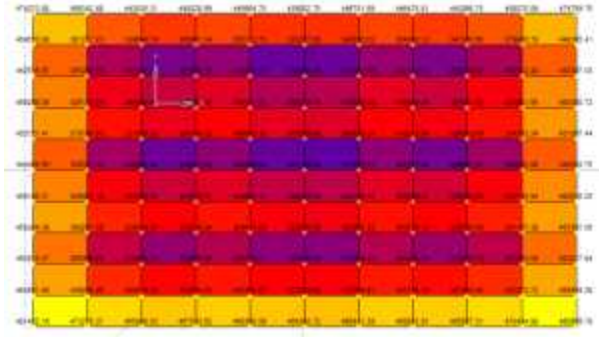
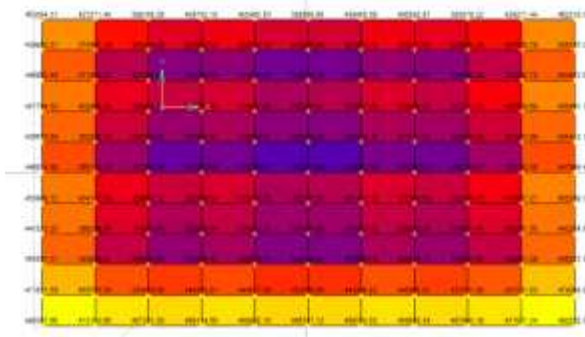
210mm×297mm[(백상지(80g/m<sup>2</sup>) 또는 종질지(80g/m<sup>2</sup>)]



### 계절 별 하부 일사량 분석

<봄>

<여름>



<가을>

<겨울>

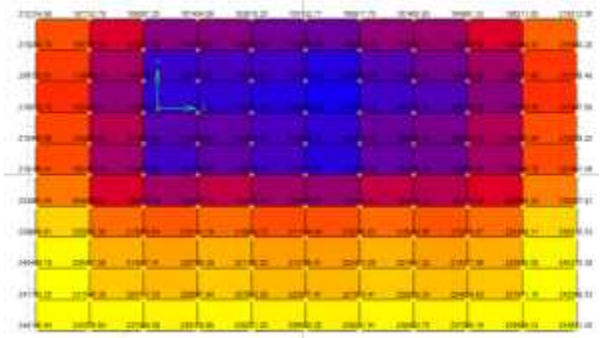
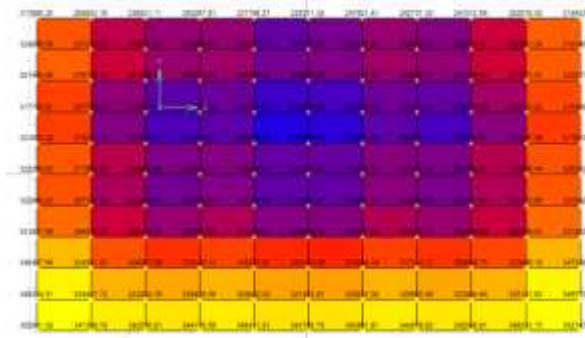


그림 12. 한수원 형 시스템의 연간 하부 일사량 전산모사 결과

어레이 사이 모듈 직후면

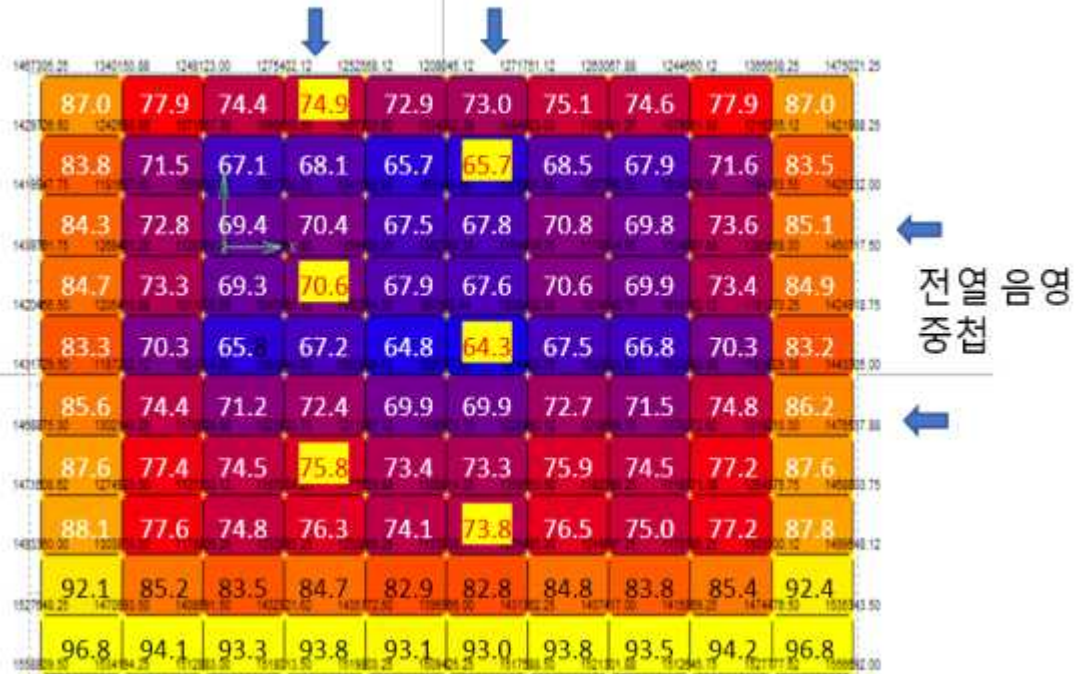


그림 13. 지주형 시스템의 하부 음영 세부 분석 결과

표 1. 지주형 시스템의 연중 입사비율 평균 및 음영 편차 분석

	1년	봄	여름	가을	겨울
일사량 입사비율 (%, 평균)	80.0	79.7	81.1	79.3	79.3
편차 (%)	13.5	14.2	14.4	15.1	13.5

- 따라서, 한수원 형 시스템 기반 하부 일사량 개선 가능 모델을 도출하고자 전산모사를 통해 총 3가지 모델을 도출하였으며, 한수원 형 시스템 대비 하부 일사량 비교 분석을 추진하였음.
- 개선형 모델 1안의 예상 도면은 그림 14와 같으며, 이는 3개 구조물을 가로바를 활용하여 1개로 묶고, 모듈 간 설치 간격 (50cm)을 두어 일사량 투과율 등 개선이 가능하도록 하였음. 3개의 구조물이 하나로 묶여 비교적 높은 구조적 안전성 확보가 가능할 것으로 판단됨. 하부 일사량 전산 모사를 통해 한수원 형 영농병행 태양광발전시스템 (10%) 대비 개선형 모델 1안의 장기음영발생 지역이 약 5%가량 감소 예상 됨.
- 개선형 모델 2안 (그림 15)은 한수원 형 영농병행 태양광발전시스템 기반 모듈 간 배치를 가로와 세로의 4 방위로 각각 배치하여 하부 음영발생지역을 최소화 하고자 하였음. 이에 하부일사량 변화를 전산모사 한 결과, 제안한 다른 개선안 보다 장기음영발생지역이 부지 내 가장 넓게 분산되어 발생함. 하부 일사량 전산모사를 통해 장기음영발생지역이 기존 (10%) 대비 약 5%이하로 감소가 예상됨.
- 개선형 모델 3안은 (그림 16)과 같이 각 모듈 4매를 일정한 간격으로 이격 후 가로로 배치한 모델로, 개선형 1안과 비슷한 수준의 음영변화를 보였으며, 추후 정확한 수치 분석을 추진하고자 함.



그림 14. 지주식 개선형 모델 1안 도면



그림 15. 지주식 개선형 모델 2안 도면

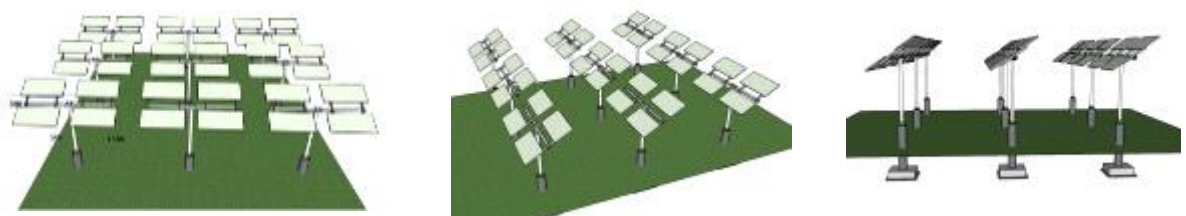
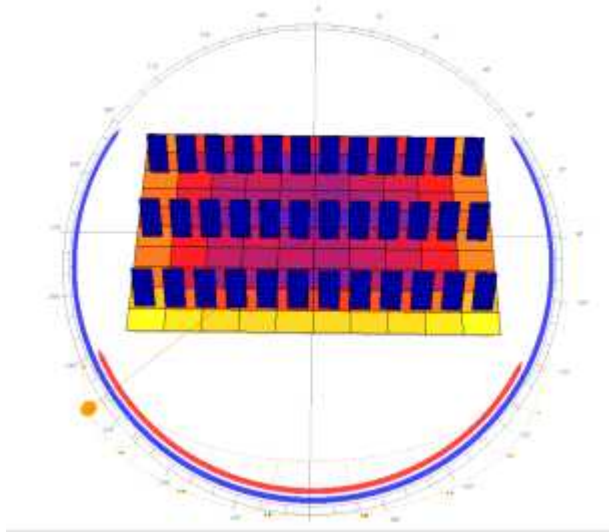


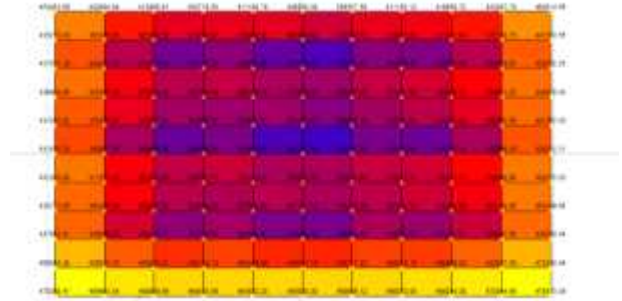
그림 16. 지주식 개선형 모델 3안 도면

개선형 모델 1안 하부일사량 설계 이미지

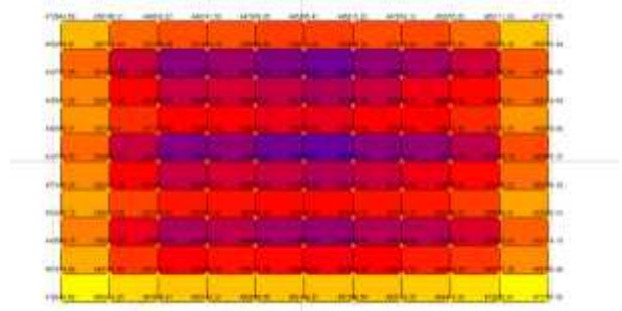


계절 별 하부 일사량 분석

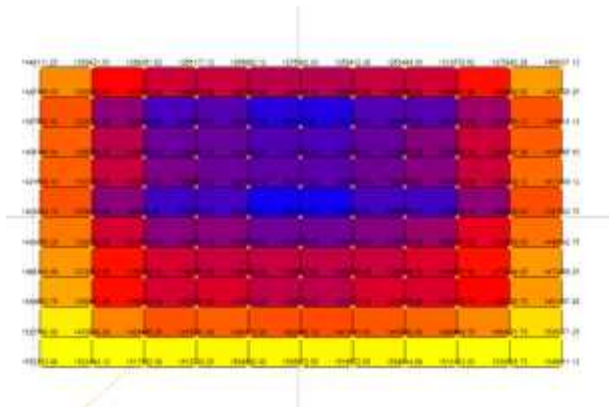
<봄>



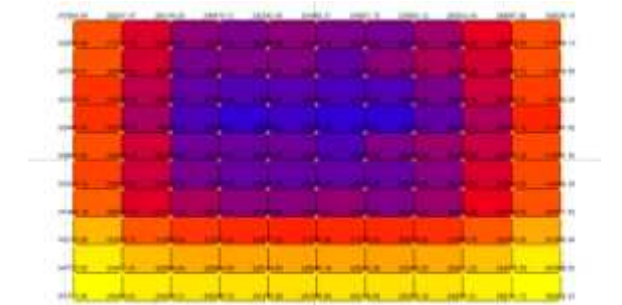
<여름>



연중 하부 일사량 분석



<가을>



<겨울>

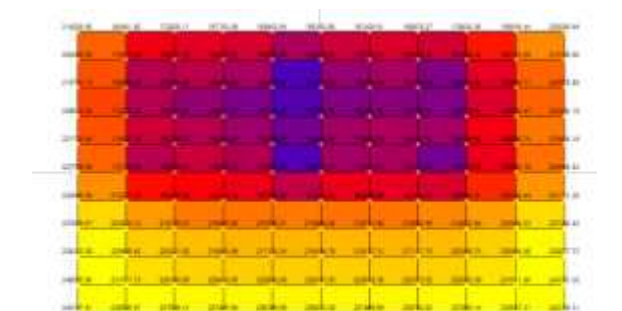
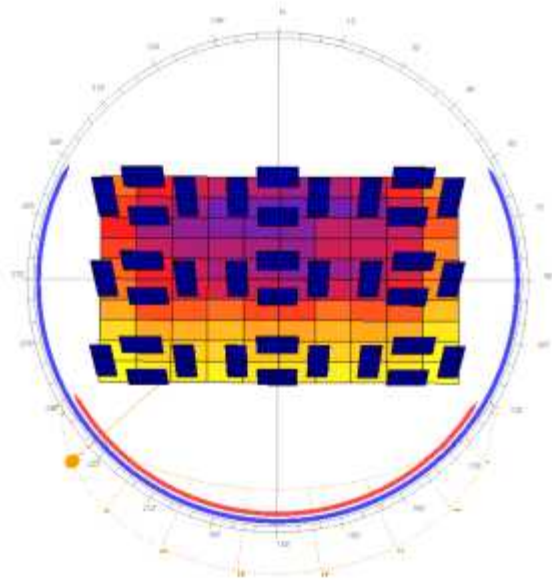
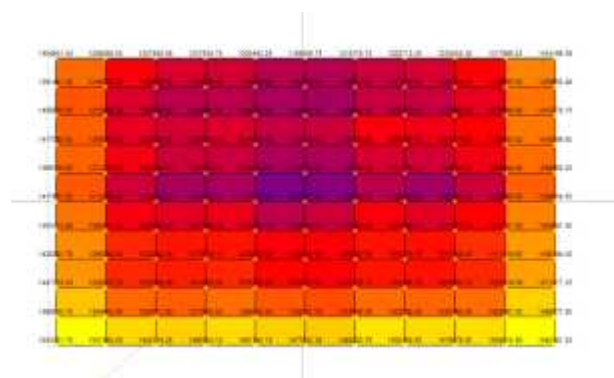


그림 17. 개선형 모델 1안 연중 하부 일사량 예측 분석

### 개선형 모델 2안 하부일사량 설계 이미지

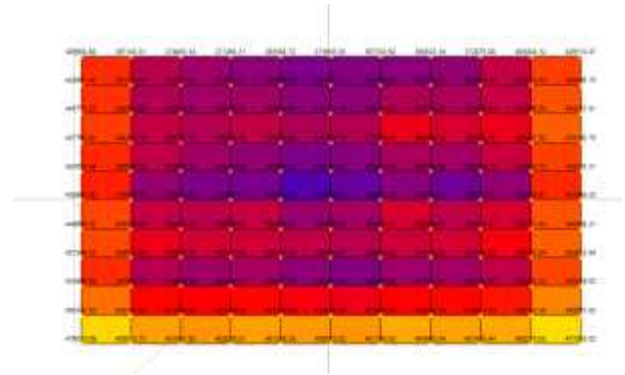


### 연중 하부 일사량 분석

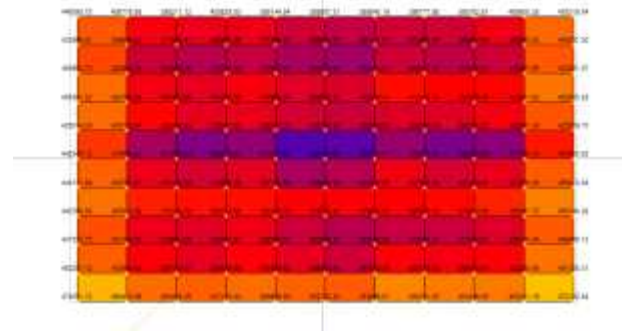


### 계절 별 하부 일사량 분석

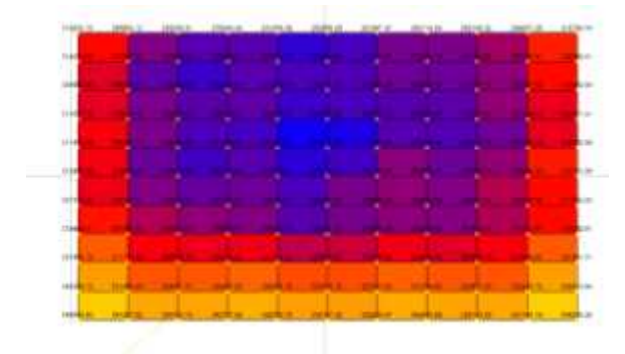
<봄>



<여름>



<가을>



<겨울>

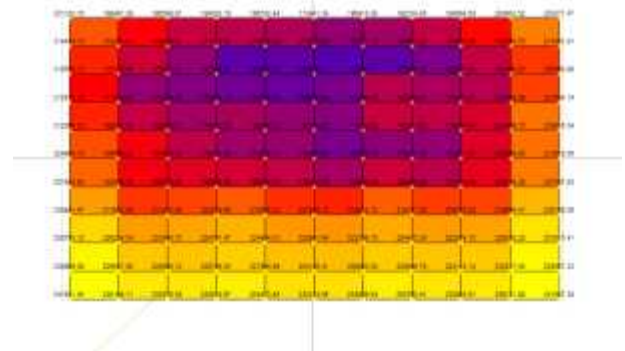
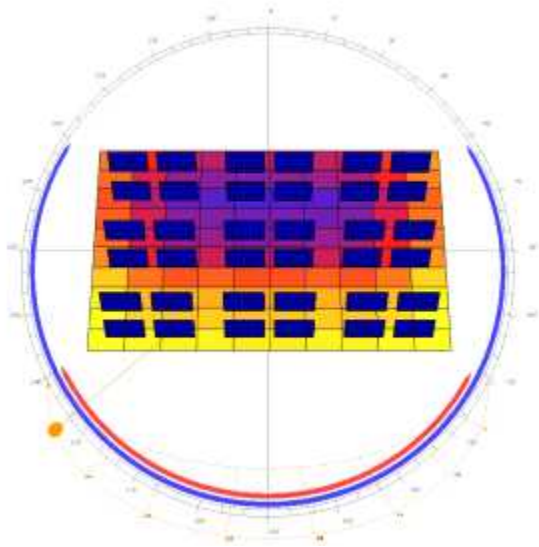
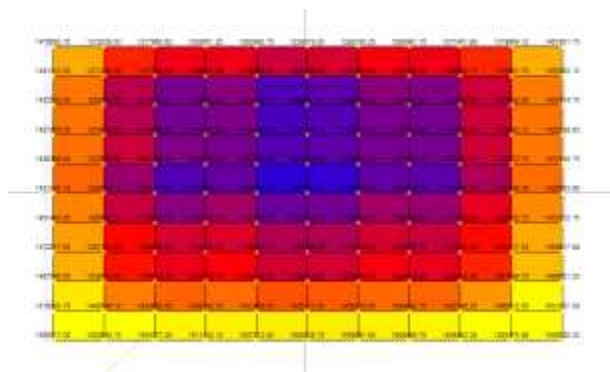


그림 18. 개선형 모델 2안 연중 하부 일사량 예측 분석

개선형 모델 3안 하부일사량 설계 이미지

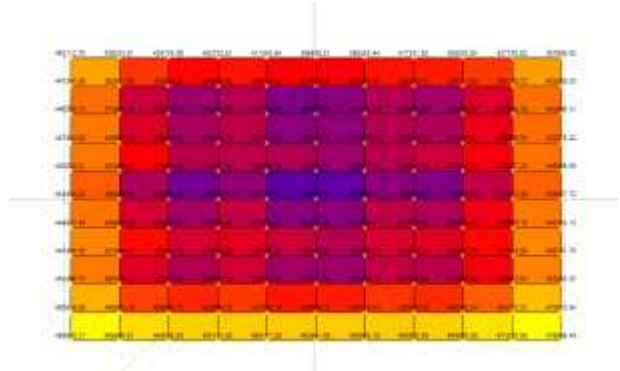


연중 하부 일사량 분석

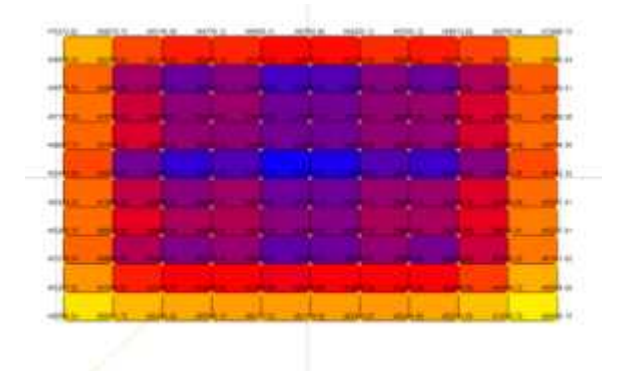


계절 별 하부 일사량 분석

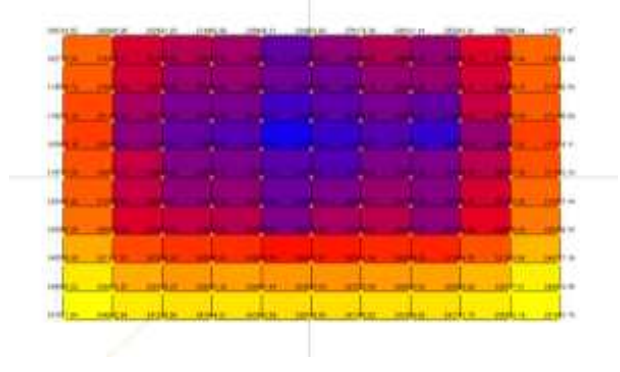
<봄>



<여름>



<가을>



<겨울>

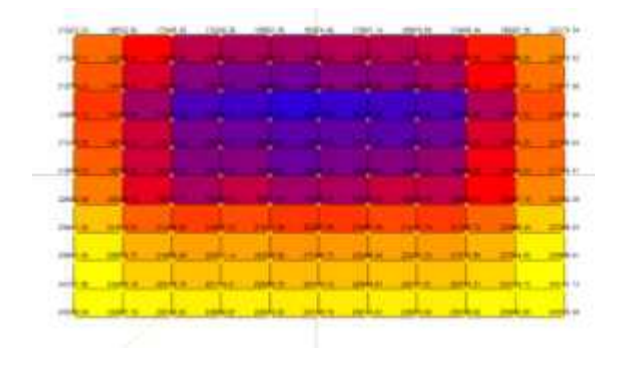


그림 19. 개선형 모델 3안 연중 하부 일사량 예측 분석

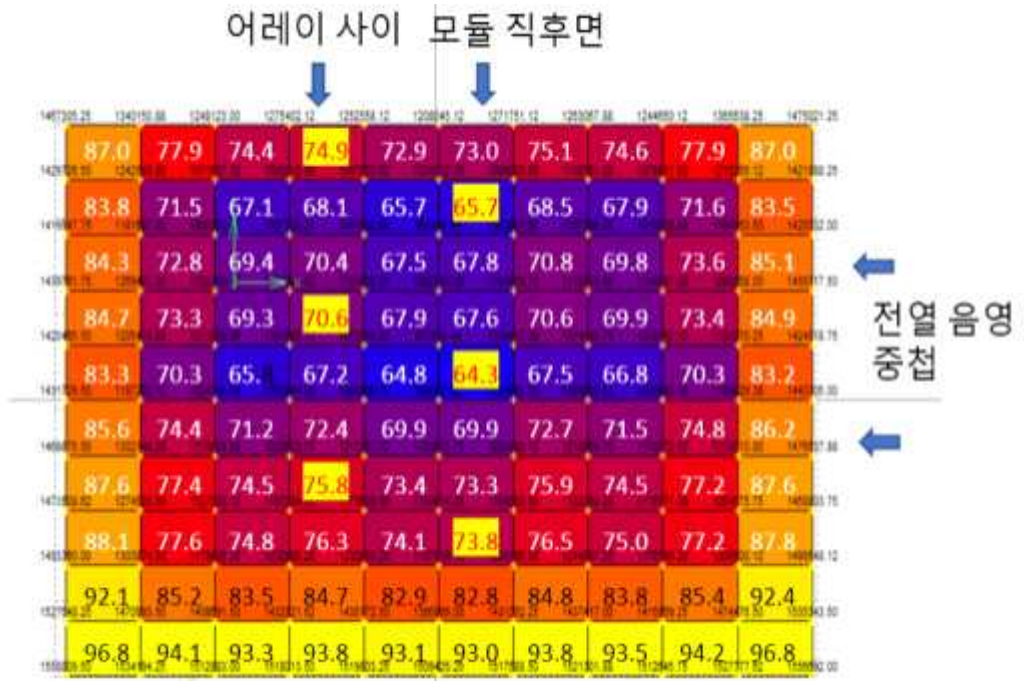


그림 20. 개선형 모델 2안 하부 음영 세부 분석 결과

표 2. 모델별 연중 입사비율 평균 및 음영 편차 분석

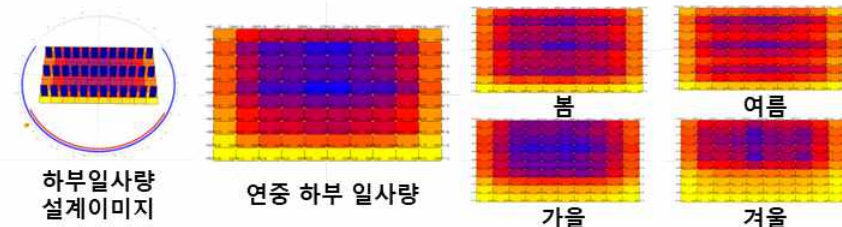
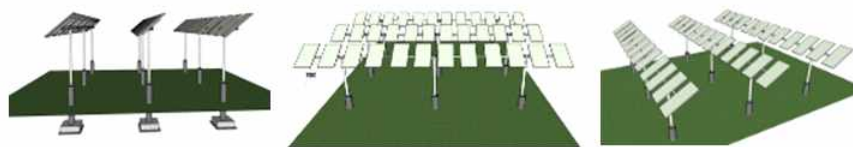
	Radiation rate (%)				
	연 평균	편차	어레이 사이 (A)	모듈 직후면 (B)	A - B
한수원 型	80.0	13.5	73.9	68.0	5.9
모델 1안	80.0	13.1	73.3	67.8	5.6
모델 2안	82.0	9.1	77.3	74.4	2.9
모델 3안	80.8	12.4	75.0	70.0	5.0

(평가의견 반영 D)

- 지주식 개선형 모델별 기대효과

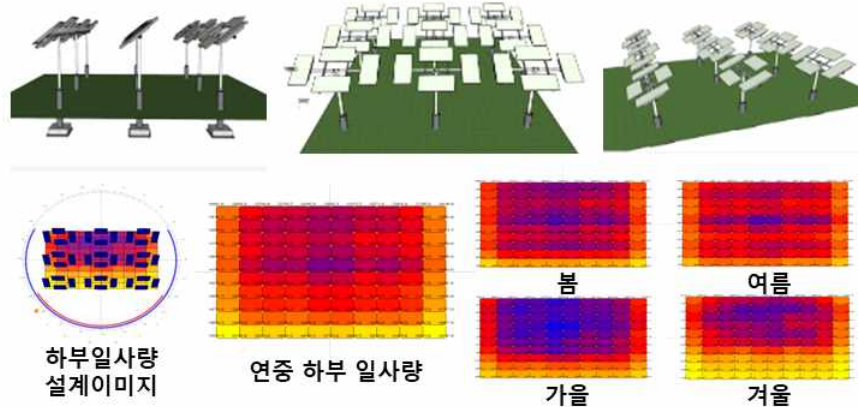
· 지주식 개선형 모델 1안

- 개선사항: 3개 구조물을 가로바를 활용하여 1개로 묶고, 모듈 간 설치 간격 (50cm)을 두어 일사량 투과율 등 개선
- 기대효과: 하부 일사량 전산모사를 통해 기존 지주형(10%) 대비 개선형 모델 1안의 장기 음영 발생지역이 약 5%가량 감소 됨
- 기타: 3개의 구조물이 하나로 묶여 비교적 높은 구조적 안전성 확보 가능



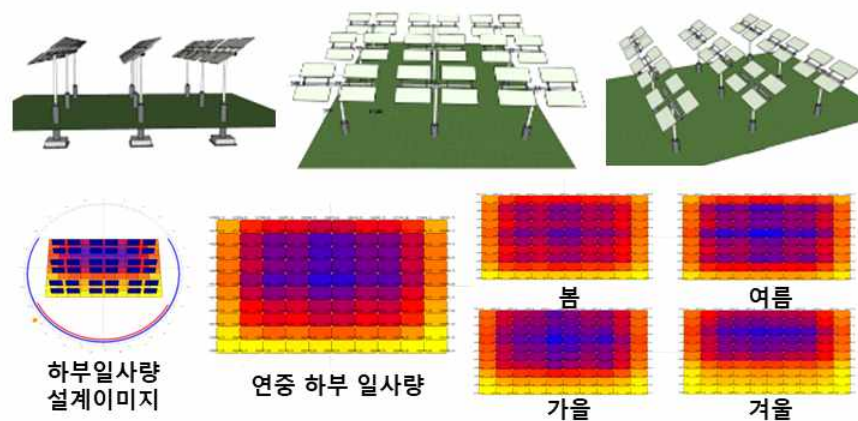
· 지주식 개선형 모델 2안

- 개선사항: 모듈 간 배치를 가로와 세로의 4 방위로 각각 배치하여 하부 음영발생지역을 최소화 하고자 하였음
- 기대효과: 이에 하부일사량 변화를 전산모사 한 결과, 제안한 다른 개선안 보다 장기음영발생지역이 부지 내 가장 넓게 분산되어 발생함 하부 일사량 전산모사를 통해 장기음영발생지역이 기존 (10%) 대비 약 5%이하로 감소가 예상됨



· 지주식 개선형 모델 3안

- 개선사항: 각 모듈 4매를 일정한 간격으로 이격 후 가로로 배치한 모델
- 기대효과: 개선형 1안과 비슷한 수준의 음영변화를 보였으며, 추후 정확한 수치 분석을 추진하고자 함



- 지주식 개선형 모델별 활용방안

- 지주식 개선형 모델의 전산모사 결과 연중 하부 일사량을 보면 지주식 개선형 모델 2안에서 1안과 3안 보다 고르게 음영이 감소되는 것을 확인할 수 있었음
- 계절 별 하부 일사량을 보면 1안은 봄, 여름, 겨울에 음영이 적고 가을에 음영이 많음. 2안은 여름에 음영이 제일 적지만 가을에 음영이 많고, 3안은 봄에 음영이 제일 적고 계절 별로 음영이 고르게 분포함.
- 지주식 개선형 모델 1~3안을 계절별로 작물이 필요로 하는 일사량에 따라 선택적으로 사용하는 연구를 통해 작물 별 효과적인 구조를 연구할 수 있을 것임

□ 실증단지 대상 발전량 분석

◦ 지주형 영농형 태양광 실측 발전량 데이터 분석

- 아래 표는 무화과, 블루베리 실증단지에 대한 월별 누적 발전량 산출 데이터를 나타냄
- 누적 발전량 데이터를 기초로 하여 동일 모듈 태양광 모듈을 기초로 한 월별 발전시간, 이용률 등을 시뮬레이션 값과 유사한지 추후 비교 분석 예정

(단위: kW)

구분	지주형 실증부지 발전량		비고
	무화과	블루베리	
`21. 09.	1,683	-	
`21. 10.	1,986	-	
`21. 11.	1,463	1,536	
`21. 12.	1,337	1,434	
`22. 01.	1,647	1,763	
`22. 02.	1,810	1,755	
`22. 03.	1,967	2,014	
`22. 04.	2,552	2,550	
`22. 05.	2,821	2,858	
`22. 06.	2,046	2,049	
`22. 07.	2,066	1,923	
`22. 08.	1,806	1,588*	* 8.1. ~ 8. 29 누적데이터
합계	23,184	19,470	

표 3. 지주형 실증부지 누적 발전량 데이터

- 월별 발전시간 = [(실제 발전량 / 설비 용량) / 월별 일자]
- 설비 이용률 = [평균 발전시간 / 24] x 100

구분	지주형 실증부지 이용률(%)		지주형 실증부지 발전시간(h)		비고
	무화과	블루베리	무화과	블루베리	
`21. 09.	14.27	-	3.42	-	전국평균 발전시간 3.6h
`21. 10.	16.30	-	3.91	-	
`21. 11.	12.41	13.02	2.98	3.13	
`21. 12.	10.97	11.77	2.63	2.82	
`22. 01.	13.51	14.47	3.24	3.47	
`22. 02.	16.44	15.94	3.95	3.83	
`22. 03.	16.14	16.53	3.87	3.86	
`22. 04.	21.64	21.62	5.19	5.19	
`22. 05.	23.15	23.45	5.56	5.63	전국평균 이용률 15.3%
`22. 06.	17.35	17.37	4.16	4.17	
`22. 07.	16.95	15.78	4.07	3.79	
`22. 08.	14.82	13.93	3.56	3.34	
평균	16.28	16.66	3.91	3.99	

표 4. 지주형 실증부지 이용률 및 발전시간

(3) <공동기관 2> (사)한국영농형태양광협회

(가) 영농형 태양광 통합 플랫폼 운영·관리 매뉴얼 작성



□ 정보 제공자 매뉴얼 작성

※ 정보 제공자 매뉴얼 세부 내용은 첨부 1. 참조

□ 이용자 매뉴얼 작성

※ 이용자 매뉴얼 세부 내용은 첨부 2. 참조

(나) 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육 지원 (5건)

□ 농식품부 실증지원사업 교육

◦ 교육 및 컨설팅

- 참석대상 : 22년도 영농형태양광 실증지원사업 신규 참여기관 연구원, 설계업체

- 참석인원

- 농림축산식품부 전은태 주무관
- 한국에너지공단 허영준 팀장
- 국립식량과학원 이운호 박사
- 녹색에너지연구원 임철현 박사
- 영주시 농업기술센터 박경석, 황선영
- 상주시 농업기술센터 이보람
- 군산시 농업기술센터 노세윤
- 무주군 농업기술센터 이학서, 주연이엔지 김두홍
- 새만금개발공사 양준오 팀장
- 진광이엔씨 목진광 대표

- 교육기간 : 2022년 5월 17일 화요일 14시~18시

- 교육교재



- 주요내용

내용	강사
14:00~14:05 ○ 영농형태양광 실증지원사업	농림축산식품부 농촌재생에너지팀
14:05~14:10 ○ 영농형태양광 지원제도	한국에너지공단
14:10~14:30 1. 영농형태양광 개요	김창한 사무총장 (영농형태양광협회)
14:30~14:50 2. 실증연구 사례 및 작물 조사요령	이운호 박사 (농촌진흥청 국립 식량과학원)
14:50~15:20 3. 영농형태양광 설비 기준 및 설계 ○ 시공 기준 (농식품부/에너지공단) ○ 부지선정과 배치 ○ 설계 방법, 시공 원가 ○ 인허가, 시공, 준공, 운영	남재우 이사 (영농형태양광협회)
15:20~15:40 4. 생육환경 센서 선정 및 설치	임철현 박사 (녹색에너지연구원)
15:40~16:00 5. 실증 연구단지 설치 사례	목진광 대표 (진광이엔씨)
16:00~18:00 6. 현장 견학 ○ 2개소 (6개타입) 견학, 설명 · 재배작물 : 양파, 감자 ○ 센서, 발전 모니터링 실물 견학	협회 인원 (오창 실증단지)

- 기대효과 : 영농형태양광 시설물의 효과적인 설치

- 교육장소

- 교육 : 충북테크노파크 (충북 청주시 청원구 오창읍 연구단지 40, 선도기업관 3층 컨퍼런스룸)
- 현장 견학 : 충북 청주시 청원구 오창읍 오창제방길 523-20

- 교육사진





※ 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육 세부 내용은 첨부 3. 참조

(다) 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원 (11건)

□ 정부지원 영농형태양광 실증사이트 방문 조사

◦ 조사 목적

- 농식품부의 영농형태양광 실증지원사업으로 조성된 실증단지의 영농형태양광 시설물 설치 현황 및 작물재배 여부를 현장 방문을 통한 직접 확인
- 조사 대상 실증단지
  - 농식품부 영농형태양광 실증지원사업 9개 기관 11개 사이트 ('20, '21년 설치)
  - 기타 영농형태양광 실증단지 3개 사이트

◦ 조사 일정

일자	방문 실증단지	비고
9/21 수	강원 강원농업기술원&인제군농업기술센터 경기 파주시농업기술센터 경기 화성시농업기술센터 충남 당진시농업기술센터 ※ 충남 당진 동서발전 지원	밭 밭 밭 밭 논
9/22 목	※ 전북 김제 중부발전 지원 경북 함양군농업기술센터 ※ 경남 함양 남동발전 지원 전남 순천시농업기술센터 전남 보성 녹색에너지연구원	밭 밭 논 스마트팜 녹차
9/23 금	전남 나주 녹색에너지연구원 전남 나주 녹색에너지연구원	배 포도
9/8 목	경북 경북농업기술원 봉화약용작물연구소	밭
9/26 월	제주 제주시서부농업기술센터	밭

※ 표시는 실증지원사업이 아닌 발전자회사 지원사업임.

◦ 조사 항목

- 일반사항
  - 주관기관, 실증단지 주소, 방문일시 및 방문자
- 영농형태양광 시설 현황
  - 태양광모듈, 발전 여부, 지주/기초, 각도조절장치, 영농자동화, 생육환경모니터링 센서
- 작물재배 현황
  - 처리구와 대조구 운영, 재배작물 및 재배상태, 토양상태
- 재배작물 결과와 생육환경 모니터링 데이터 수집, 작물 시료 채취는 진행하지 않음.
- 설계도서와 실제 구조물 설치의 일치 여부는 대조하지 않음

◦ 조사 방법

- 실증단지 현장 방문을 통한 육안 조사
- 담당자 입회 시 인터뷰

□ (강원 인제) 강원농업기술원&인제군농업기술센터

구분	항목	내용
개요	주관기관	강원농업기술원 산채연구소
	실증단지 주소	강원도 인제군 북면 월학리 382
	방문일시	2022년 9월 21일 수 09:00
	방문자	한국영농형태양광협회 김창한 사무총장, 남재우 이사
시설	발전소 제원	
	태양광 모듈	36셀 (3*12타입)
	발전 여부	정상 발전 중
	지주, 기초	원형기둥 사용, 스크류 방식
	각도조절장치	부착 및 계절에 맞는 각도로 설정 운영 중
	영농자동화	없음
	생육환경 모니터링 센서	미설치
작물 재배	처리구와 대조구	처리구의 북쪽에 대조구 배치 및 운영 중 대조구 일부에 차광시설 설치 별도 운영, 즉 처리구 1타입, 대조구 2타입
	재배 작물 /재배 상태	곰취와 타작물(산마늘) 1종 재배 전반적으로 병해 심함 대조구는 처리구보다도 생육이 심각하게 저하, 차광시설한 대조구는 처리구보다 생육 저하. 곰취가 반음지성이므로 대조구를 차광시설 한 것과 하지 않은 2기지로 운영하는 것은 좋은 시도로 사료
	토양 상태	토양은 작물에 적합한 사질토로 객토를 잘했음
기타		

- 현장 사진



210mm×297mm[(백상지(80g/m<sup>2</sup>) 또는 종질지(80g/m<sup>2</sup>)]



※ 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원 세부 내용은 첨부 4. 참조

(라) 작물 최적 생육모델 로직 개발 (8건)

□ 작물 생육 DB 활용 및 분석 (재배작물과 품종, 지역별 일사량, 차광률, 생육환경데이터)

◦ 배추 생육·수량, 병충해, 품질

- 배추 생육 및 수량 특성

- 배추는 주요 발작물로서 2모작용(가을재배)으로 가을철 김장용으로 수요가 많다. 또한 생육기간이 비교적 짧고, 2모작에서 후기작으로 재배가 용이한 작물이다. 배추의 영농형태양광 관련 시험 결과를 보면, 해에 따라 장소에 따라 차이가 있지만 평균적으로 10% 내외의 수량 감소를 나타내었다(참고자료 표 10, 11, 12, 13, 14).
- 솔라팜(2019)의 시험결과는 처리구(가변식, 고정식)의 구중이 가변식 평균 구중 1.6kg으로서 노지 1.6kg과 같았으며, 고정식은 1.5kg을 차지하여 노지에 비해 4% 감소하였다(참고자료 표 15).
- 또 다른 시험결과는 상품성배추 수량은 고정식이 7,801kg/10a, 가변식이 7,196kg/10a으로 고정식이 605.0kg/10a이 높았으며, 처리구 평균(고정식+가변식) 7,498.5kg/10a이었던 반면 노지가 9,644.0kg/10a으로 처리구가 대조구(노지)에 비해 23.7% 수량이 낮았다(참고자료 표 16).
- 또한 양배추의 경우에는 처리구(가변식, 고정식) 평균수량이 6,569.5kg/10a로서 대조구(노지) 6,436kg/10a에 비해 133.5kg/10a이 높았다. 또한 본 시험에서는 고정식이 10a당 수량이 7,043kg으로 가장 높았으며, 다음이 노지 6,436kg, 가변식이 6,096kg으로 가장 낮았다(참고자료, 표 17).
- 따라서 배추는 다른 작물에 비해 차광에 의한 수량감소가 시험결과에 따라서 10~20% 감소되는 것으로 나타나, 비교적 타작물에 비해 수량감소가 적은 작물로 판단되며, 영농형태양광 농업에 가을 2기작 재배로 적합한 작물로 판단된다.

◦ 배추 병해충 발생

- 주요 채소작물의 병해충 발생 정도

- 우리나라 주요 채소작물의 병해충 발생양상을 보면 솔라팜(2019)의 연구결과를 보면 처리구(가변식·고정식) 배추에서 거세미나방·잎굴파리가 각각 1마리씩 조사되었으나, 노지에서 관측되지 않았다(참고자료 표 28).

- 봄배추 벼룩이 피해 양상

- 봄배추의 벼룩이 피해 양상을 보면 처리구(가변식·고정식) 및 노지재배 모두에서 거세미나방은 60마리, 파밤나방은 1마리가 조사되어, 가변식, 고정식, 노지 모두에서 같은 양의 피해를 나타내었다(솔라팜, 2019)(참고자료 표 29).

- 양배추 즙나방 피해 양상

- 양배추 즙나방 피해 양상을 보면 처리구(가변식·고정식) 및 노지재배 모두에서 전체적으로는 커다란 차이는 없었으나, 처리구에 비해 노지재배에서 피해정도가 큰 주수가 많은 것으로 나타났다(솔라팜, 2019)(참고자료 표 30).

※ 고찰

- 일반 노지에서는 일사량이 많고, 풍속이 상대적으로 크다. 태양광 모듈하의 미세기상은 습도가 높을 것으로 예상된다. 그러나 현재까지의 연구결과를 보면 발병정도는 영농형태양광 설치규모가 대면적이 아니라면 경제적 피해 수준 이상은 되지 않을 것으로 판단된다.

◦ 품질 차이

- 솔라팜(2019)의 연구결과를 보면 가을철 배추의 처리구(가변식·고정식)와 대조구(노지 재배) 품질변화를 보면 비타민C, 수분을 및 경도는 처리구 및 대조구간 차이가 없었으나, 베타카로틴은 처리구(가변식·고정식) 평균 2,041.6 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 을 나타내었는데, 대조구는 3,558.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 으로 1516.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이 낮았다. 또한 배추의 총당함량도 처리구 평균 17.6 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 을 나타내었는데, 대조구는 22.8 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 으로 5.2 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이 낮았다(참고자료 표 32).

※ 고찰

- 감자의 성분분석 결과는 대조구의 단백질, 지방, 비타민C 및 칼륨함량이 약간 감소하였다. 이는 태양광모듈 처리에 의한 일사량 감소가 영양성분 합성에 약간의 불리할 것으로 예상된다.
- 양파의 품질은 노지 수확구 양파가 경도가 높아 처리구에 비해 육질이 단단한 양파로 판단된다. 따라서 양파 저장성은 노지에 비해 태양광모듈 하 수확양파가 낮을 것으로 예측된다. 처리구와 대조구의 항산화력과 총 당함량은 큰 차이가 없었으나, 퀘세틴 함량은 노지재배 양파보다 79% 높았다. 이는 좀 더 많은 연구 검토가 필요하리라고 생각된다.
- 차의 품질은 첫물차, 두물차, 세물차 간에 그리고 처리구와 대조구 사이에 큰 차이가 없어 영농형태양광 농업시 품질과 관련하여 우려되는 바는 없다고 생각된다.

□ 집적된 작물재배 데이터 분석 (재식밀도, 시비량, 식재/수확 시기, 수확량 등)

- 다음 표에서는 배추의 수량(kg/10a)은 처리구와 대조구간 유의성이 인정되지 않았다. 다만 표면적으로는 7%(266.7kg/10a) 감소하였다. (품종 : 베타후레쉬)

표. 영농형태양광에서의 배추 생육 및 수량 특성

구분	지하부중(g)	초장(cm)	직경(cm)	엽수	지상부중(g)	배추수/10a	수량(kg/10a)
처리구	29.2b <sup>2</sup>	29.7a	17.1a	59.0a	1.3a	4081.0a	5359.7a
대조구	38.0a	31.1b	17.0a	62.2a	1.4a	4081.0a	5781.4a
유의성	*	*	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

<sup>NS</sup>Non-significant.

출처 : 단국대(2017)

- 다음 표에서는 배추의 수량(kg/10a)은 처리구 수량이 대조구에 비해 약 20%의 수량이 감소하였다. (품종 : 베타후레쉬)

표. 영농형태양광에서의 배추 생육 및 수량 특성

구분	지하부중(g)	배추장(cm)	배추직경(cm)	엽수(ea)	지상부중(g)	배추수(10a)	수량(kg/10a)
처리구	59.93a	32.96a	18.63a	52.83a	2,812.3a	3,704a	10,416.0a
대조구	36.93b	30.90a	14.36b	55.20a	2,238.8a	3,704a	8,291.0a
Pr>F	*	NS	*	NS	NS	NS	*
LSD	13.98	-	2.65	-	-	-	2101.3

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

<sup>NS</sup>Non-significant.

출처 : 단국대(2017)



- 다음 표에서는 배추의 수량(kg/10a)은 처리구와 대조구가 차이가 인정되지 않았다.  
(품종 : 베타후레쉬)

표. 영농형태양광에서의 배추 생육 및 수량 특성

구분	지하부중 (g)	배추장 (cm)	배추직경 (cm)	엽수	지상부중	수량 (kg/10a)
대조구	44.22a <sup>z</sup>	40.55a	18.33a	47.33a	1930.2a	6433.4a
처리구	42.08a	39.57a	16.11a	46.44a	1801.3a	6003.7a
Pr > F	ns <sup>y</sup>	ns	ns	ns	ns	ns
LSD	4.96	5.09	21.68	10.39	547.63	1825.2

<sup>z</sup>Means with the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to LSD.

<sup>y</sup>ns, \*, \*\*, nonsignificant and significant at p=0.05 respectively.

출처 : 단국대(2019)

- 다음 표에서는 배추의 수량(kg/10a)은 처리구와 대조구가 차이가 인정되지 않았다.  
(품종 : 베타후레쉬)

표. 영농형태양광에서의 배추 생육 및 수량 특성

구분	지상부중 (g)	길이 (cm)	직경 (cm)	엽수	지상부 중 (g)	수량 (kg/10a)
대조구	19.22a <sup>z</sup>	43.55a	19.88a	56.00a	2,978.7a	9,927.9a
처리구	18.22a	44.83a	18.89a	53.27a	2,773.3a	9,243.3a
Pr > F	ns <sup>y</sup>	ns	ns	ns	ns	ns
LSD	7.57	3.56	4.77	4.55	668.89	2,229.4

<sup>z</sup>Means with the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to LSD.

<sup>y</sup>ns, \*, \*\*, Nonsignificant and significant at p=0.05 respectively.

출처 : 단국대(2019)

- 다음 표에서는 배추의 수량(kg/10a)은 처리구와 대조구가 차이가 인정되었으며, 처리구 수량이 대조구에 비해 11.5% 감소하였다. (품종 : 베타후레쉬)

표. 영농형태양광에서의 배추 생육 및 수량 특성

구분	지하부중 (g)	구고 (cm)	구폭 (cm)	엽수	구중 (g)	수량 (kg/10a)
대조구	42.3a	27.86ab <sup>z</sup>	17.00a	34.33a	1382.87a	5122.0a
일반형	42.0a	28.16ab	15.00ab	29.43b	1183.00c	4381.8c
양면형	44.2a	29.76a	14.23b	28.06b	1219.57b	4517.0b
투과형	43.1a	27.40b	14.30b	30.10b	1271.10b	4708.2b
Pr > F	NS	NS	+	**	**	**
LSD	-	-	2.3912	2.5289	81.498	301.83

<sup>z</sup>Means with the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to LSD.

<sup>y</sup>ns, \*, \*\*, Nonsignificant and significant at p=0.05 respectively.

출처 : 단국대(2020)

- 다음 표에서는 배추의 수량은 처리구(가변식, 고정식)의 구중이 가변식과 노지가 같았으며, 고정식은 노지에 비해 4% 감소하였다.

표 15. 영농형태양광에서의 봄배추 수확 품질

구분	초장 (mm)	초폭 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽색도	엽수 (개/주)	주중 (g)	구고 (cm)	구폭 (cm)	구중 (kg/주)	평균구중 (kg/구)
가변식1	41.4ab	53.5bcdef	37.1abcd	23.7bcd	45.7cdefg	80.3cd	2.6bcde	17.3abcd	25.7abcd	1.5cdef	
가변식2	41.2abc	55.1bcdef	38.9ab	25.2ab	51.2a	81.3cd	3.1a	18.4a	27.0a	1.8abc	
가변식3	42.4a	53.9bcdef	39.4a	25.3ab	50.0ab	84.6abc	3.1a	17.9ab	25.5bcdef	1.9ab	1.6 (100)
가변식4	38.7bcd	55.9abcd	35.8cdef	22.6bcde	45.0defg	82.8bcd	2.6bcdef	17.4abcd	24.7cdefg	1.5def	
가변식5	41.1abc	56.7ab	38.1abc	27.0a	47.2bcdf	81.8cd	2.5bcdeg	16.2cdef	24.1fghi	1.5def	
고정식1	39.9abcd	56.5abc	38.3abc	22.4bcde	46.0cdefg	81.0cd	2.3bcdeg	15.0fghi	24.1efghi	1.4def	
고정식2	40.8abc	55.6abcde	37.9abc	24.6abc	47.7bcd	81.8cd	2.5bcdeg	16.4cdef	24.9bcdfg	1.6bcdef	
고정식3	40.3abc	55.3abcd	38.6abc	22.3bcde	45.8cdefg	81.6cd	2.6bcde	17.5abc	25.8abc	1.7abcd	1.5 (94)
고정식4	36.8def	52.6def	34.5def	22.2bcde	44.7defg	69.3f	1.8h	13.8ij	23.5ghij	1.0g	
고정식5	40.8abc	56.8ab	38.6abc	25.3ab	45.6cdefg	80.9cd	2.6abcde	17.4abcd	24.6cdefgh	1.7abcd	
노지	36.6def	45.7g	33.9ef	21.3cde	48.7abc	78.9de	2.abc	17.4abcd	25.6abcde	1.6abcd	1.6 (100)

DMRT(p=0.05) by R. 수확일 : 2019.6.11  
출처 : 솔라팜(2019) 2010114 농업병행태양광\_최종보고

- 다음 표에서는 배추의 수량은 처리구가 대조구(노지)에 비해 23.7% 수량이 낮았다.

표 16. 영농형 태양광 하부 배추 수량특성

구분	구중 (g/주)	구고 (cm)	구폭 (cm)	엽수 (개/주)	상품율 (%)	상품수량 (kg/10a)	수량지수
태양광(고정식)	2,252	26.4	16.0	73.4	97	7,801	81
태양광(가변식)	2,121	25.3	16.1	74.7	95	7,196	75
노지	2,513	26.1	16.5	78.9	94	9,644	100

출처 : 솔라팜(2019) 2010114 농업병행태양광\_최종보고

□ 사용자 의사결정 지원 시스템 개발 (작물, 작물재배 방법, ROI 등)

◦ 배추 적합성 고찰

- 기상 조건의 변화가 큰 최근의 상황을 전제할 때, 영농형태양광 농업에서의 해와 지역에 따른 반복된 연구 결과가 많지 않으나, 현재까지의 연구 결과들을 고찰해 보면 벼, 감자, 배추, 배가 적합한 작물로 판단된다. 왜냐하면 첫째 이들 작물은 다른 작물에 비해 그 작물이 가지는 중요도가 크고, 둘째 현재까지의 연구결과 단위면적당 수량과 그 품질의 저하 정도가 비교적 적기 때문이다. 이 중 배추는 타 작물(감자, 벼)에 비해 태양광모듈 설치에 따른 일사량 차단에 의한 영향이 적은 편이었다.
- 다만 감자의 2기작의 경우 가을감자 재배시에는 휴면이 없거나 적은 품종을 선택하는 것이 중요하며, 수량은 후기작(가을감자)이 전기작(봄감자)보다 수량감소가 클 것으로 예상된다. 또한 배의 경우는 봄철 개화기에 저온이 도래하여 최근에 꽃의 동해로 피해를 입는 경우가 많은데, 태양광 모듈을 설치할 경우 서리 및 동해피해가 감소한다는 결과(녹색에너지연구원, 임철현, 2019) 등을 감안 할 때, 영농형태양광 농업에 유리한 작물로 판단된다.

- 작목간에는 현재까지의 연구 결과를 보면 엽채류가 화곡류보다는 차광의 영향이 비교적 적은 편으로 영농형태양광 재배에 적합하다고 판단된다.
- 특히 배와 차 재배의 경우, 배와 차는 봄철 서리 피해를 입을 때가 많은 데, 태양광모듈 설치구가 서리피해가 적은 것으로 나타나, 현재까지의 연구결과를 토대로하면 영농형태양광농업에 적합하다고 판단된다.
- 또한 포도 역시 태양광 설치구에서 재배된 포도의 경우에는 수확기가 일반 재배 포도보다 약 10~15일 정도 늦어지는 경향을 나타내었고, 초기수확기엔 당도가 약간 낮아지는 경향을 보였으나, 완숙기에는 당도차이가 없어 재배상에 큰 문제는 없을 것으로 생각된다.

◦ 배추 적합 품종

- 앞에서도 언급한 바와 마찬가지로 영농형태양광 농업에 적합한 작물별 품종을 판단하는 것은 연구결과가 많지 않아 쉽지 않은 일이다. 다만 현재까지의 결과들을 참고하여 분석하면 다음과 같다.
- 배추는 주요 품종은 여러가지가 있으나, 최근에는 베타후레쉬가 인기 있는 품종으로 재배가 많이 되고 있다. 현재 영농형태양광 농업에 사용된 품종이 많지 않고, 베타후레쉬가 주로 사용되어 베타후레쉬가 적합한 품종으로 판단된다.

◦ 배추 재배방법

- 배추·무 재배법은 농촌진흥청 농사로(그림 3 참조)에 배추·무 품종, 농작업일정, 재배법, 주요병해충 방제 등을 참조하여 재배한다.
- 재식밀도는 차광에 의한 생육량이 일반노지에 비해 적을 가능성이 크기 때문에 표준밀도보다 약간 밀식하는 것이 좋다.

◦ 작부체계

- 우리나라의 밭에서의 작부체계는 1년2작 또는 2년3작이 주요 형태이다(그림 3 참조). 밭에서의 영농형태양광 농업에서는 1년 2작으로 감자-감자, 감자-배추·무 작부체계가 적합할 것으로 판단된다. 논에서는 답리작(벼-맥류)이 주로 행해져 왔으나, 영농형태양광 농업에서는 연구결과 미흡한 실정이다. 향후 영농형 태양광 작부체계 재배 연구가 필요하다.

◦ 시비

- 작물에 따라 차이가 있겠으나, 일반 노지에서는 일사량이 충분하고, 토양수분 공급이 원활한 곳에서는 표준재배법(농촌진흥청 기준)에 준하여 시비하는 것이 좋다. 영농형태양광 농업에서는 일반 노지에 비해 30% 내외 차광으로 일사량이 충분하지 못하므로 작물에 따라 시비에 주의를 기울여야 한다. 벼의 경우는 도장이 되지 않도록, 유효분얼이 충분히 되도록 추비량을 늘려서 적절히 분시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 다만 과잉 시비는 도장 및 등숙 지연을 가져오기 쉬우니 시비시 주의하는 것이 좋다. 감자와 배추의 경우는 일사조건과 토양수분조건에 따라서 시비하데, 표준량에 비해 감비할 필요는 없다고 생각된다.
- 또한 영농형태양광 농업에서는 일정량의 그늘 발생과 습도가 높을 가능성이 크기 때문에 병충해 발생이 상대적으로 높을 수 있다. 따라서 질소비료보다는 가리, 칼슘 및 규산질 비료의 증시하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

◦ 토양중금속

- 태양광모듈 시설설치에 의한 토양내 중금속오염 우려는 없는 것인지 확인을 위하여 토양 중금속 8종(Zn, Ni, Cd, Cu, As, Hg, Pb, Cr+6)을 분석한 결과 태양광모듈을 설치한 시험포장의 토양중금속 8종은 대조구 및 처리구 모두 허용기준치 이하였다(참고자료 표 35).
- 태양광모듈을 설치한 3개 모듈형 중금속 8종의 평균 검출량은 대조구와 큰 차이는 없었다.
- 또한 솔라팜(2018) 조사 결과도 영농형태양광시설 설치에 의한 중금속 오염은 문제 수준이 되지 않았다(참고자료 표 36, 37).
- 다음 표에서 태양광모듈을 설치한 시험포장의 중금속 오염은 문제 수준이 되지 않았다.

표 36. 영농형태양광 시설의 과수작물(포도) 중금속 검사 결과

구 분	표본 추출 조건			시험·검사항목 및 결과			
	품명	추출 위치	처리 여부	수은 [mg/kg]	비소 [mg/kg]	납 [mg/kg]	카드뮴 [mg/kg]
1	포도	일반형 태양광 영역	무처리구	0.00	0.01	0.00	0.00
2	포도	일반형 태양광 영역	처리구	0.00	0.01	0.01	0.00
3	포도	양면형 태양광 영역	무처리구	0.00	0.01	0.00	0.00
4	포도	양면형 태양광 영역	처리구	0.00	0.01	0.00	0.00
5	포도	경량형 태양광 영역	무처리구	0.00	0.01	0.00	0.00
6	포도	경량형 태양광 영역	처리구	0.00	0.01	0.00	0.00

출처 : 솔라팜(2018) 2010114 농업병행태양광\_최종보고

- 다음 표에서 태양광모듈을 설치한 시험포장의 중금속 오염은 문제 수준이 되지 않았다.

표 37. 영농형태양광 시설지역 재배지 토양 중금속 오염도 분석

처리	토양샘플링	기둥으로부터 거리(M)	토양샘플링 깊이(M)	비소 (As)	카드뮴 (Cd)	크롬 (Cr)	구리 (Cu)
태양광	2차	0.5	15	4.54a	0.31ab	16.59a	11.03ab
태양광	2차	0.5	30	4.33a	0.31ab	15.74a	9.96ab
태양광	2차	1	15	4.36a	0.30ab	16.41a	10.88ab
태양광	2차	1	30	4.38a	0.26c	15.49a	9.44b
태양광	1차	-	-	4.11a	0.34a	16.10a	9.63ab
노지	2차	0.5	15	4.59a	0.27bc	15.81a	11.40a
노지	2차	0.5	30	4.57a	0.25c	16.19a	11.15ab
노지	2차	1	15	4.61a	0.26c	15.56a	11.48a
노지	2차	1	30	4.75a	0.27bc	16.07a	11.50a
노지	1차	-	-	4.88a	0.34a	17.10a	9.35b
토양오염우려기준				25	4	150	200

출처 : 솔라팜(2018) 2010114 농업병행태양광\_최종보고

◦ 영농형태양광 경제성 분석

< 요약 >

- 농촌형태양광 대비 영농형태양광 비용 상승 : 약 40%
- 동일한 REC 가중치 적용시 수익성 악화
- REC 가중치 상향으로 같은 수준의 수익성 확보 가능 : 1.2 → 1.5

- 투자내역 비교

구분	영농형	농촌형	비고
시설비	18,000만원	13,000만원	계통연계비 미포함
대출금 (90%)	16,200만원	11,700만원	에너지공단금융대출 (이자율 : 2.5% / 5년 거치 10년 상환)
자부담 (10%)	1,800만원	1,300만원	
계통연계비	1,000만원	1,000만원	

- 수익성 비교

구분	영농형 (REC 1.2)	영농형 (REC 1.5)	농촌형
연평균 매출	2,307만원	2,598만원	2,307만원
연평균 비용	1,399만원	1,399만원	1,092만원
연평균 수익	908만원	1,200만원	1,215만원
월평균 수익	76만원	100만원	101만원

\* 2022 하반기 한국형 FIT 적용 (kW당 174원 : SMP단가 86원, REC단가 73원)

\* 시설용량 100kW / 발전시간 3.9시간 / 효율감소 0.7% / REC 가중치 1.2

- 연평균 비용 내역 비교

구분	영농형	농촌형
전기안전관리자	84만원	84만원
폐기물충당금	20만원	20만원
인버터교체	100만원	100만원
보험	42만원	42만원
이자	203만원	146만원
감가상각비	950만원	700만원
<b>합계</b>	<b>1,399만원</b>	<b>1,092만원</b>

- 일반형, 영농형태양광 설치 비용 비교

구분	일반형	영농형
인허가	5백만원	5백만원
모듈	50백만원	60백만원
인버터	10백만원	10백만원
기초	5백만원	5백만원
구조물 제작 및 시공	25백만원	50백만원
각도조절장치	-	10백만원
전기자재 및 시공	19백만원	25백만원
토목공사	3백만원	-
일반관리비 및 마진	13백만원	15백만원
합계	130백만원	180백만원

※ 작물 최적 생육모델 로직 세부 내용은 첨부 5. 참조

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

---

- 태양광 분야 통합플랫폼인 REMS와 작물 생육 분야 통합플랫폼인 스마트팜코리아를 벤치마킹 해서 영농형 태양광 통합 플랫폼을 구축함
  - 통합플랫폼 REMS의 전용RTU 인증 체계와 데이터 표준화를 적용하고, 스마트팜코리아의 주요 센서 구축 체계를 반영하였음
  - 통합플랫폼 외 영농형 태양광 실증센터를 추가 구축하여 향후 영농형 태양광 활성화 시 발생할 수 있는 문제에 사전 준비토록 함
  - 영농형 태양광 실증 현장에서 태양광 발전과 생육 환경 구축을 직접 수행하며 문제점을 파악하고 개선사항을 도출하여 시스템에 반영하였음
  - 영농형 태양광 통합플랫폼 마련으로 영농형 태양광 확산 시 발생할 수 있는 문제에 대한 사전 준비 및 손실 최소화
  - 작물 최적 생육모델 로직 개발과 현장 교육 및 컨설팅 등 활동을 다수 수행하며 영농형 태양광 활성화에 기여함
  - 영농형 태양광 재배기술 확보를 위한 작물재배 BigData 구축 및 영농형 태양광 재배 기술 연구에 활용 가능
  - 전국 단위 통합플랫폼으로써 지역별 비교자료로 활용
  - 작물 재배 지원과 발전량 증대를 위한 ICT 기술 지원 및 영농형 태양광 예측기술을 활용한 ICT 사업 경쟁 우위 확보 가능
  - 작물재배 DB정보를 활용하여 영농형태양광 사업주에게 영농 교육 및 정보 제공
  - 농업과 태양광 발전을 공동 영위함으로써 안정적인 수입창출을 통한 농가의 고부가가치 창출 및 영농형 태양광 확산에 기여
  - 영농형 태양광 보급으로 에너지 자립 활성화에 기여
  - 영농형태양광 시스템 및 재배기술 표준화로 원가를 낮추고 시스템 확산 가속화
  - 통합플랫폼을 활용한 A/S 관련 일자리 창출
-

## (2) 정량적 연구개발성과 (해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

---

### ○ 과제 목표 수행

- 일반용 시뮬레이션 SW 개발 1건
- 전문가용 시뮬레이션 SW 개발 1건
- 영농형 태양광 통합 플랫폼 구축 1건
- RTU(Remote Terminal Unit) 및 범용 프로그램 개발 1건
- 영농형 태양광 실증센터 구축 1건
- 통합 플랫폼 정보 제공자 매뉴얼 작성 1건
- 통합 플랫폼 이용자 매뉴얼 작성 1건
- 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육 5건
- 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원 11건
- 작물 최적 생육모델 개발 8건 (벼, 감자, 배추, 무, 양파, 배, 차, 포도)

### ○ 성능 목표 달성

- 음영 전산모사
- 발전량 전산모사
- 기존 사이트 구축/연계 9개소
  - 영남대학교 실증사이트 / 서울대학교 실증사이트 / 충북 오창 실증사이트 / 한수원 영산포 실증사이트 / 한수원 무화과 실증사이트 / 보성차밭 실증사이트 / 나주 배밭 실증사이트 / 경남 함양농업기술센터 / 경기 연천농업기술센터
- 신규 사이트 구축/연계 5개소
  - 파주시 농업기술센터 / 당진시 농업기술센터 / 화성시 농업기술센터 / 제주서부 농업기술센터 / 인제군 농업기술센터
- on-line 플랫폼 구축
  - 영농형 태양광 통합플랫폼 구축
- off-line 플랫폼 구축
  - 영농형 태양광 실증센터 구축
- 센서 Gateway 디바이스 항온항습
  - 온도 -20~60, 습도 0~95%

### ○ 논문 2건

- 독립지주 영농병행 태양광 발전 및 고부가가치 작물 재배 실증을 통한 경제성 분석
- 독립지주식 영농형 태양광 하부 농지 내 일사량 전산모사 및 실측 비교 연구

### ○ 학술대회발표 2건

- 21700 원통형 배터리 셀의 발열 특성에 대한 해석적 연구
- 실내온도 조건에서 서리층 차단비에 따른 R404A와 R134a를 적용한 냉동탑차 냉장시스템의 성능 비교

### ○ 특허등록 2건, 출원 3건

- 과수원용 태양광 발전 시스템
- 비가림과 태양광 발전을 병행할 수 있는 포도밭용 스마트 팜 시스템
- 영농형 태양광 시뮬레이션 방법
- 영농형 태양광 통합관제 시스템
- 영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링환경 구축방법

### - SW등록 2건

- 영농형 태양광 통합플랫폼 v1.0
- 영농형 태양광 통합 관제 시스템 v1.0

### - 기타활용 1건

- 영농형 태양광 통합플랫폼 v1.0



(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	독립지주 영농병행 태양광 발전 및 고부가가치 작물 재배 실증을 통한 경제성 분석	한국태양에너지학회지	조건영, 유정학	12	대한민국	한국태양광에너지학회	비SCIE	2022.12.30	1598-6411 2508-3562	100
2	독립지주식 영농형 태양광 하부 농지 내 일사량 전산모사 및 실측 비교 연구	한국태양에너지학회지	신윤찬	12	대한민국	한국태양광에너지학회	비SCIE	2022.12.30	1598-6411 2508-3562	100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1					

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	비가림과 태양광 발전을 병행할 수 있는 포도밭용 스마트 팜 시스템	대한 민국	(재)녹색에너지연구원 (주)에스엠 소프트	2020.01.30	10-2020- 0010990		임철현 김근호 이온찬	2021.12.28	10-2346 035	100	
2	영농형 태양광 시뮬레이션 방법	대한 민국	(주)에스엠 소프트 (재)녹색에너지연구원	2022.12.29	10-2022- 0189054		이 민 김근호 남재우	-	-	100	
3	영농형 태양광 통합관제 시스템	대한 민국	(주)에스엠 소프트 (재)녹색에너지연구원	2022.12.29	10-2022- 0189043		이 민 김근호 남재우	-	-	100	
4	영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링환경 구축방법	대한 민국	(주)에스엠 소프트 (재)녹색에너지연구원	2022.12.29	10-2022- 0189045		이 민 김근호 남재우	-	-	100	

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	영농형 태양광 통합 관제 시스템 v1.0	2022.12.19	(주)에스엠소프트	2023.01.11	C-2023-005777	(주)에스엠소프트	100
2	영농형 태양광 통합플랫폼 v1.0	2022.12.19	(주)에스엠소프트	2023.01.11	C-2023-005778	(주)에스엠소프트	100

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 <sup>1)</sup>	인증여부 <sup>2)</sup>	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 <sup>3)</sup>	제안/인증일자

- \* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 <sup>1)</sup>	표준명	표준기구명 <sup>2)</sup>	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 <sup>3)</sup>	제안자	표준화 번호	제안일자

- \* 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- \* 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)

기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	통상실시권	"영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법"에 대한 노하우	농업회사법인 솔라팜(주)	2022.12.30	400,000,000	
2	통상실시권	"영농형 태양광 통합관제 시스템"에 대한 노하우	농업회사법인 솔라팜(주)	2022.12.30	100,000,000	

- \* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- \* 1) 기술이전 또는 자기실시
- \* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- \* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내 국외			
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	2022년	
1	-	(주)에스엠소프트	0	2	2
2	-	(재)녹색에너지연구원	1	1	2
3	-	(사)한국영농형태양광협회	0	0	0
합계			1	3	4

□ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	
		생산인력	

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황														
			학위별				성별		지역별								
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타				

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

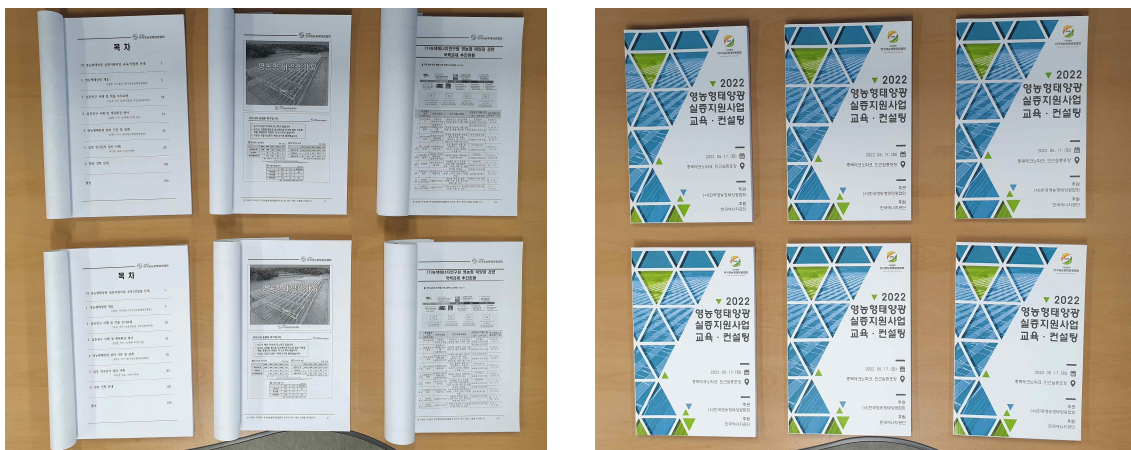
□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

\* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

- "2022 영농형태양광실증지원사업 교육 컨설팅" 자료 발간



(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

- 해당사항 없음



□ 기술이전 2건 및 기술료 50백만원

○ “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우

### 기술이전계약서(통상상시)

**제 계약서명** “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우

2022년 12월 30일

**계약당사자**  
 기술제공자: [회사명]  
 기술수령자: [회사명]

**계약목적**  
 1. 기술제공자가 기술수령자에게 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용한다.

**계약대금**  
 기술제공자는 본 계약에 따라 기술수령자에게 총 50백만원의 기술료를 제공한다.  
 1. 계약금: 계약서 체결 시 10% (5천만원)  
 2. 잔금: 잔여 기간 동안 40% (20천만원) 분할 지급  
 3. 계약금 지급 시점: 계약서 체결 후 10일 이내

**기타사항**  
 1. 본 계약은 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용할 때, 기술제공자의 사전 승인을 받아야 한다.  
 3. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 제 3자에게 무단으로 제공하거나, 무단으로 복제, 배포, 판매할 수 없다.  
 4. 본 계약은 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.  
 5. 본 계약은 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.

**기술이전계약서**

**제 계약서명** “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우

2022년 12월 30일

**계약당사자**  
 기술제공자: [회사명]  
 기술수령자: [회사명]

**계약목적**  
 1. 기술제공자가 기술수령자에게 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용한다.

**계약대금**  
 기술제공자는 본 계약에 따라 기술수령자에게 총 50백만원의 기술료를 제공한다.  
 1. 계약금: 계약서 체결 시 10% (5천만원)  
 2. 잔금: 잔여 기간 동안 40% (20천만원) 분할 지급  
 3. 계약금 지급 시점: 계약서 체결 후 10일 이내

**기타사항**  
 1. 본 계약은 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용할 때, 기술제공자의 사전 승인을 받아야 한다.  
 3. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 제 3자에게 무단으로 제공하거나, 무단으로 복제, 배포, 판매할 수 없다.  
 4. 본 계약은 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.  
 5. 본 계약은 “영농형 태양광 통합관리 시스템”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.

### 전자세금계산서

구분	내역	금액	세액	수량	단가	합계금액	세액	비고
12	10	10,000.00	1,000.00	1	10,000.00	10,000.00	1,000.00	
<b>합계</b>		<b>10,000.00</b>	<b>1,000.00</b>					

본 인쇄물은 국세청 홈택스([www.hometax.go.kr](http://www.hometax.go.kr))에서 발급, 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.  
 발급사실 확인은 송기 홈페이지의 '조회/발급' 전자세금계산서 '재차 발급사실 조회'를 이용하시기 바랍니다.

○ 영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법 에 대한 노하우

### 기술이전계약서(통상상시)

**제 계약서명** “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우

2022년 12월 30일

**계약당사자**  
 기술제공자: [회사명]  
 기술수령자: [회사명]

**계약목적**  
 1. 기술제공자가 기술수령자에게 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용한다.

**계약대금**  
 기술제공자는 본 계약에 따라 기술수령자에게 총 50백만원의 기술료를 제공한다.  
 1. 계약금: 계약서 체결 시 10% (5천만원)  
 2. 잔금: 잔여 기간 동안 40% (20천만원) 분할 지급  
 3. 계약금 지급 시점: 계약서 체결 후 10일 이내

**기타사항**  
 1. 본 계약은 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용할 때, 기술제공자의 사전 승인을 받아야 한다.  
 3. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 제 3자에게 무단으로 제공하거나, 무단으로 복제, 배포, 판매할 수 없다.  
 4. 본 계약은 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.  
 5. 본 계약은 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.

**기술이전계약서**

**제 계약서명** “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우

2022년 12월 30일

**계약당사자**  
 기술제공자: [회사명]  
 기술수령자: [회사명]

**계약목적**  
 1. 기술제공자가 기술수령자에게 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용한다.

**계약대금**  
 기술제공자는 본 계약에 따라 기술수령자에게 총 50백만원의 기술료를 제공한다.  
 1. 계약금: 계약서 체결 시 10% (5천만원)  
 2. 잔금: 잔여 기간 동안 40% (20천만원) 분할 지급  
 3. 계약금 지급 시점: 계약서 체결 후 10일 이내

**기타사항**  
 1. 본 계약은 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 한다.  
 2. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 실제 사업에 적용할 때, 기술제공자의 사전 승인을 받아야 한다.  
 3. 기술수령자는 본 계약에 따라 제공된 노하우를 제 3자에게 무단으로 제공하거나, 무단으로 복제, 배포, 판매할 수 없다.  
 4. 본 계약은 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.  
 5. 본 계약은 “영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링 환경 구축방법”에 대한 노하우를 제공하는 것을 목적으로 하며, 기타의 목적을 위하여 사용될 수 없다.

### 전자세금계산서

구분	내역	금액	세액	수량	단가	합계금액	세액	비고
12	10	40,000.00	4,000.00	1	40,000.00	40,000.00	4,000.00	
<b>합계</b>		<b>40,000.00</b>	<b>4,000.00</b>					

본 인쇄물은 국세청 홈택스([www.hometax.go.kr](http://www.hometax.go.kr))에서 발급, 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.  
 발급사실 확인은 송기 홈페이지의 '조회/발급' 전자세금계산서 '재차 발급사실 조회'를 이용하시기 바랍니다.





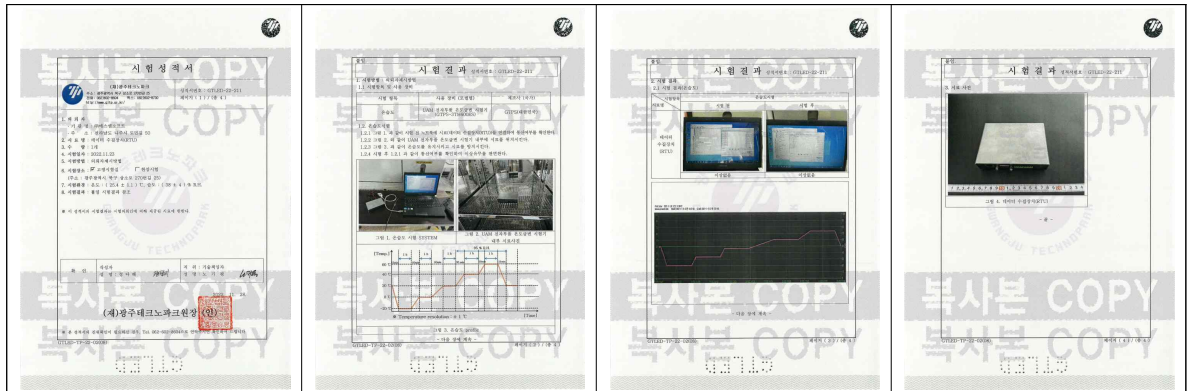
□ 기타

- "2022 영농형태양광실증지원사업 교육 컨설팅" 자료 발간



□ HW 시험성적서

- 데이터 수집장치(RTU) 항온/항습, 온도 : -20 ~ +60, 습도 : 0~95%



## 2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 일반용 시뮬레이션 SW 개발 1건	○ 일반용 시뮬레이션 SW 개발 1건	100%
○ 전문가용 시뮬레이션 SW 개발 1건	○ 전문가용 시뮬레이션 SW 개발 1건	100%
○ 영농형 태양광 통합 플랫폼 구축 1건	○ 영농형 태양광 통합 플랫폼 구축 1건	100%
○ RTU 및 범용 프로그램 개발 1건	○ RTU 및 범용 프로그램 개발 1건	100%
○ 영농형 태양광 실증센터 구축 1건	○ 영농형 태양광 실증센터 구축 1건	100%
○ 통합 플랫폼 정보 제공자 매뉴얼 작성 1건	○ 통합 플랫폼 정보 제공자 매뉴얼 작성 1건	100%
○ 통합 플랫폼 이용자 매뉴얼 작성 1건	○ 통합 플랫폼 이용자 매뉴얼 작성 1건	100%
○ 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육 5건	○ 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육 5건	100%
○ 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원 11건	○ 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원 11건	100%
○ 작물 최적 생육모델 개발 8건	○ 작물 최적 생육모델 개발 8건	100%
○ 음영 전산모사 95% 이상	○ 음영 전산모사 일치도 96.7%	100%
○ 발전량 전산모사 95% 이상	○ 발전량 전산모사 일치도 86%	90%
○ 기존 사이트 구축/연계 9개소	○ 기존 사이트 구축/연계 9개소 영남대학교 실증사이트 서울대학교 실증사이트 충북 오창 실증사이트 한수원 영산포 실증사이트 한수원 무화과 실증사이트 보성차밭 실증사이트 나주 배밭 실증사이트 경남 함양농업기술센터 경기 연천농업기술센터	100%
○ 신규 사이트 구축/연계 3개소	○ 신규 사이트 구축/연계 5개소 파주시 농업기술센터 당진시 농업기술센터 화성시 농업기술센터 제주서부 농업기술센터 인제군 농업기술센터	100%
○ on-line 플랫폼 구축 1개소	○ on-line 플랫폼 구축 영농형 태양광 통합 플랫폼 구축	100%
○ off-line 플랫폼 구축 1개소	○ off-line 플랫폼 구축 영농형 태양광 실증센터 구축 (위치 : 녹색에너지연구원)	100%
○ 센서 Gateway 디바이스 항온항습	○ 센서 Gateway 디바이스 항온항습 -20~60, 0~95% 공인시험성적서 발급	100%

## 4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

---

- 발전량 전산모사 결과, 상용 SW data 일치도 비교에서 목표치는 95% 이상이었으나, Solar pro와 약 14%의 차이가 있었음(일치도 86%). 따라서 상용 SW data 일치도는 90% 수준임
  - 이와 관련하여 본 과제의 3D 시뮬레이터는 Ecotect pro와 음영을 비교하고, Solar pro와 발전량을 비교해야 하는데, 음영과 발전량의 공통 요소인 일사량 값에서 차이를 줄일 수 없었음
    - SM 시뮬레이터와 Ecotect pro의 일사량 시뮬레이션 결과 약 14% 차이
    - SM 시뮬레이터와 Solar pro의 일사량 시뮬레이션 결과 약 14% 차이
  - Ecotect pro와 음영 전산모사 비교 시 일사량 차이는 산출된 일사량 대비 음영에 따른 감소량을 계산하기 때문에 상대적으로 영향이 적은 반면, Solar pro와 발전량 전산모사 비교 시에는 일사량 차이가 발전량 차이로 직결되어 원하는 결과를 도출할 수 없었음
- 

### 2) 자체 보완활동

---

- 발전량 전산모사 목표 미달 보완 활동
  - SM 시뮬레이터는 자체적으로 천문 데이터와 기상청의 일조시간 등을 조합하여 일사량 값을 도출하고 있음
  - 상용 S/W 인 Ecotect pro 및 Solar pro와 결과를 일치 시키는 것 보다 국내 조건에 맞는 예측 결과를 도출하기 위해서 실증 사이트를 기준으로 예측 모델을 향상 시켜나가고자 함
  - 본 과제 수행 중 신규 사이트의 구축과 데이터 연계가 지연되어서 충분히 실증할 수 있는 시간을 확보하지 못하였음. 이후 수집되는 데이터를 기반으로 시뮬레이터를 보완하고자 함
- 

### 3) 연구개발 과정의 성실성

---

- 기존의 활성화되어 있는 유사한 통합플랫폼들을 벤치마킹하여 전용RTU 인증 체계와 데이터 표준화 수립
  - 통합플랫폼 외 영농형 태양광 실증센터를 추가 구축하여 향후 영농형 태양광 활성화 시 발생할 수 있는 문제에 사전 준비토록 함
  - 영농형 태양광 실증 현장에서 태양광 발전과 생육 환경 구축을 직접 수행하며 문제점을 파악하고 개선사항을 도출하여 시스템에 반영하였음
  - 작물 최적 생육모델 로직 개발과 현장 교육 및 컨설팅 등 활동을 다수 수행하며 영농형 태양광 활성화를 위해 노력
-

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

---

- 영농형 태양광 재배기술 확보를 위한 작물재배 BigData 구축
  - 농업과 태양광 발전을 공동 영위함으로써 안정적인 수입창출을 통한 농가의 고부가가치 창출 및 영농형 태양광 확산에 기여
  - 영농형 태양광 보급으로 에너지 자립 활성화
  - 영농형 태양광 통합플랫폼 마련으로 확산 시 발생할 수 있는 문제에 대한 사전 준비 및 손실을 최소화와 관련 일자리의 확대
- 

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

---

- 전국 단위 통합플랫폼으로써 지역별 비교자료로 활용
  - 작물 재배 지원과 발전량 증대를 위한 ICT 기술 지원
  - 영농형태양광 시스템 및 재배기술 표준화로 원가를 낮추고 시스템 확산 가속화
  - 통합플랫폼을 활용한 A/S 관련 일자리 창출
  - 작물재배 DB정보를 활용하여 영농형태양광 사업주에게 영농 교육 및 정보 제공
  - 영농형 태양광 예측기술을 활용한 ICT 사업 경쟁 우위 확보
  - 영농형 태양광 재배 기술 확보를 위한 연구 지원
- 

### (평가의견 반영 F)

- 사업화 방안 및 향후 계획
  - 향후 사업화 방안

**※ 추진 목적 : 전국 단위 영농형 태양광 모니터링, 스마트 관리 통합플랫폼 구축**

- 현 국내 영농형 태양광 보급현황을 반영하여 현실적인 플랫폼 역무 범위를 '농식품부 출자 영농형 태양광 설비 관리용'으로 한정하여 추진
- 타 부서 정부지원 사업으로 설치된 영농형태양광 시설의 데이터 연계를 위해서는 업무협조 및 연계 설치 비용 필요
- 추후 영농형 태양광 보급 확산정도에 맞춰 일반 농업인 대상 정보 제공이 가능토록 보완 (추가 사업 필요)
- 축적된 빅데이터를 활용한 연구내용은 추가사업을 통해 추진
- 축적된 빅데이터를 활용한 협업과제 3의 수확량 예측모델 연동 및 검증

◦ 1단계 : '20~'23

<p>목 적 : 농식품부 영농형태양광 실증연구 관리 및 기반구축</p> <p>대상시설 : 농식품부 출자 영농형 태양광 설비 관리용</p> <p>사 용 자 : 농식품부, 실증연구 참여기관</p> <p>주요기능 : 영농형태양광 표준 DB 구축</p> <p style="text-align: center;">전국 / 지역별 / 사이트 별 발전/재배환경 모니터링 제공</p>
---

◦ 2단계 : '24~'25

<p>목 적 : 국비 지원 영농형태양광 설비 관리 및 국가표준 DB 구축</p> <p>대상시설 : 국비 지원 영농형태양광 전체시설</p> <p>사 용 자 : 농식품부 관련 기관</p> <p>주요기능 : 지역 / 시설형태 / 작물 카테고리의 그룹 기능 제공</p> <p style="padding-left: 20px;">그룹 단위의 발전량 통계 제공</p> <p style="padding-left: 20px;">그룹 단위의 시험구/ 대조구 환경 편차 통계 제공</p> <p style="padding-left: 20px;">그룹 단위의 시험구/ 대조구 수확량 통계 제공</p>
--

◦ 3단계 : '26

<p>목 적 : 일반 농가 영농형태양광 설비 편입 및 DB구축</p> <p>대상시설 : 데이터 연계 원하는 농가의 영농형태양광시설 (시설 정보 입력 필수 O, 데이터 연계 필수 X)</p> <p>사 용 자 : 농식품부, 농식품부 산하기관, 영농형태양광 설치 농가</p> <p>주요기능 : 농가의 전국 영농형태양광 설치 현황 제공</p> <p style="padding-left: 20px;">데이터 연계한 농가에 개별 모니터링 페이지 제공</p> <p style="padding-left: 20px;">공지사항, 자유게시판, 자료실을 통한 정보 제공</p>
---

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2. 증빙 자료	1) 정보 제공자 매뉴얼
	2) 이용자 매뉴얼
	3) 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육
	4) 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원
	5) 작물 최적 생육모델 로직

### 자체평가의견서

#### 1. 과제 현황

		과제번호		321005-2	
사업구분	2021년도 농업에너지 자립형산업 모델 기술개발 사업				
연구분야			과제구분	단위	
사업명	농업에너지 자립형산업 모델 기술개발 사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	영농형 태양광 적용 SW 개발 및 통합 플랫폼 구축		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구개발기관	녹림식품기술기획평가원		연구책임자	이민이사	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021.04.01.~2021.12.31	300,000	50,000	350,000
	2차년도	2022.01.01.~2022.12.31	500,000	115,000	615,000
	계	2021.04.01.~2022.12.31	800,000	165,000	965,000
참여기업	(주)에스엠소프트, (재)녹색에너지연구원, (사)한국영농형태양광협회				
상대국	-	상대국연구개발기관	-		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2023.02.26

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)에스엠소프트	이사	이민

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확인하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

# I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

## 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

- 태양광 분야 통합플랫폼인 REMS와 작물 생육 분야 통합플랫폼인 스마트팜코리아를 벤치마킹 해서 영농형 태양광 통합 플랫폼 구축
- 과제 목표인 통합플랫폼 외 영농형 태양광 실증센터를 추가 구축하여 향후 활성화에 대비
- 영농형 태양광 실증 현장을 직접 구축하여 문제점 파악 및 개선사항 반영
- 작물 최적 생육모델 로직 개발과 현장 교육 및 컨설팅 등 활동 다수

## 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

- 영농형 태양광 재배기술 확보를 위한 작물재배 BigData 구축
- 농업과 태양광 발전을 공동 영위함으로써 안정적인 수입창출을 통한 농가의 고부가가치 창출 및 영농형 태양광 확산에 기여
- 영농형 태양광 보급으로 에너지 자립 활성화
- 영농형 태양광 통합플랫폼 마련으로 확산 시 발생할 수 있는 문제에 대한 사전 준비 및 손실을 최소화 와 관련 일자리의 확대

## 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

- 전국 단위 통합플랫폼으로써 지역별 비교자료로 활용
- 작물 재배 지원과 발전량 증대를 위한 ICT 기술 지원
- 영농형태양광 시스템 및 재배기술 표준화로 원가를 낮추고 시스템 확산 가속화
- 통합플랫폼을 활용한 A/S 관련 일자리 창출
- 작물재배 DB정보를 활용하여 영농형태양광 사업주에게 영농 교육 및 정보 제공
- 영농형 태양광 예측기술을 활용한 ICT 사업 경쟁 우위 확보
- 영농형 태양광 재배 기술 확보를 위한 연구 지원

## 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

- 기존의 활성화되어 있는 유사한 통합플랫폼들을 벤치마킹하여 전용RTU 인증 체계와 데이터 표준화 수립
- 통합플랫폼 외 영농형 태양광 실증센터를 추가 구축하여 향후 영농형 태양광 활성화 시 발생할 수 있는 문제에 사전 준비토록 함
- 영농형 태양광 실증 현장에서 태양광 발전과 생육 환경 구축을 직접 수행하며 문제점을 파악하고 개선사항을 도출하여 시스템에 반영하였음
- 작물 최적 생육모델 로직 개발과 현장 교육 및 컨설팅 등 활동을 다수 수행하며 영농형 태양광 활성화 를 위해 노력

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

- 논문 2건 독립지주 영농병행 태양광 발전 및 고부가가치 작물 재배 실증을 통한 경제성 분석 독립지주식 영농형 태양광 하부 농지 내 일사량 전산모사 및 실측 비교 연구
- 학술대회발표 2건 21700 원통형 배터리 셀의 발열 특성에 대한 해석적 연구 실내온도 조건에서 서리층 차단비에 따른 R404A와 R134a를 적용한 냉동탑차 냉장시스템의 성능 비교
- 특허등록 2건, 출원 3건 과수원용 태양광 발전 시스템 비가림과 태양광 발전을 병행할 수 있는 포도밭용 스마트 팜 시스템 영농형 태양광 시뮬레이션 방법 영농형 태양광 통합관제 시스템 영농형 태양광 생육환경 및 발전 모니터링환경 구축방법
- SW등록 2건 영농형 태양광 통합플랫폼 v1.0 영농형 태양광 통합 관제 시스템 v1.0
- 기타활용 1건 "2022 영농형태양광실증지원사업 교육 컨설팅" 자료 발간

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
음영 전산모사 상용 S/W data 일치도 95%	10%	100%	- Ecotect Pro와 96.7% 근사치 도출
발전량 전산모사 상용 S/W data 일치도 95%	10%	90%	- Solar Pro와 85.9% 근사치 도출
기존 사이트 구축/연계 9개소 (1차년도 4개소, 2차년도 5개소)	20	100%	- 기존 사이트 구축/연계 9개소 · 영남대학교 실증사이트 / 서울대학교 실증사이트 / 충북 오창 실증사이트 / 한수원 영산포 실증사이트 / 한수원 무화과 실증사이트 / 보성차밭 실증사이트 / 나주 배밭 실증사이트 / 경남 함양농업기술센터 / 경기 연천농업기술센터
신규 사이트 구축/연계 3개소	20%	100%	- 신규 사이트 구축/연계 5개소 · 파주시 농업기술센터 / 당진시 농업기술센터 / 화성시 농업기술센터 / 제주서부 농업기술센터 / 인제군 농업기술센터
on-line 플랫폼 구축 1개소	20%	100%	- on-line 플랫폼 구축 · 영농형 태양광 통합플랫폼 구축
off-line 플랫폼 구축 1개소	15%	100%	- off-line 플랫폼 구축 1개소 · 영농형 태양광 실증센터 구축
센서 Gateway 디바이스 항온항습 온도 -20~60, 습도 0~95%	5%	100%	- 항온항습 공인기관 시험성적서 · 온도 -20~60, 습도 0~95%
합계	100%	99%	



### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구개발과제는 농업에너지 자립형산업 모델 기술개발 사업의 일부로써, 영농형 태양광의 활성화를 목적으로 합니다.
- 본 과제에서는 영농형 태양광 통합플랫폼 및 영농형 태양광 실증센터를 구축하여 기존/신규 영농형 태양광 사이트를 연계하고, 데이터를 수집하고 있습니다. 이로써, 영농형 태양광 환경에서의 재배모델 연구를 위한 데이터를 확보하기 위한 기반을 마련하였습니다.
- 본 과제의 영농형 태양광 3D시뮬레이터는 일반용과 전문가용으로 개발되어 일반인에게는 원하는 장소에서의 영농형 태양광 가상설치 시뮬레이션을 제공하고, 전문가에게는 음영과 발전량 전산모사를 제공하고 있습니다.
- 본 과제에서는 논문 2건, 학술대회발표 2건, 특허등록 2건, 특허출원 3건, SW등록 2건을 달성하였으며, 통합 플랫폼 운영 매뉴얼 교육 5건, 정부지원 실증사이트와 플랫폼 연계 지원 11건, 작물 최적 생육모델 개발 8건 등을 수행하며, 영농형 태양광 활성화를 위한 다양한 활동을 하였습니다.

#### 2. 평가 시 고려할 사항 또는 요구사항

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 현재의 국내 영농형 태양광 보급현황을 반영하여, 플랫폼 운영 범위를 ‘농식품부 출자 영농형 태양광 설비 관리용’으로 한정하여 추진하기를 바람
- 타 부서 정부지원 사업으로 설치된 영농형태양광 시설의 데이터 연계를 위해서는 업무협조 및 연계 설치비용 등이 필요하기 때문에 이에 대한 방안 마련이 필요함
- 추후 영농형 태양광 보급 확산정도에 맞춰 일반 농업인 대상 정보 제공이 가능토록 보완(추가 사업)이 필요함
- 축적된 빅데이터를 활용한 연구내용은 향후, 추가사업을 통해 추진이 필요함

### IV. 보안성 검토

- 보안성을 필요로 하지 않음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

#### 1. 연구책임자의 의견

- 해당 사항 없음

#### 2. 연구개발기관 자체의 검토결과

- 해당 사항 없음

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	에너지자립형 저장·관리기술개발	
연구과제명	영농형 태양광 적용 SW 개발 및 통합 플랫폼 구축			
주관연구개발기관	(주)에스엠소프트		주관연구책임자	이민
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	800,000,000	165,000,000	-	965,000,000
연구개발기간	2021.04.01. ~ 2022.12.31.(1년 9개월)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타(      ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:      )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 영농형 태양광 전용 시뮬레이션 SW 개발	일반용 및 전문가용 시뮬레이션 개발 완료
② 표준화 및 인터페이스 개발	데이터 표준화 및 Interface(RestAPI) 구축 완료
③ 영농형 태양광 통합플랫폼 구축	영농형 태양광 통합 플랫폼 및 실증센터 구축 완료

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍 보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
													SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	평 균 등 급	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10	10		5	5	5			25						20		10		
최종목표 (사업기간내)	3	1	SW 등록 (2)		2	50	2			2						2		1		
당해 년도	목표	3	1	2		2	50	2		1						1		1		
	실적	3	2	2		2	50	2		3						1		1		
달성률 (%)	100	100	100		100	100	100			100						100		100		

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	RTU(Remote Terminal Unit)
②	Interface(RestAPI)
③	데이터 표준화
④	데이터 관리(Big Data)

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술										v
②의 기술										v
③의 기술										v
④의 기술										v

\* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	프로토콜 인증을 통한 안정성 보장
②의 기술	누구나 참여할 수 있는 개방성 확보
③의 기술	표준화된 데이터로 데이터 일관성 확보
④의 기술	연구 목적의 다양한 요구 대처하기 위한 유연성과 확장성 확보

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	SCI	비SCI			논문평균 IF	학술발표	
단위	건	건	건	평균급	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건	
가중치	10	10	10		5	5	5			25						20			10
최종목표	8	4	4		3	100	5		1650	22	3000					7			1
연구기간내 달성실적	3	2	SW 등록 (2)		2	50	2			4						2			1
연구종료 후 성과창출 계획	5	2	2		1	50	3		1650	18	3000					5			



#### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 “영농형 태양광 적용 SW 개발 및 통합 플랫폼 구축” 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 “영농형 태양광 적용 SW 개발 및 통합 플랫폼 구축” 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.