

120102-2

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
가축질병대응기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003871-01

# 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구

2022. 03. 23.

2021

주관연구개발기관 / 인트플로우 주식회사  
공동연구개발기관 / 전남대학교 산학협력단  
엔에이치네트웍스(주)

사물지능 기반 구제역 백신 부작용

제어 시스템 구축 연구

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부  
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구”(개발기간 : 2020. 05. 29 ~ 2021. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 03. 23.

주관연구개발기관명 : 인트플로우(주) (대표자) 전광명 (인)



공동연구개발기관명 : 엔에이치네트웍스(주) (대표자) 이근신 (인)



공동연구개발기관명 : 전남대학교 산학협력단 (대표자) 민정준 (인)



주관연구책임자 : 전 광 명

공동연구책임자 : 박 상 익, 이 종 선

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.



		<p><b>&lt;주관연구기관: 인트플로우 주식회사&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 구제역 백신 부작용 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 사용방법 권고안에 근거한 부작용 제어 관련 항목 정의 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 백신의 관리</li> <li>• 백신의 접종 방법</li> <li>• 백신접종 후 부작용 관찰 포인트</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 구제역 백신 부작용 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 사물지능 (AloT : Artificial Intelligent of Things) 센서 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>백신 접종 전</u> : 백신 상태 관리 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>(센서지능)</b> 백신 접종 최적 온도를 안내하는 온도측정 기반 백신관리 센서 개발</li> </ul> </li> <li>- <u>백신 접종 시</u> : 백신 접종 행위 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>(영상지능)</b> 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서 개발</li> </ul> </li> <li>- <u>백신 접종 후</u> : 피접종 개체 이상증상 감지 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>(영상지능)</b> 피접종 축종 집단의 스트레스 추이를 감지하는 영상기반 활동성 분석 센서 개발</li> <li>• <b>(열화상지능)</b> 피접종 축종 개체의 부작용 발생을 예측하는 국소열감지 센서 개발</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 구제역 백신 부작용 관련 데이터의 수집·저장 및 분석 수행 <ul style="list-style-type: none"> <li>- AloT, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발</li> <li>- 구제역 백신 부작용 관련 데이터베이스 체계 설계</li> <li>- 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 누적 데이터 통계분석</li> </ul> </li> </ul> <p><b>&lt;협동연구기관1: 전남대학교 산학협력단&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 구제역 백신 부작용 발생 요인 관련 역학분석을 위한 국내외 사례 조사 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 국·내외 구제역 백신 피해 사례 조사, 발생 요인 및 전파 요인 분석</li> <li>- 구제역 백신 부작용 발생 농장과 비발생 농장의 비교 분석</li> <li>- 역학적 데이터를 이용한 구제역 백신 부작용 발생 요인 선별 및 분류</li> </ul> </li> <li>○ 구제역 백신 부작용 제어 시스템을 활용한 구제역 백신 부작용 예방 정책방안 가이드라인 마련 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 부작용 예방을 위한 전염병 발생 관련 요인 제거 정책방안 마련</li> <li>- 축산농가 별 구제역 백신 부작용 발생 방지를 위한 가이드라인 마련</li> </ul> </li> <li>○ 구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료 가이드라인 마련 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 부작용 종류에 따른 진단법 제시</li> <li>- 구제역 백신 부작용 종류에 따른 치료법 가이드라인 제시</li> </ul> </li> </ul> <p><b>&lt;협동연구기관2: 엔에이치네트웍스㈜&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 구제역 백신 부작용 제어를 위한 사물지능 구현용 HW 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양돈 및 축산 농가 내 최적 CCTV 및 열화상 카메라 설치 및 운영</li> <li>- 네트워크 장비이원화 등 안전성 및 확장성 적용</li> <li>- CCTV의 정확한 동작 여부 확인 및 영상 저장 에이징 테스트</li> </ul> </li> <li>○ 영상, 열화상 데이터 수집 및 관제 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터셋 구축</li> <li>- 농장 간 영상 및 열화상 영상 실시간 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 설치</li> </ul> </li> </ul>
--	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농장 간 케이블 배선 포설 및 통신 네트워크 구축</li> </ul> <p><b>&lt;위탁연구기관: 에스엘축산영농조합법인&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양돈 및 축우농장 내 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 테스트베드 구축 및 실증 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양돈 농장 내 테스트베드 구축 및 운영</li> <li>- 축우 농장 내 테스트베드 구축 및 운영</li> </ul> </li> </ul>
--	--	--	--

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 특허출원 2건 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안면 인식 체온 측정 장치 및 방법 특허 출원(10-2021-0029947)</li> <li>- 영상에 기반하여 동물의 승가 행위를 검출하는 장치 및 방법 (10-2021-0105287)</li> </ul> </li> <li>○ SW등록 2건 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상기반 돼지 행동 분석 SW(소프트웨어)</li> <li>- 영상 기반 원거리 체온측정 SW(소프트웨어)</li> </ul> </li> <li>○ 고용창출 3건 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 류인철, 이지성, 이승석</li> </ul> </li> <li>○ 기술 인증 1건 <ul style="list-style-type: none"> <li>- GS 1등급 인증</li> </ul> </li> <li>○ 전시회 참가 2건 <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI EXPO KOREA 2020 (국제인공지능대전)</li> <li>- AI EXPO KOREA 2021 (국제인공지능대전)</li> </ul> </li> <li>○ 제품화 매출 3건(다비육종)</li> </ul>
--------	--

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 전 농가 확대 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트팜 지원사업 연계를 통해 축산농가의 구제역 백신 부작용 제어 시스템 활용 독려</li> <li>- 전국 농장별 구제역 백신 부작용 발생 유관 데이터의 수집 및 비교분석을 통한 농장 맞춤형 구제역 백신 부작용 예방방안 제시</li> </ul> </li> <li>○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농가 별 백신 접종 과정의 오류 격감 및 부작용 발생 피해 최소화</li> <li>- 구제역 백신의 부작용에 따른 불안을 종식하고, 농가의 올바른 구제역 백신 접종을 체계화 하여 구제역 백신접종 청정국가 지위 획득</li> <li>- 구제역 관련 위협 종식에 따른 한우, 한돈 브랜드의 대국민 신뢰도 상승</li> </ul> </li> </ul>
---------------------	---

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
		2	2			2						
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	구제역		백신 부작용		사물지능		제어 시스템		진단 및 치료			
영문핵심어 (5개 이내)	Foot-and-mouth disease		Side effects of vaccine		Artificial Intelligence of Things		Control system		Diagnosis and treatment			

## 최종보고서

보안등급  
일반[ O ], 보안[ ]

중앙행정기관명		농림축산식품부				사업명		가축질병대응기술개발사업				
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원				내역사업명 (해당 시 작성)		검역방역기술				
공고번호		농축2020-212호				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)						
						연구개발과제번호		120102-2				
기술분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명 LB0710	50%	2순위 소분류 코드명 EE0108	40%	3순위 소분류 코드명 LB0701	10%					
	농림식품과학기술분류	1순위 소분류 코드명 RB0201	50%	2순위 소분류 코드명 AB0203	40%	3순위 소분류 코드명 RC0202	10%					
연구개발과제명		국문	사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구									
		영문	Research on establishment of side-effect control system for FMD vaccine based on AloT technology									
주관연구개발기관		기관명	인트플로우 주식회사			사업자등록번호	510-81-36396					
		주소	(우61472) 광주광역시 동구 금남로 193-12, 4층 401호			법인등록번호	200111-0569059					
연구책임자		성명	전 광 명			직위	대표이사					
		연락처	직장전화	062-573-4591		휴대전화						
			전자우편						국가연구자번호			
연구개발기간		전체	2020. 05. 29 - 2021. 12. 31 (1년 8개월)									
		단계 (해당 시 작성)	1단계	2020. 05. 29 - 2021. 12. 31 (1년 8개월)								
			n단계	YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD( 년 개월)								
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금	
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	지원금
총계		444,000	0	148,000	0	0	0	0	444,000	148,000	592,000	0
1단계	1년차	200,000	0	66,667	0	0	0	0	200,000	66,667	266,667	0
	2년차	244,000	0	81,333	0	0	0	0	244,000	81,333	325,333	0
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고					
			역할	기관유형								
공동연구개발기관		전남대학교 산학협력단	박상익	부교수								
		엔에이치네트웍스(주)	이종선	차장								
위탁연구개발기관		에스엘축산 영농조합법인	이신동	대표이사								
연구개발담당자 실무담당자		성명	임재준			직위	운영이사					
		연락처	직장전화	062-573-4591		휴대전화						
			전자우편						국가연구자번호			

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

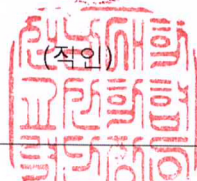
2022년 02월 03 일

연구책임자: 전 광 명

주관연구개발기관의 장: 전 광 명

공동연구개발기관의 장: 이 근 신

공동연구개발기관의 장: 민 정 준



---

위탁연구개발기관의 장: 이 신 동



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

---

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨 자료 (참고 문헌 등)



## 1. 연구개발과제의 개요

### ○ 구제역(FMD ; foot-and-mouth disease)의 정의

- FMD는 소, 돼지, 양, 염소, 사슴 등과 같이 발굽이 둘로 갈라진 우제류 동물에서 발병되는 바이러스성 가축전염병
- 체온이 급격히 상승, 거품 섞인 침흘림, 물집, 가피, 궤양, 유산 등이 나타나는 특징이 있으며, 식욕이 저하되어 심하게 앓거나 죽게 되는 전파력이 매우 강한 전염병
  - 잠복기 2주 뒤에는 1%의 낮은 치사율을 제외한 모든 성축은 자연 치유되지만 어린 가축의 경우 급성 심근염으로 55%의 확률로 폐사할 수 있음
  - 가축전염병 예방법상 제1종 가축전염병이며, 세계동물보건기구(OIE)에서 관리대상 질병으로 분류
- 2010년 최악의 구제역을 겪으면서 이듬해 2011년부터 백신 정책을 통해 모든 소, 돼지에 백신접종 의무화

### ○ 축종별 FMD의 임상증상

#### - 돼지의 임상증상

- 돼지에서 특징적으로 관찰되는 증상은 걷기 힘들어하고(파행 증상), 발굽의 심한 병변과 고통으로 인해 제대로 서거나 걷지 못하고 절룩거리거나 무릎을 꿇고 기어 다님
- 자돈의 폐사율은 50% 정도이고 때때로 성돈도 폐사



[그림] 돼지의 임상증상 사례

(출처 : 농림축산식품부, 구제역 긴급행동지침(SOP))

#### - 소의 임상증상

- 구제역 바이러스에 감염된 소는 체온상승, 식욕부진, 침울, 원유 생산량의 급격한 감소를 보임
- 발병 후 24시간 이내에 거품 섞인 침을 심하게 흘리고, 혀와 잇몸 등에 수포가 생긴 것을 관찰할 수 있으며, 입맛 다시는 소리를 내기도 함
- 성우의 폐사율은 5% 미만으로 매우 낮은 편이나 임신우에서 유산 발생 가능성이 있음



[그림] 소의 임상증상 사례  
(출처 : 농림축산식품부, 구제역 긴급행동지침(SOP))

○ FMD 백신 정의

- 현재 우리나라에서 사용하고 있는 구제역 백신은 바이러스를 대량으로 배양하여 사멸시킨 다음, 농축 및 정제과정을 거친 바이러스 항원과 오일성분의 adjuvants를 혼합시킨 불활화 오일 백신
- FMD 백신의 종류는 3가지(유럽산, 러시아산, 아르헨티나산)
  - 축종별 항체양성률 기준(소 80%, 염소·번식용 돼지 60%, 육성용 돼지 30% 이상) 이상 유지되도록 실시

제조사	백신명(제조,수입사)	예방 접종 시기	접종 부위/접종량
메리알(영국)	힘백 FMD(고려B&P) 대성 FMD(대성미생물연구소) FMD-100(중앙백신연구소) 녹수 FMD(녹십자수의약품) 프로백 FMD(코미팜)	최초접종 : 8주령에 1차 접종, 4주 후 재접종 추가접종 : 4~7개월마다 접종	목, 귀 뒤 2ml/두
바이오제네시스 바고 (아르헨티나)	아토젠 올레오 FMD 백신(케어사이드)	1차 접종 : 8주령에 접종 2차접종 : 3~4주 후 접종 재접종 : 매6개월마다 접종	목, 귀 뒤 2ml/두
FGBI ARRIAH (러시아)	아리아백(동방)	1차 접종 : 최소 8주령에 접종 2차접종 : 4주 후 접종 재접종 : 매6개월마다 접종	목 부위 2ml/두

[표] 백신별 품목 허가 된 접종 방법

○ FMD 백신의 부작용

- 주사부위 반응
  - 불활화 adjuvant 제품의 사용 후 관찰되며 육아종, 농성 육아종, 농양, 임프형질세포성 염증, 괴사, 광물질화 변성 작용(mineralization), 섬유증, 및 섬유 육종을 포함하는 다양한 증상으로 발현

- 전신성 반응

- 단기간 이상 고열증은 예방 접종 후 매우 흔하게 관찰되며 이는 식욕부진증, 유 생산량 저하, 산란 저하, 구토, 신경성 문제점들, 혈액 수치들의 변화 그리고 유산으로 이어짐

- 알레르기 반응

- 생물학적 제제의 사용으로 예상되며 아나필락시스(또는 I형 과민증)는 백신 처치 수분 또는 수 시간 이내에 일어나고 우둔, 호흡 곤란, 구토, 전을, 점막 청색증, 유연증, 폐수종, 유산, 의기소침, 그리고 가끔 폐사의 결과를 초래

○ 축종별 FMD 백신의 부작용 사례

- 돼지의 FMD 백신 부작용

- 돼지에서 관찰되는 백신 접종 부작용은 백신 접종부위에 고름과 같은 화농성 병변이 발견되는 이상육이 특징적으로 발견됨
- 백신접종으로 인한 과민반응에 의해 쇼크가 발생할 수 있으며 폐사까지 이르기도 함.



[그림] 돼지의 구제역 백신접종 부작용 사례  
(출처 : NBS 뉴스)

- 소의 FMD 백신 부작용

- 구제역 백신 접종 후 소에서 알려지 반응, 두드러기, 화농 괴사성 피부염 등의 병변이 발견됨
- 평균 착유량 감소는 21.5%로 보고 되었음
- 검역본부의 현장조사 (49개 시군, 6364 농장)에 따르면 백신 접종 후 유사산(19%), 폐사(12%), 수태율저하(1.7%), 증체율저하(1.6%) 등의 부작용을 보였다고 함



[그림] 소의 구제역 백신접종 부작용 사례  
(출처 : 진천자치신문 및 kbc 뉴스)

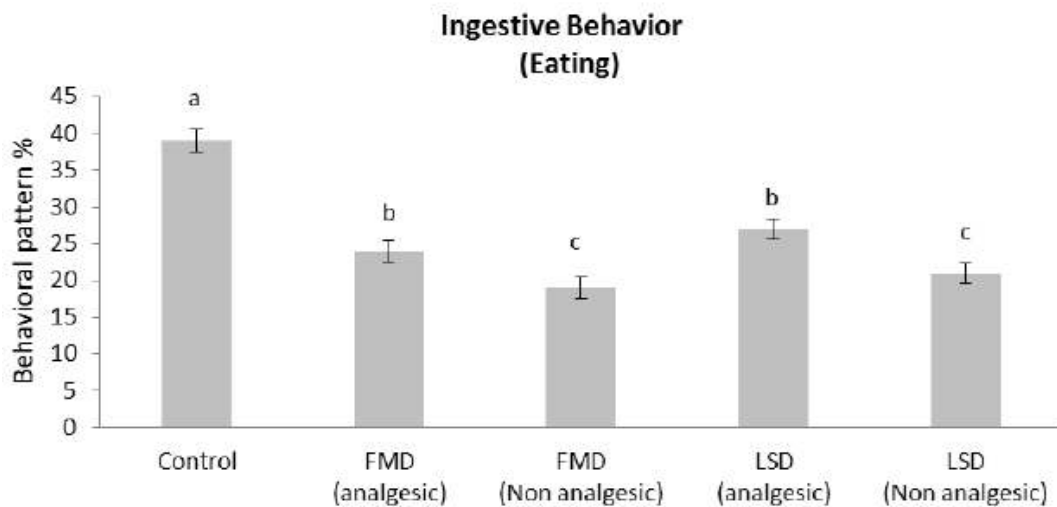
**Table 3:** Physiological and appetite score of animals infected with FMD and LSD virus (analgesic or non-analgesic)

Item Group	Control	FMD diseased animals		Lumpy skin diseased animal	
	Control	analgesic	Non analgesic	analgesic	Non analgesic
Rectal temperature	38.7 ± 0.20 <sup>c</sup>	39.3 ± 0.53 <sup>b</sup>	40.9 ± 0.54 <sup>a</sup>	39.6 ± 0.23 <sup>b</sup>	40.3 ± 0.04 <sup>a</sup>
Heart rate	71.8 ± 0.62 <sup>c</sup>	80 ± 0.31 <sup>b</sup>	83.7 ± 0.41 <sup>a</sup>	79.8 ± 0.64 <sup>b</sup>	82.9 ± 0.33 <sup>a</sup>
Respiratory rate	28 ± 0.42 <sup>c</sup>	40 ± 0.22 <sup>b</sup>	44.2 ± 0.63 <sup>a</sup>	41.2 ± 0.52 <sup>b</sup>	43.8 ± 0.71 <sup>a</sup>
Appetite score	3.3 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.22 <sup>b</sup>	1.1 ± 0.11 <sup>c</sup>	1.9 ± 0.30 <sup>b</sup>	1.4 ± 0.02 <sup>c</sup>

Data obtained as average of 25 animals within first 5 days of clinically infection.  
Means (± SE) in the same row with different superscripts letter are significantly different at (P<0.05).

[그림] FMD에 이환된 소의 생리적 활성화도 및 식욕 평가 지수

(출처 : Change in behavior, blood parameters and pain score in response to different treatment strategies in bull infected with FMD or LSD)



[그림] FMD에 이환된 소의 식욕과 질병과의 상관관계 평가

(출처 : Change in behavior, blood parameters and pain score in response to different treatment strategies in bull infected with FMD or LSD)

○ 구제역 백신 부작용으로 인한 손실

- 소에서는 식용부진으로 인한 출하시점 연장, 돼지에서는 접종부 농양으로 인한 이상육 생성의 문제(1회 접종 30%, 2회 접종 의무화 후 70%발생)로 농가의 경제적 손실이 큼
- 돼지의 경우, 목 부위에 구제역 백신을 접종
- 백신에 포함된 오일 부형제의 영향으로 접종 부위에 화농이 발생하는 것으로 추정
- "돼지의 경우 사육기간이 짧아" 화농이 충분히 소멸하지 않고 이상육으로 취급
- 육가공장이 농가에 정산하는 과정에서 공제금액이 발생

자료	백신접종 횟수	공제금액 합계 (원)	출하건당 평균 공제금액 (범위, 원)	두당 평균 공제금액 (범위, 원)
선진	미접종 (2010년)	1,6415,000	73,281 (0-574,000)	1,302 (0-9,409)
	1회 접종 (2014년)	91,056,000	271,808 (0-714,000)	4,880 (0-13,475)
	2회 접종 (2015년)	152,425,000	450,961 (0-763,000)	7,985 (0-13,263)
도드람	미접종 (2010년)	NA <sup>3)</sup>	NA <sup>1)</sup>	NA <sup>1)</sup>
	1회 접종 (2014년)	1,276,815,250	615,926 (0-3,096,220)	8,836 (0-43,608)
	2회 접종 (2015년)	2,728,523,084	1,351,423 (0-13,331,816)	18,950 (0-198,982)
통합	미접종 (2010년)	1,6415,000 <sup>2)</sup>	73,281 (0-574,000) <sup>2)</sup>	1,302 (0-9,409) <sup>2)</sup>
	1회 접종 (2014년)	136,787,125	568,052 (0-3,096,220)	8,286 (0-43,608)
	2회 접종 (2015년)	2,880,948,084	1,222,294 (0-13,331,816)	17,378 (0-198,982)

[표] 자료원별 백신접종 횟수별 이상육 발생에 따른 공제금액

단위: 천 원

	2010년	2014년
7월	353	427
8월	363	435
9월	343	416
10월	289	402
11월	300	457
평균	329.6	427.4

자료: 농협축산정보센터(<https://livestock.nonghyup.com>).

[표] 돼지 마리당 가격

- 이상육으로 인한 손실을 정상가격에서 차감하는 것인데, 이는 농가의 손실
- 구제역 백신 접종으로 인한 이상육 발생으로 농가가 입는 피해가 돼지 마리당 가격의 0.7%(=1.1%-0.4%)에 해당
- 2015년을 기준으로 농가 피해액을 계산하면 - 연간 농가 피해액 = 마리당 이상육으로 인한 피해 비율 × 연간 돼지 도축 마리수 × 연간 마리당 평균 가격 = 0.7% × 15,906,502마리 × 417천 원 = 495억 원

○ 구제역 백신 부작용 피해 현황

- 방역당국에 따르면 2015년 상반기 전국의 1만8천75개 농장(중복포함)에 대한 백신항체 검사 결과 백신항체형성률이 30~50%인 농가는 18.2%인 3천294개소에 달하는 것으로 확인했으며, 이 가운데 30% 미만인 농가(3천284개소)가 대부분을 차지

○ 축종별 피해 사례를 바탕으로 하여, 부작용 제어를 중심으로 한 방향성 설정 및 관리 목표 달성

- 양돈 농가에서 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어시스템을 통한 이상육 관리와 이상 증상 집중 관찰
- 축우 농가에서 사물지능 기반 기술을 이용한 유사산 방지 및 섭식행동 집중 관찰

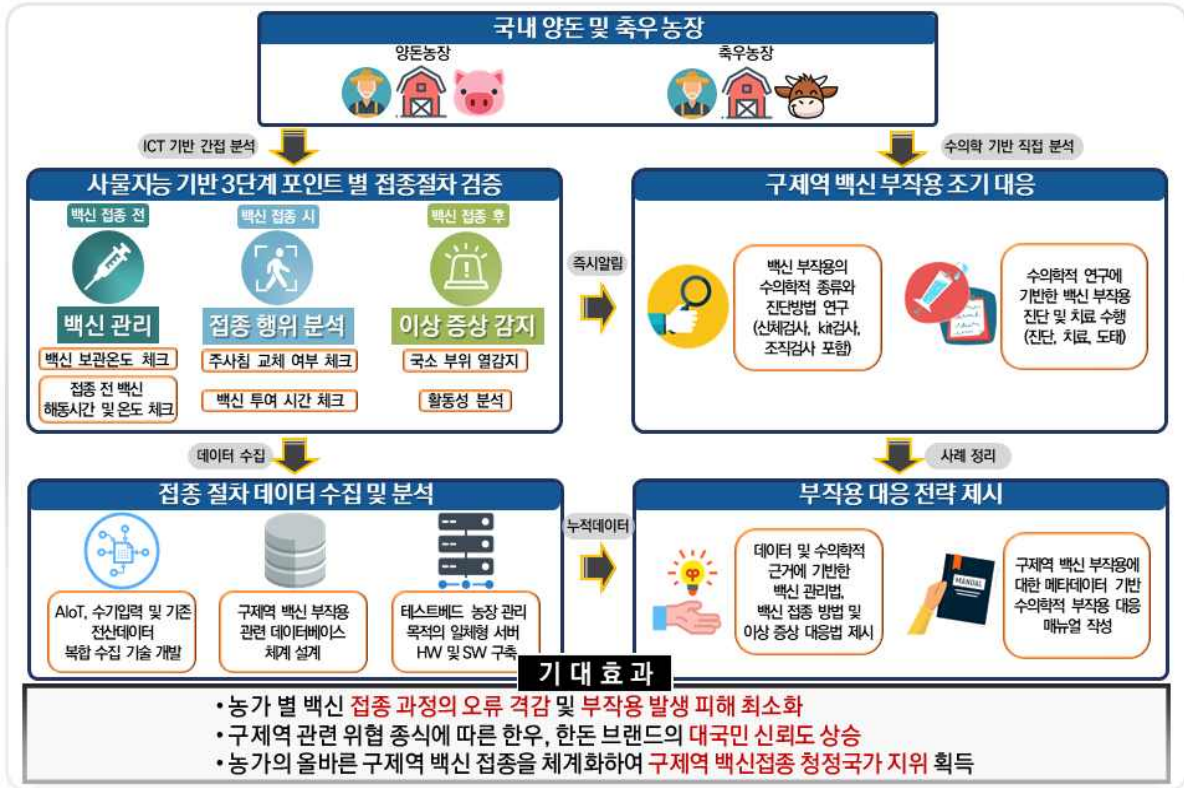
○ 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어시스템 구축 연구의 필요성

- 본 연구를 통해 백신 접종 후 사물인지 기반으로 부작용을 조기에 인식하여 백신접종의 오류를 줄이고, 구제역 창궐 시 모든 백신예방 가축의 자연감염 요인을 원천차단 해야 함
- 더 나아가 백신접종 중 2년간 구제역이 발병하지 않게 하여 한국이 **구제역 백신접종 청정국**으로 인정받는 것을 목표로 함

○ 제안연구 소개 : 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템

## 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구

■ 사물지능 기반 백신 접종 절차 검증 및 부작용 조기 대응을 통한 농가 피해 최소화



[그림] 제안하는 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 개념도

○ 연구개발 목적

- 구제역 백신 부작용의 위협을 백신 접종 전 과정에서 제어하여 축산농가의 구제역 피해를 최소화하고 나아가 대한민국의 구제역 접종 청정국가 직위를 회복하고 유지하는 데 조력함

○ 연구개발 내용

- 구제역 백신 접종 전후 과정의 인과를 체계적으로 점검하기 위한 관리 포인트 정의 및 포인트 별 '사물지능 센서' 개발
  - 구제역 백신 접종 전, 접종 시, 접종 후 포인트 별로 지능적인 메타데이터 수집 및 분석 수행
- 구제역 백신 부작용 제어 시스템을 활용한 구제역 백신 부작용 예방 정책방안 제시
  - 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 누적 데이터 통계분석과 실제 진단 및 치료 사례와의 연관성을 기반으로 한 정책방안 매뉴얼 개발
- 축산 농가 확산이 용이한 테스트베드 설치 및 운영 및 피드백
  - CCTV 및 열화상 카메라 전문 공급기관과 영농조합법인의 참여를 통한 확산 가능한 형태의 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 테스트 설치, 운영 및 피드백 수집

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### <주관연구기관(인트플로우㈜)>

#### (1) 구제역 백신 부작용 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의

##### ○ 구제역 긴급행동 지침에 의거한 관리포인트 항목 정의

##### - 구제역 백신 사용방법 권고안에 근거한 구제역 백신 관련 지침 분석

- 구제역 긴급행동지침 [SOP]에 포함된 구제역 백신접종 절차의 나열, 우선순위 선정, 디지털 데이터화 가능성 검토

	<p><b>II. 백신접종 유형의 구제역 표준행동요령 ..... 133</b></p> <p>1. 발생농장 등 방역지역 방역요령 ..... 133</p> <p>2. 이동제한 및 해제요령 ..... 137</p> <p>3. 추가 백신 접종 요령 ..... 140</p> <p>4. 삼치분 및 사체처리 요령 ..... 143</p> <p>5. 발생농장 등의 청소·세척 및 소독요령 ..... 148</p> <p>6. 이동제한 기간 중 방역관리 요령 ..... 149</p> <p>7. 지정도축장 지정 및 도축검사 요령 ..... 155</p> <p>8. NSP양체 양성축 처리요령 ..... 157</p> <p>9. 삼치분 농장의 가축 재입식 요령 ..... 163</p> <p>10. 통제초소 근무자 근무요령 ..... 165</p> <p>11. 구제역 백신접종 청정국 인정 조건 ..... 167</p> <p><b>III. 백신 미접종 유형의 구제역 표준행동요령 ..... 168</b></p> <p>1. 발생농장 등 방역지역 방역요령 ..... 168</p> <p>2. 긴급백신 접종요령 ..... 171</p> <p>3. 삼치분 요령 ..... 177</p> <p>4. 삼치분 사체의 처리요령 ..... 186</p> <p>5. 발생농장의 청소·세척 및 소독요령 ..... 220</p> <p>6. 통제초소 근무자 근무요령 ..... 227</p> <p>7. 도축장 지정 및 식육처리요령 ..... 231</p> <p>8. 사료 및 조사료 공급요령 ..... 235</p> <p>9. 구제역 발생지역 내 가축분뇨처리요령 ..... 241</p> <p>10. 원유처리요령 ..... 244</p> <p>11. 이동제한 가축 수매·도축·가공·판매요령 ..... 246</p>
---	--

[그림] 구제역 긴급행동지침 [SOP], 농림축산식품부 (2019)

- 백신의 관리

항목	긴급행동지침 내용
1	백신은 반드시 2~8℃에 보관하여야 하고 얼지 않도록 주의한다.
2	사용 시 냉장상태에서 사용 30분전에 꺼내 실온에서 유지하고, 8℃ 이상 실온에서 잘 흔들어 사용한다.
3	한번 개봉한 백신은 36시간 이내에 사용한다.
4	백신 효력이 감소될 우려가 있으므로 백신 접종기구를 화학적으로 살균하지 않도록 한다.
5	한 농장에서 사용하다 남은 예방약은 소독제로 소독을 실시하고 다음 농장으로 이동한다.
6	백신접종전, 동물은 가능한 안정을 시키고, 주위를 조용하게 유지한다.
7	임신 초기나 말기의 가축을 거칠게 다룰 경우 스트레스로 인하여 간혹 유사산이 일어날 수 있으므로 백신접종 시 심한 스트레스가 없도록 각별히 유의한다.
8	백신접종을 시작한 농장은 가급적 하루에 끝낼 수 있도록 한다.
9	주사 후 알레르기 등 이상 증상이 있으면 즉시 수의사의 지시에 따른다.
10	사용된 백신병, 주사기, 바늘 등은 가축방역관 관리 감독하에 사군에서 일괄 폐기하도록 한다.
11	백신 소모량, 재고량 등에 대하여 상세한 기록을 유지한다.

[표] 구제역 백신 접종 주의사항

(출처 : 농림축산식품부, 구제역 긴급행동지침, 2019)

- 백신의 접종 방법

항목	긴급행동지침 내용
1	백신접종반은 농장 출입시 방역복, 장화 및 장갑 등은 착용하고 1농장/1회사용 원칙을 이행한다.
2	백신 접종시 1두 1침을 사용을 원칙으로 하되 주사시 잡균에 오염되어 주사부위가 굽지 않도록 주의한다.
3	주사기 바늘 크기는 18G 또는 16G(소), 21G 또는 19G(양, 염소), 18G 또는 19G(성돈), 21G(자돈) 정도를 사용한다.
4	소, 사슴, 염소 : 둔부 근육, 어깨앞부분 목 근육(목의 윗부분에서 1/3 아래로 내려온 부분, 주사액이 다시 나오지 않도록 근육내 45도 각도로 비스듬히 접종) 또는 피하접종, 돼지 : 귀 뒤쪽의 목 근육에 접종
5	접종자는 농장간 이동시 소독 등 철저한 방역조치를 실시하여 구제역 전파방지에 최선을 다해야 한다.
6	백신접종 지역내 전체 감수성동물에 대해 접종을 실시한다.
7	접종순서는 방역지역별로 가장 자리에 위치한 농장으로부터 접종을 시작하여 동심원의 중심으로 이동하여야 한다.
8	항체가 형성되기 전까지(소는 2주, 돼지는 4주 정도) 바이러스 유입시 감염이 가능하며, 항체 형성시기 이후에도 항체의 불완전형성 개체, 바이러스에 과다노출 등에 따라 감염이 가능하므로 차단방역에 소홀히 하지 않도록 농가 홍보를 실시한다.
9	접종시술자는 필요한 방역조치를 취한 후 가축방역관의 승인하에 해당 지역을 떠날 수 있으며, 시술이 끝나면 소독, 탈의 세척 등 시술자에 의한 질병전파 가능성에 대한 특별한 예방조치를 취해야 하며, 종료 후 시술자는 최소 7일간 감수성 동물에 접촉해서는 안된다.

[표] 구제역 백신 접종 실시 요령

(출처 : 농림축산식품부, 구제역 긴급행동지침, 2019)

- 백신접종 절차간 인과를 고려한 구제역 백신 부작용 제어 관련 항목 정의
  - ICT 기술로 정량적 측정 및 데이터화가 용이한 항목을 재정의

항목	긴급행동지침 내용	절차 시점	사물지능 기술 도입 접점	관련 기술
표11-1	백신은 반드시 2~8℃에 보관하여야 하고 얼지 않도록 주의한다.	접종 전	구제역 백신 최적관리를 위한 온도측정 및 시간관리	✓ IoT 온도측정
표11-2	사용 시 냉장상태에서 사용 30분전에 꺼내 실온에서 유지하고, 8℃ 이상 실온에서 잘 흔들어 사용한다.			
표11-3	한번 개봉한 백신은 36시간 이내에 사용한다.			
표12-2	백신 접종시 1두 1침을 사용을 원칙으로 하되 주사시 잡균에 오염되어 주사부위가 굽지 않도록 주의한다.	접종 시	백신접종 원칙 준수 여부를 관리하는 백신접종 행동 분석 및 기록	✓ 영상 기반 사람 행동인식
표12-8	항체가 형성되기 전까지(소는 2주, 돼지는 4주 정도) 바이러스 유입시 감염이 가능하며, 항체 형성시기 이후에도 항체의 불완전형성 개체, 바이러스에 과다노출 등에 따라 감염이 가능하므로 차단방역에 소홀히 하지 않도록 농가 홍보를 실시한다.	접종 후	피접종 개체의 접종 후 이상여부를 파악하고 초기 징후를 분석 및 기록	✓ 영상 기반 동물 활동성 분석 ✓ 열화상 기반 국소열감지

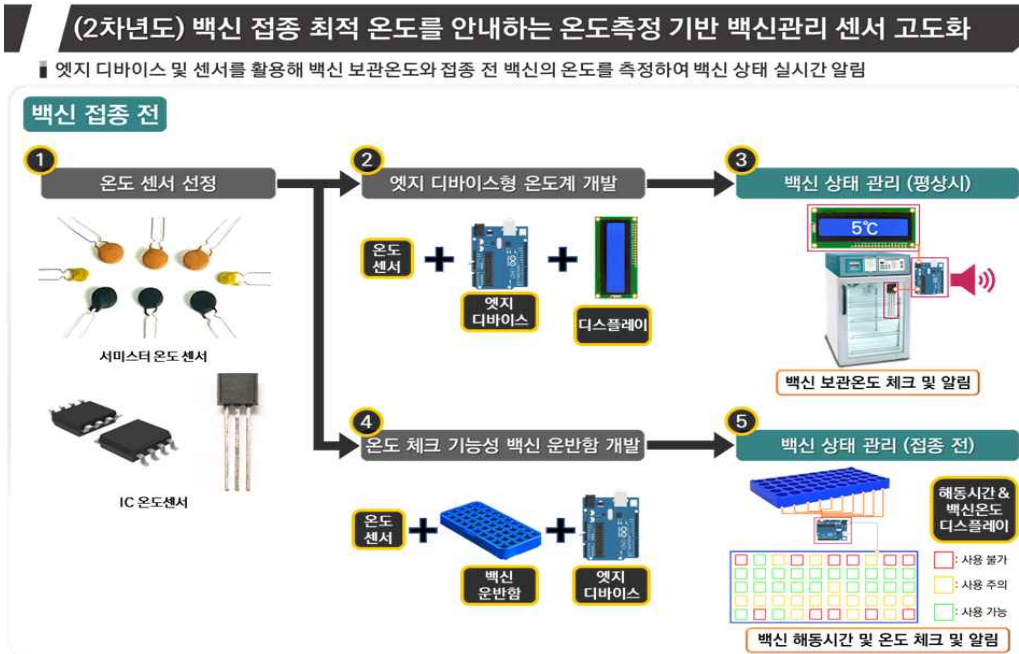
[표] 구제역 백신 접종 권고안의 ICT 기반 정량화 항목

- ICT 기술로 정량적 측정 및 데이터화가 용이한 항목에 대한 현장 측정에 필요한 HW/SW 로 구성된 사물지능 센서 형태를 정의함
  - 각 항목 별 데이터의 수집 형태, 주기, 양, 방법을 고려한 사물지능 센서 형태 고려
  - 각 항목 별 데이터의 수집에 적합한 인공지능 모델 선정
  - 각 항목별 사물지능 센서 개발에 필요한 HW장치, 설비, 인공지능 훈련 데이터 등을 산정



(2) 구제역 백신 부작용 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 사물지능 센서 개발

○ (접종 전) 백신 접종 최적 온도를 안내하는 온도측정 기반 백신관리 센서 개발



[그림] 백신 온도측정 기반 백신상태 관리 기술 개념도

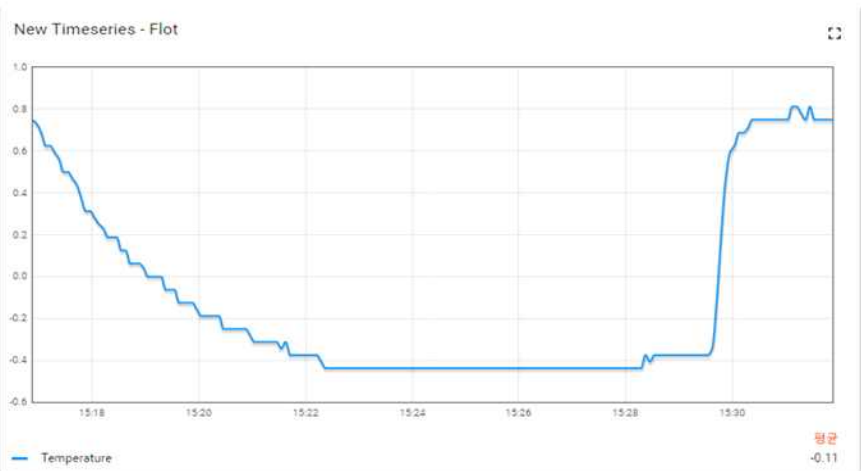
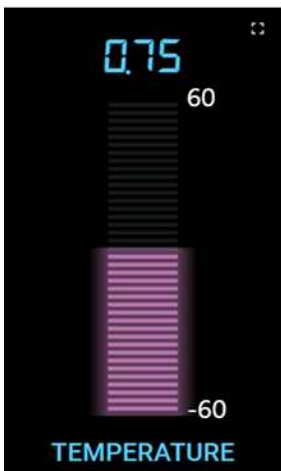
- 불활화 오일 백신의 효능을 유지하기 위해서는 백신의 접종 전 온도 관리가 필수
- 현재의 백신 온도 관리는 농가의 자체 관리 역량에 일임하는 상황
  - 농장의 현장업무를 전담하는 현장직원에게 체계적인 백신 온도관리를 교육시키고 유지하는 데 한계가 따름
  - 또한 4계절이 뚜렷한 대한민국에서는 현장직원의 관능만으로는 백신접종 시점 별 농장 내/외부 온도차를 고려한 정확한 백신온도 관리가 어려운 상황 이에 농가 내에서 보관 및 사용하는 구제역백신의 상시 상태관리를 위한 엣지 디바이스형 온도계 개발을 수행함
  - 백신 평시 상태 체크를 위한 엣지 디바이스형 온도계 개발
  - 인터넷 연결이 끊겨도 24시간 실시간 감지 및 기록, 현장 안내가 가능하도록 구현함
- (온습도센서 미세조정) 온습도센서 별 편차 조정
  - 저온냉장보관 상태에서 정확히 동작하도록 IoT 온습도 센서의 저온환경 맞춤 미세조정
  - 센서의 다수생산 및 확산에 대비한 미세조정 관련 하이퍼파라미터 관리의 체계화
- (HW 구성) 기존 냉장보관함에 호환되는 적용 구조 제시
  - 종래 냉장보관함에 간편히 활용할 수 있는 HW 구성 제시
  - AAA 배터리 활용, 자석형 합체, 교체식 온습도 센서, LCD 모니터, WiFi 센서로 구성
- (시스템 구축) 측정 데이터 아카이빙 및 표출 호환
  - 시간별 백신 보관함 내 온습도 변화에 대한 상시 기록 및 GUI 표출이 호환되도록 프로토콜 설계
  - 보관함 내 병결현상이 의심되는 이상구간에 대해서는 이상 유무 기록 및 사용자 알림 기능 제공
- (백신 운반함) 접종 직전에 활용할 수 있는 온도 체크 기능성 백신 운반함 개발
  - 백신 평시 상태 체크를 위한 엣지 디바이스형 온도계 개발
  - 인터넷 연결이 끊겨도 24시간 실시간 감지 및 기록, 현장 안내가 가능하도록 구현함

- (HW 구성) 기존의 백신운반함 구조를 유지하는 센서 부착 구조 설계
  - 종래의 구제역 백신 운반함의 크기 및 틀, 형태와 취합이 용이한 HW 구성 제시
  - AAA 배터리 활용, 다중 백신보관 슬롯, 다중영역 온습도 측정부, LCD 모니터, 버저, WIFI로 구성
  - 백신을 냉동 이동하기 편의하며 LCD 디스플레이 화면에 'C와 'F 사이에서 상호 교환 가능한 시간 및 냉장 온도를 명확하게 표시
  - 급속도로 냉각되며 86°F의 환경에서도 온도를 36°F~46°F유지



[그림] 백신 캐리어

- (시스템 구축) 측정 데이터 아카이빙 및 표출 호환
  - 시간별 백신 보관함 내 온습도 변화에 대한 상시 기록 및 GUI 표출이 호환되도록 프로토콜 설계
  - 백신 접종 전 해동이 충분히 이뤄지지 않은 시점에 대해서는 음향, 화면 알림 등으로 현장직원 알림 및 향후 기록 수행



[그림] 백신 냉장고 내장형 온도측정 기반 백신관리 센서 제품형상 및 대시보드 동작화면

- 수행내역

- 백신 접종 최적 온도를 안내하는 냉장고 내장형 온도측정 기반 백신관리 센서 제작 완료
- 온도 체크 기능성 백신 운반함 제작 완료
- 에스엘축산영농조합법인 관할 농장의 정액/백신 보관 냉장고에 설치, 냉장고 내부 온도 변화의 실시간 확인 검증
- 스마트폰을 통해 24시간 실시간 온도 변화를 인지하고 이상상황에 대응할 수 있으므로, 정전, 냉장고 이상 등으로 백신에 변질이 생기는 상황을 미연에 방지할 수 있을 것으로 그 효과가 기대됨

○ (접종 시) 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서 개발

**(2차년도) 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서 고도화**

■ AIoT가 결합된 지능형 CCTV의 프로토타입을 활용한 현장 분석 및 그 결과를 바탕으로 한 알고리즘 일체 고도화



[그림] 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서 2차년도 개발 세부도

- 구제역 백신 접종 시 기존 방식의 문제점

- 구제역 백신의 접종 대상이 되는 국내 우제목은 한우와 한돈의 규모가 압도적
- 농촌진흥청에서는 구제역 백신 접종 시 ①투여용량 2ml에 대한 3~4초 투여시간, ②1두 1침 사용 등과 같은 사항을 권고
- 축산업 종사자의 고령화로 인해 백신 접종 업무를 수행하는 수의사 등 전문요원에 의존해야 하는 실정
- 국내 사육되는 돼지 및 소의 수에 비해 백신 접종 업무를 수행하는 전문요원 인력은 부족
- ①투여 권고시간에 비해 순간적으로 많은 양을 국소부위에 주입, ②다두 1침 사용 등이 행해지고 있는 실정
- 이러한 기존 접종 방식의 문제점으로 인해 조산, 유산, 폐사 등의 부작용이 발생되어, 농가는 백신 접종에 대한 책임을 떠 앉는 것과 함께 백신 부작용까지 감당하고 있는 실정

- 기존 백신 접종 방식의 개선 필요

- 수의학적 관점에서 백신의 올바른 접종 방식은 부작용 발생률을 낮추기 위한 중요한 포인트 중 하나
- 접종 시 2ml 백신이 완전히 체내에 주입되기 위해서는 침 삽입 후 3~5초 정도가 필요하며, 급하게 주사기를 빼면 백신이 피하로 주입되어 화농이 발생
- 주사 바늘의 경우, 접종 후 바늘이 휘어 추가 접종 할 때 가축의 국소부위에 상처를 발생 시킬 수도 있고, 또 사용된 주사바늘 자체에 병균이 묻어 있을 수 있는 등 다양한 이유로 부작용이 발생 가능
- 따라서, 백신 접종 방식의 개선을 위해 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서를 통한 권고사항 준수 여부 확인 및 알림 기술 개발을 제안

- 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서 기술의 기능

- (주사침 교체 여부 체크): 구제역 백신 접종 시, CCTV 영상으로부터 전문요원의 행위를 분석해 국가 권장 사항인 1두 1침 혹은 5두 1침 준수 여부를 확인하고 알림

- (백신 투여 시간 체크): 구제역 백신 접종 시, CCTV 영상으로부터 전문요원의 백신 투약 행위를 분석해 권장 시간인 3~5초 준수 여부를 확인하고 알림
- 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서 기술 개발 세부내용
- 주요 우제목(소와 돼지)을 대상으로 주사를 놓는 행위 및 우제목 사육장을 배경으로 주사 바늘을 교체하는 행위에 대한 이미지 데이터 수집
  - 수집된 데이터에 대해 우제목 객체 정보(bounding box) 및 접종 요원의 자세 정보(key point)를 레이블링하여 딥러닝 학습 데이터셋 구축
  - 구축된 데이터셋을 이용해 접종요원의 자세 추정 및 가축의 검출을 수행하는 시각지능 모델 개발
  - 개발된 시각지능 모델을 출력 값을 바탕으로 행위분석(주사를 놓는 행위, 물체를 잡는 행위, 약을 교환하는 행위 등) 알고리즘 개발
  - 개발된 알고리즘 일체를 엣지 디바이스에 탑재 후 기존 CCTV 연결하여 지능형 AIoT CCTV 카메라 프로토타입 개발



[그림] 사람의 움직임에 따른 행동을 분석하고 인지하기 위한 행동인식 모델 베이스라인 구동 장면

- 수행내역

- 현장의 엣지컴퓨터와 CCTV를 활용한 영상분석 기반 사람, 축산 객체검출 기술 개발
- 정밀성 확보를 위해 양돈과 축우의 검출 모델을 별개로 설계 및 학습 수행
- 백신접종 패턴 분석을 위한 사람 행동인식 모델 baseline 구축



[그림] 양돈객체검출 데이터셋 및 이를 학습한 모델을 내제화 한 엣지컴퓨팅 박스 (에스엘축산영농조합법인 산하 양돈농장 모돈사에 설치 및 실증 진행 중)



[그림] 축우객체검출 데이터셋 및 이를 학습한 모델을 내제화 한 엣지컴퓨팅 박스 (에스엘축산영농조합법인 산하 축우농장에 설치 및 실증 진행 중)

- [행동인식 기술]

- coco keypoints dataset format을 기준으로 17개의 keypoint를 이용함

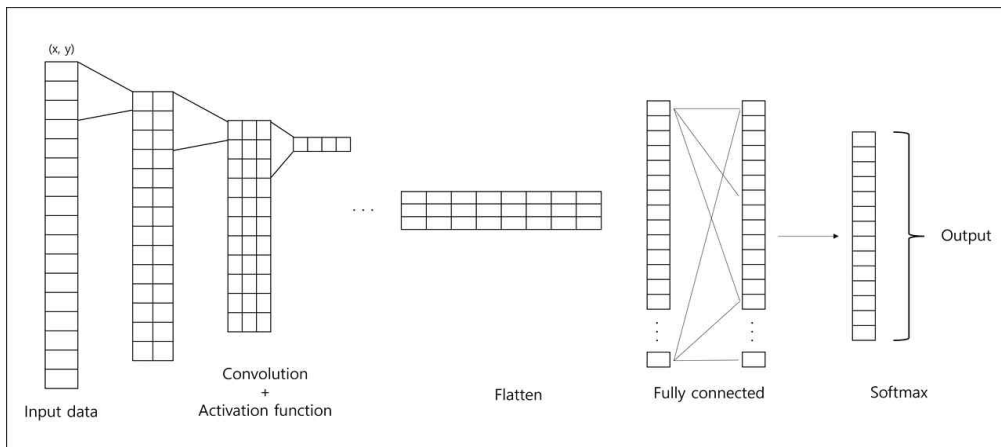
```

"categories": [
  {
    "supercategory": "person",
    "id": 1,
    "name": "person",
    "keypoints": [
      "nose", "left_eye", "right_eye", "left_ear", "right_ear",
      "left_shoulder", "right_shoulder", "left_elbow", "right_elbow",
      "left_wrist", "right_wrist", "left_hip", "right_hip",
      "left_knee", "right_knee", "left_ankle", "right_ankle"
    ],
    "skeleton": [
      [16, 14], [14, 12], [17, 15], [15, 13], [12, 13], [6, 12], [7, 13], [6, 7],
      [6, 8], [7, 9], [8, 10], [9, 11], [2, 3], [1, 2], [1, 3], [2, 4], [3, 5], [4, 6], [5, 7]
    ]
  }
]

```

그림 17 coco keypoints data format 예시

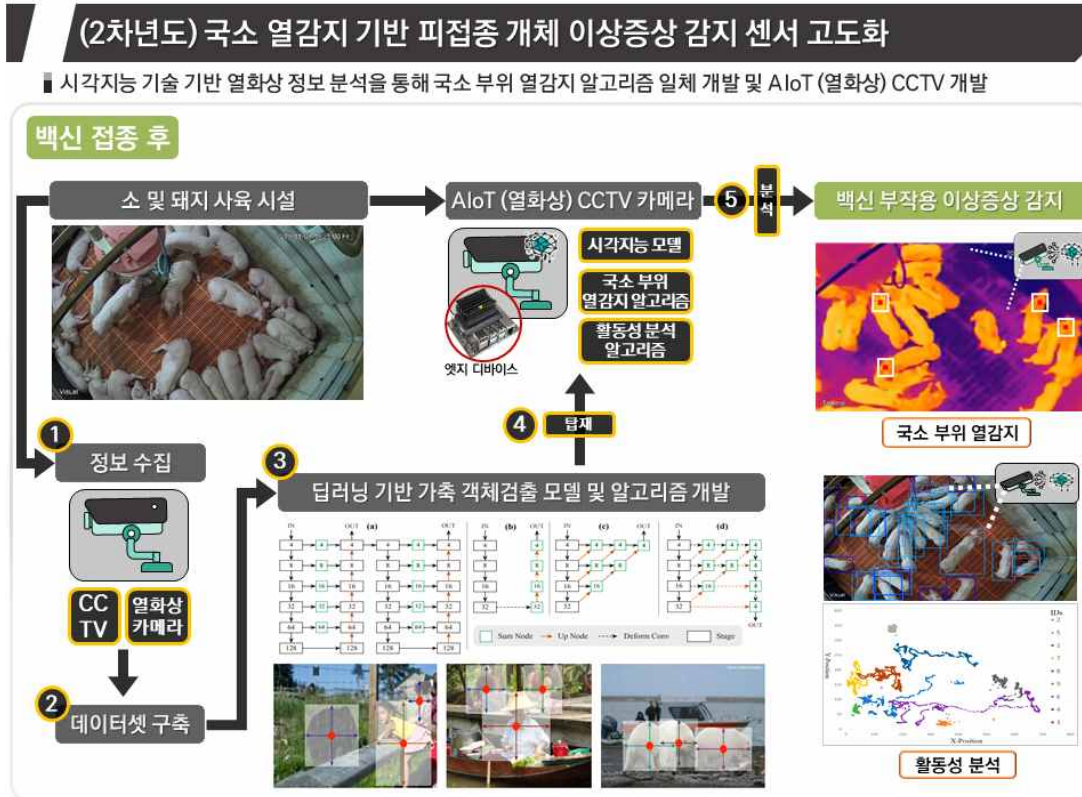
- 한 사람에 해당하는 keypoint들의 좌표의 데이터(1\*17\*2)가 input 데이터로 이용
- 1D CNN을 이용하여 class(행동)을 예측함



[그림] 1D CNN의 구조

- input 데이터가 1d convoultion layer 들을 거치고 끝으로 fully connected layer을 거치면 사전에 정의한 각 행동 클래스 별 확률이 나옴
- 그 확률들을 softmax를 거쳐서 최종 행동 클래스를 도출

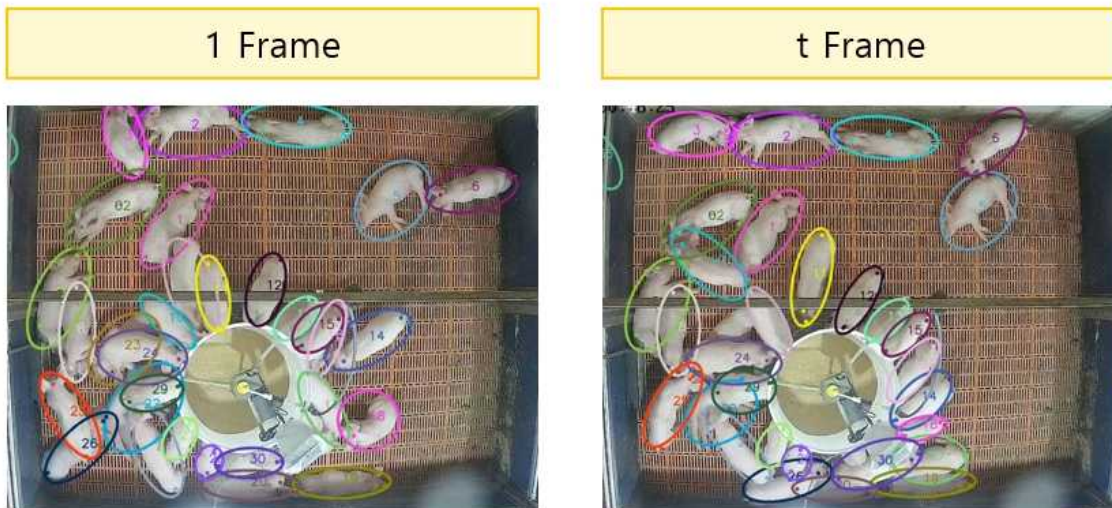
○ (접종 후) 활동성 분석 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 개발



[그림] 국소 열감지 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 고도화

- 접종 후 부작용에 의해 발생하는 증상
  - 소 또는 돼지의 이상육(화농) 생성이 대표적인 구제역 백신 접종 후 발생하는 부작용
  - 이상육이 발생되었는지의 여부는 도축 후 육안으로 축산물을 확인하는 방법이 유일함
  - 이상육 생성 이외의 부작용 증상으로는 체온상승, 식욕부진, 활동성 감소, 산유량 급감, 유산 등 존재
  - 수의학 전문의의 견해에 따르면 부작용 발생 여부 확인 및 신속한 대응을 위해선 백신을 투약한 국소부위(귀 뒤의 목 근육 부위)에서의 고열과 가축의 활동성 감소여부 확인이 중요
- 부작용에 의한 증상 발견에 대한 현실적인 문제
  - 백신 투약 후 부작용 발생으로 인해 접종 국소 부위의 고열 감지와 가축의 활동성 감지를 위해서는 접종 후 2주간 각 접종 개체에 대한 확인이 필요
  - 고령화가 심각한 국내 축산업을 고려했을 때, 매일 혹은 정기적으로 국소 부위의 열 발생 확인을 위한 검사 행위나 활동성 감소여부 확인은 현실적으로 불가
  - 또한, 현재는 각 수치를 정량화 할 수 있는 ICT 기술이 없기 때문에 축산업 종사자의 경험에 의존하는 방식을 사용하고 있으므로, 축산업 초보자가 객관적으로 접종 후 부작용 발생 여부를 확인하기 위한 방법 부재
- 부작용에 의한 증상에 대한 실시간 분석 및 조기 발견을 위한 방법
  - 고령화에 의한 지속적인 관찰의 어려움과 오랜 경험에 의존하는 방식에서 벗어나 사물지능 기술을 활용하여 접종 후 부작용에 대한 실시간 분석 및 조기 발견 방법을 제안

- 돈사 혹은 우사 내 CCTV를 설치하고 그 영상으로부터 24시간 지속적으로 부작용 발생 여부를 분석·확인하여 신속하게 농장주 및 수의사에게 알려 신속히 대응
  - 관련 데이터를 축적함으로써 접종 후 부작용 발생 감소를 위한 치료 방법 등을 제시
  - 따라서, 활동성 분석 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 기술 개발이 필요
- 활동성 분석 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 기술의 기능
- (국소 부위 열감지): 축사 내 설치된 열화상 카메라의 영상으로부터 접종 국소부위에 대해 지속적인 열 발생 감지 및 알림
  - (활동성 분석): 축사 내 설치된 CCTV 카메라의 영상으로부터 대상 가축의 활동성을 분석해 부작용 발생 가축 확인 및 알림
- 활동성 분석 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 기술 개발 세부 내용
- 주요 우제목(소와 돼지)의 사육 시설 내 CCTV 및 열화상 카메라를 설치하여 다량의 (열)영상 정보 수집
  - 객체 검출 및 특정 국소부위 검출 시각지능 모델 개발을 위해 바운딩 박스(bounding box) 정보와 함께 딥러닝 훈련 데이터셋 구축
  - 구축된 데이터를 바탕으로 대상 우제목의 객체 검출 딥러닝 모델 개발 및 활동성 분석 알고리즘(프레임 별 객체의 트래킹 알고리즘) 개발
  - SORT 알고리즘은 tracking 알고리즘의 일종으로 정확도는 다소 낮지만, 빠른 속도와 높은 코드 호환성을 가지고 있어 많은 곳에서 사용되고 있음
  - 개체별 활동성을 측정하기 위해서 최소한 그 개체를 따라다니는 번호 개념이 필요함.
  - 예를들어 첫 프레임에서 번호화 t 프레임에서 번호가 같다면 그 돼지의 고유의 번호로 이 번호가 특정돼지를 매칭할 수 있음. 이러한 개념을 이용하여 개체별 활동성을 측정할 것.



[그림] SORT를 이용한 프레임별 개체 추적

- 하지만 개체가 많을 경우에 tracker 유지 능력이 현저히 떨어지며 이를 보완할 방법이 필요
- 그 중 딥러닝을 사용하는 방법은 복잡하고 프레임이 떨어지지만 개체가 충분히 구별가능하다면, 그 개체의 특징점을 찾아내고 이를 이용해 개체 식별(Re-ID)함
- 하지만 가축의 경우에는 사람의 육안으로 봤을 때 충분한 특징점이 나타나지 않고 심지어 Top-view 카메라인 경우에는 특징점을 찾기란 쉽지 않음. 따라서 이 방법은 기각.
- 두 번째 제안하는 방법은 SORT에 추가 정보를 부여하는 것. 이는 고전적인 SORT의 알고리즘 방식, 그중에서 IOU를 이용한 개체 추적을 보완하는 것임. IOU만으로 t-1 프레임과 t 프레임간의 유사성을 비교하면 겹치거나 개체가 빠르게 이동한 경우에 IOU로는 정확성이 떨어짐. 여기에 angle, landmarks, 중심 distance 거리, 박스 크기 등의 정보



를 부여하여 score를 재정의하면, 좋은 퍼포먼스를 얻을 수 있음

Video save code off   iou_limit = 0.2													
Tag	rIOU	center_dist	angle	landmarks_dist	dist_limit	else_limit	Step by Step	total_object	NO-Matching	Switching	MOTA	FPS(M-FPS)	
Best_Model	0.7	0.3			0.92	0.1	1	103	14	2201	0.936	16.6	
Default	1							0	103	14	5436	0.841	9-12
		1						0	103	15	7940	0.768	16-20
	0.7	0.3						0	103	14	3280	0.904	11.8
else_limit	0.7	0.3			0.9	0	1	103	13	3801	0.889	16-18	
	0.7	0.3			0.9	0.1	1	103	14	2391	0.93	17-19	
	0.7	0.3			0.9	0.01	1	103	14	2391	0.93	16-18	
	0.7	0.3			0.9	0.001	1	103	14	2391	0.93	16-18	
ratio	0.8	0.2			0.9	0.1	1	103	14	3021	0.912	15.7	
	0.6	0.4			0.9	0.1	1	103	14	2391	0.93	16.5	
	0.5	0.5			0.9	0.1	1	103	14	2848	0.917	16.4	
dist_limit	0.7	0.3			0.95	0.1	1	103	14	2651	0.922	16.4	
	0.7	0.3			0.92	0.1	1	103	14	2201	0.936	16.6	
	0.7	0.3			0.93	0.1	1	103	14	2229	0.935	16.6	
	0.7	0.3			0.87	0.1	1	103	14	2229	0.935	16.1	
Landmarks	0.7	0.2		0.1	0.92	0.1	1	103	14	2201	0.936	16.8	
	0.7	0.1		0.2	0.92	0.1	1	103	14	2201	0.936	16.6	
	0.7			0.3	0.92	0.1	1	103	14	2201	0.936	16.5	
	0.6			0.4	0.92	0.1	1	103	14	2201	0.936	16.5	
	0.5			0.5	0.92	0.1	1	103	14	2306	0.932	16.8	
Angle	0.7	0.2	0.1		0.92	0.1	1	103	14	3149	0.908	16.4	
	0.6	0.2	0.2		0.92	0.1	1	103	14	3552	0.892	16.4	
	0.7	0.1	0.2		0.92	0.1	1	103	14	3522	0.897	16.7	

[그림] tracker parameter 조정 실험

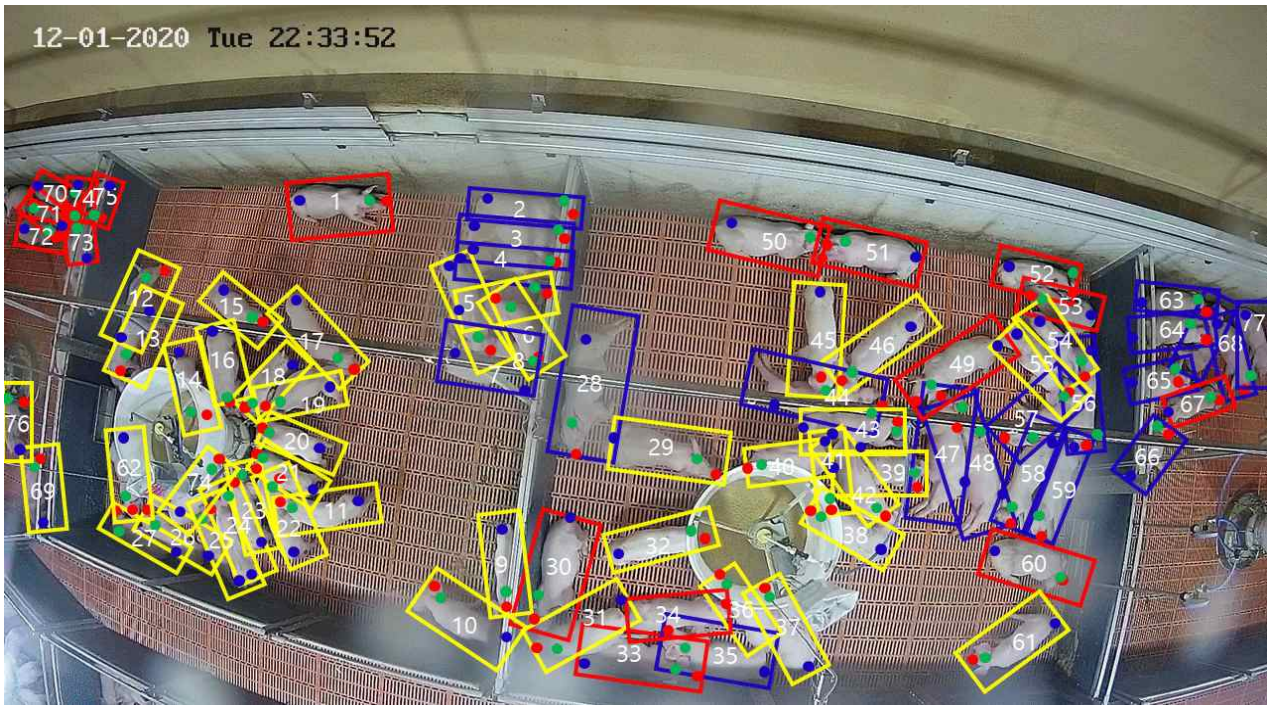
- MOTA : 객체 추적 성능을 나타내는 지표로, 정확도 100%에서 오탐, 미탐, id 체인지를 뺀 수치를 나타냄. 높을수록 객체추적 능력이 좋음
- FPS : 객체추적을 했을 때 실시간 동영상 프레임. 높을수록 좋고 이상적인 수치는 30임.
- 위의 실험에서 가장 좋은 성능을 보였던 파라미터는 iou와 distance를 섞는 것이 MOTA 와 FPS 모두에서 우수했음. 따라서 이를 토대로 객체 추적 score를 만들고 헝가리안 알고리즘을 통해 SORT 객체추적 알고리즘을 완성함



[그림] 페이스픽션으로 측정된 소 체온

- 수행내역

- Simple Online Realtime Tracking (SORT) 기반 개체별 식별 및 추적 기술 개발 진행 완료
- 열화상카메라 연계 돼지 체표면 열화상 영상 데이터셋 취득 완료
- 열화상카메라 연계 소 체표면 열화상 영상 데이터셋 취득 완료
- 국소영역 온도분석 알고리즘을 활용한 주요부위의 온도 측정 변화여부 분석 진행 완료



[그림] 양돈개체의 식별 및 번호 부여를 통한 개체별 인지 모델 구동 예



[그림] 열화상 카메라를 활용한 개체 표면의 열화상 이미지 취득의 예

### (3) 구제역 백신 부작용 관련 데이터의 수집·저장 체계개발

#### ○ 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 누적 데이터 통계분석

- 기 구축된 구제역 백신 부작용 시스템 수집 데이터의 누적
  - MQTT를 통해 중앙서버로 취합된 데이터를 3개월치 이상 정제 (Excel, CSV 포맷 형태)
- 누적 수집데이터의 일별 평균, 분산 및 추이 정리
  - 취득 항목 별 일단위 평균, 분산 기록
  - 누락, 왜곡 데이터에 대한 후처리 필터링 기법 적용
- 누적 데이터의 측정 기간 별 상호 상관성 분석
  - 다변량 회귀분석 기법을 통한 측정 기간별 데이터 상관성 분석

#### ○ 연구기간 중 구제역 백신 부작용 발생 사례와 분석데이터 간 유관성 분석

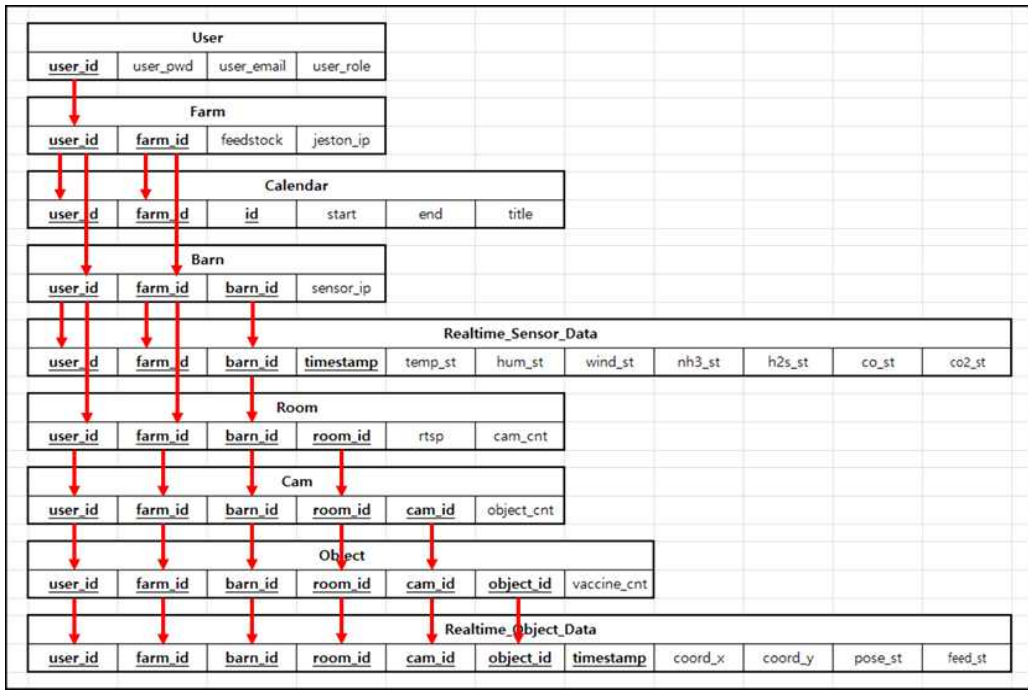
- 연구기간 중 발생하는 실제 구제역 백신 부작용 사례와 누적 데이터간 비교
  - 데이터 측정 기간 동기화
  - 수의학적 진단 및 치료 소견과 통계분석 데이터간의 유관성 도출
  - 브루트 포스 서칭 기법을 활용한 부작용 발생시점 기준 데이터 항목별 누적 히스토리의 유관 구간 탐색
- 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 관측데이터 분석결과와 실제 부작용 발생 간 상관 모델 도출
  - 향후 구제역 백신 부작용 제어 시스템 운영만으로 구제역 백신 부작용의 발생 가능성을 예측하여 부작용 발생 사례를 예방하는데 활용될 것으로 예상됨

#### ○ 데이터 복합수집기술 개발 진행상황

- AIoT 기반 영상데이터 실시간 스트리밍 체계 개발 완료
- MQTT 기반 농장 장치/데이터베이스간 데이터 교환 체계 개발 완료
- Web 인터페이스 기반 직접입력 체계 개발 완료

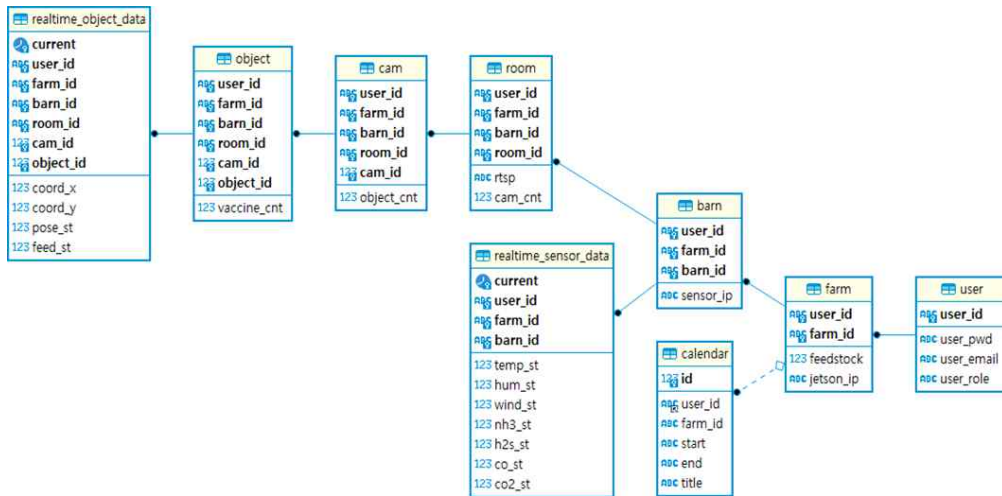
#### ○ 구제역 백신 부작용 관련 데이터베이스 체계 설계 진행상황

- 데이터베이스 릴레이션 스키마 설계



[그림] 구제역 백신 부작용 관리 시스템의 데이터베이스 릴레이션 스키마 개요도

- 데이터베이스 ER 다이어그램 설계



[그림] 구제역 백신 부작용 관리 시스템의 데이터베이스 ER 다이어그램 개요도

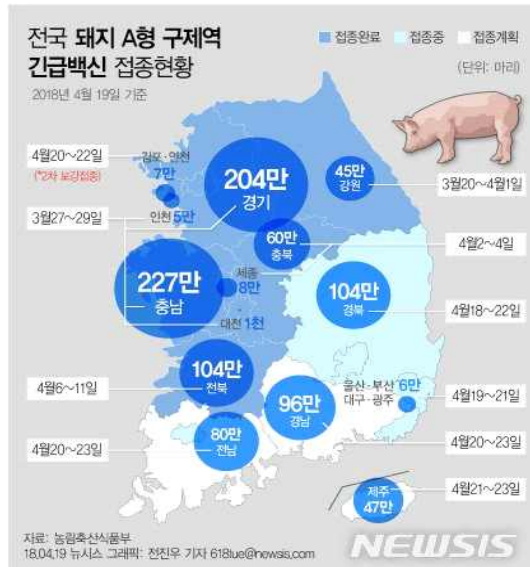
## <전남대학교 산학협력단>

### ○ 구제역 백신 부작용 발생요인에 대한 역학분석을 위한 국내외 사례 조사

- 기존 국·내외 구제역 백신 피해 사례를 조사, 발생 요인 및 대응방법 파악

#### # 국내

- 우리나라에서 2000년, 2002년 구제역 O형이 발생한 이후 2010년 초 구제역 A형 및 O형이 발생하였고 하반기에 구제역 O형이 발생하여 대규모의 경제적 손실이 초래되었으며, 2010년 12월부터 전국적으로 구제역 백신접종이 실시되고 있는데, 구제역 백신접종 시 소에서는 백신항체 형성율이 높으나 돼지에서는 상대적으로 백신항체 형성율이 낮게 나타나고 있음 (출처: 농림축산검역본부, 2011)



[그림] 전국의 돼지 A형 구제역 긴급백신 접종현황  
(출처: 농림축산식품부)

- 구제역 백신 접종 시 소는 백신접종 후 2주 경과되면 100% 항체가 형성되는 반면, 돼지는 2주 경과 후 약 60%, 3주 경과 후 약 80% 형성되며, 2차 백신 접종 후 1주 경과 후 100% 항체형성 보고됨. 돼지의 경우 구제역 감염 시 바이러스를 단시간 내에 가장 많이 배출하므로 구제역의 가장 큰 전파요인임. (출처: 국립축산과학원 구제역 백신 부작용 사례조사, 2013)
- 하반기 집중 발생된 구제역바이러스 O형뿐만 아니라 주변국에서 발생되고 있는 구제역 바이러스(O형, A형, Asia 1형)가 유입될 우려가 있음. (출처: 이상진, 한국 내 구제역 유입과 전파 원인에 관한 역학조사 및 분석중간결과. 대한수의사회지 2010).
- 백신 접종으로 소·돼지가 죽거나 유산하는 등의 피해를 입어 정부 보상금을 받은 농가가 2012년부터 지난해까지 243곳이나 되는 것으로 조사됨. 2012년 67곳, 2013년 35곳, 2014년 31곳, 2015년 46곳, 2016년 64곳으로 해마다 50곳 안팎의 농가에서 부작용이 인정됨, 인정절차가 까다로워 보상을 받지 못한 농가까지 고려하면 실제 피해는 훨씬 클 것으로 예상됨 (출처: 농림축산식품부, 2017)

#### # 국외

- 구제역 백신 접종 후 화농, 고체온증, 스트레스, 증체량 감소, 식욕감소 등이 대표적인 부작용으로 보고됨. (Caubet, J 등 2014)
- 구제역 백신 접종 후 26.8%의 소에서 체온이 상승하고, 임신말기의 소에서 10.9% 조산이 발생하는 것으로 보고됨. (el-Belely 등, 1994).
- 구제역 백신 접종 후 알리지 반응, 두드러기, 화농성 괴사성 피부염등의 병변을 확인, 어린 암소에서 11.3%, 착유를 막 시작한 젖소에서 10%, 성우에서 14.6% 앞서 서술한

임상증상이 발생하였고 평균 착유량 감소는 21.5%로 보고되었음. (Yeruham 등, 2001)

- 구제역 백신 부작용 발생 농장과 비발생 농장 간 차이점 비교 분석



[그림] 구제역 백신 접종



[그림] 불활화 구제역 백신

- 농장과 시술자에 따라 항체 형성률이 상이하고 비육돈의 경우가 다른 종과 달리 크게 영향을 받았고, 이상육 발생률도 농가마다 차이가 나는 것으로 보고됨 (출처: 농림축산검역본부, 2011)



[그림] 돼지의 구제역 백신 접종 시 주의사항

(출처 : 농림축산검역본부)

- 백신 부작용 발생 농장의 경우 (1) 운반, 보관, 배급 과정에서 적절한 냉장온도를 유지하지 못하고 냉동된 경우 (2) 접종 전 잘 흔들지 않고 접종한 경우 (3) 한 주사침당 5두 이상 사용하여 접종한 경우 (4) 적절한 주사부위에서 벗어난 경우 (5) 다수의 돼지를 단 시간에 접종하게 되어 백신액 접종량이 완전히 들어가지 못한 경우 등이 그 원인으로서 이미 문헌을 통해서 보고된 바가 있음



[그림] 두수 별 주사침의 변형 정도

(출처: 농림축산검역본부)

- 미세결절 발생 비율: 1침 1두 7.1%, 1침 5두 30%, 1침 10두 68.8%로 두수가 높아질수록 결절 발생률도 높아짐

구분	1침 1두	1침 5두	1침 10두	계
검사 두수	14	10	16	40
정상	13	7	5	25
결절두수 (발생률)	1 (7.1%)	3 (30%)	11 (68.8%)	15 (37.5%)

\* 근육층 보다는 주로 지방층 사이로 백신이 접종된 경우에서 많이 관찰됨

[표] 구제역 백신 이상육 현장실험  
(출처: 대한한돈협회)

- 50두 이하의 농가에서는 공공수의사가 직접 접종하지만, 재정지원정책의 한계로 인해, 50두 이 상의 농가에서는 농장주가 손수 접종해야하는 상황임. 이러한 어려움이 방지되면서 초기 구제역 발생 농가 일부에서 항체 형성률이 5~20%에 그치는 것으로 보고됨
- 제한된 전문 인력과 재정의 한계로 접종 부작용의 발생이 필연적인 상황임



[그림] 백신 운송용 쿨러



[그림] 백신 보관용 냉장고

- 역학적 데이터를 이용한 구제역 백신 부작용 발생 요인 선별 및 분류
  - 백신 접종단계까지의 부작용. WHO에서는 구제역 백신을 접종단계까지의 부작용을 (1) 백신 자체의 문제, (2) 예방접종의 제공에 있어서의 부적절한 관행, (3) 동물에서의 근본적인 질병 상태와 관련된 것, (4) 투여의 부적절한 경로, 현장 또는 기법 등 4가지 주요 범주로 분류된다고 보고 있음 (Puliyel, J 등, 2018)
  - 백신 접종 후 부작용. 국내외 연구와 역학 데이터를 바탕으로 분류한 구제역 백신 접종의 부작용의 종류로는 (1) 접종 후의 고체온증, (2) 접종 스트레스, 이로 인한 증체량 감소와 연관된 (3) 식욕절폐, 과민반응에 의한 (4) 아나필락시스성 쇼크 등이 대표적임
- 위의 사례 조사를 바탕으로, 농장내 부작용 감지 시스템 데이터 항목 설정
  - 국내외 역학조사를 바탕으로, 백신 부작용에 따른 돼지, 소의 행동 변화 항목 설정
  - 임상적인 특징에 대한 감시체계를 연구협력팀과 상의하여, 부작용을 보이는 항목별로 설정
  - 현장의 수의사 및 농장주를 포함한 자문단을 구성하여, 해당 데이터 항목의 상호 검증
  - 연구 후에 만들어진 누적 데이터의 임상적 의미를 규명하고, 부작용 별 감시체계를 시스템화
  - 부작용의 각각의 종류에 따른 감시체계 마련의 수의학적인 알고리즘 구축
- 구제역 백신 부작용 발생과 증상의 진행에 대한 메커니즘 도출
  - 구제역 백신 부작용 의심 환축에 대한 혈액 검사 및 조직 검사를 통한 정밀 검사 진행
    - 육안 적으로 확인되는 변화에 따른 혈액수치와의 상관관계 분석 또는 조직 검사를 통한 병리학적인 기전을 규명
    - 임상증상에 따른 분류를 진행하여, 이러한 표현형이 보이고 있는 질병상태를 파악

- 정확한 진단적 과정을 통한 부작용의 발생 및 진행의 메커니즘 파악
  - 진단에 따른 치료법을 준비할 수 있는 학술적인 근거를 마련
- 구제역 질병 발생과 진단에 대한 판단과 해석을 위한 자문단 구성 계획 및 협업 사항
- 구제역 발생과 진단에 대한 상황을 전체적으로 판단하기 위해 전남대학교 수의과대학, 농림축산 검역본부, 전라남도 동물위생시험소, 광주광역시 보건환경연구원에 소속된 전문 인력을 바탕으로 자문단 구성
    - 구성계획 : 본 자문단은 전남대학교 수의과대학 소속 연구원 00명, 농림축산 검역본부 소속 연구원 00명, 전라남도 동물위생시험소 소속 연구원 00명, 광주광역시 보건환경연구원 소속 연구원 00명으로 구성
  - 기관별 국가 재난형 질병에 대한 전문지식을 바탕으로 협업내용 분담
    - 각 기관에 소속된 연구자 및 구성원들이 새로운 지식·기술의 창출 및 연구·개발, 기술자문, 취업, 학술교류 사업 등 제반적인 사항에 대하여 상호발전과 유기적 협력관계를 도모하며 전문지식을 공유
    - 전남대학교 수의과대학 : 가축 전염병 진단 및 치료 가이드라인 마련, 백신 부작용 예방 정책방안 관련 가이드라인 마련
    - 농림축산 검역본부 : 구제역 백신 부작용 제어기술 개발 자문
    - 전라남도 동물위생시험소 : 구제역 백신 부작용 현상에 대한 정의 자문
    - 광주광역시 보건환경연구원 : 구제역 백신 부작용 제어시스템 적용 자문
- 구제역 백신 부작용 제어 시스템을 활용한 부작용 예방 방안 매뉴얼화
- 구제역 백신 부작용 예방을 위한 전염병 발생 관련 요인 제거 방안 마련
    - 혈액학적 항체가 분석을 통한 구제역 백신접종을 통한 항체 생성을 파악
    - 낮은 항체가를 가진 가축에 대한 역학적 분석 및 원인학적 규명을 통하여 정확한 백신 부작용 발생 원인 파악 및 원인학적 분류가 가능함
    - 정확한 원인 분류에 따른 추가적인 백신의 접종과 같은 항체가를 높이기 위한 적절한 대응 방안을 마련
    - 또한 낮은 항체가를 유발한 원인에 대한 데이터의 수집을 통해 근본적 원인 교정을 위한 근간을 마련
  - 축산농가별 백신 부작용 발생을 방지하기 위한 가이드라인 마련
    - 역학적 데이터 분석을 통해 선별된 구제역 백신 부작용에 대하여 농가에서 백신 접종 시 의인성으로 발생할 수 있는 부작용 분류
    - 축종별 특이성을 고려한 각 농가 특이적 백신 부작용의 발생 원인적 분석 및 분류 수행
    - 백신 부작용의 예방을 위한 축산 농가 맞춤형 가이드라인을 제시



### 구제역 백신접종 주의사항

**1 백신은 반드시 2~8℃에서 냉장 보관하고 개봉한 백신은 즉시 사용**

• 백신이 얼 경우 효능 저하문제 발생

**2 주사바늘은 1침 1두 원칙(돼지는 1침 5두이내) 위생적으로 접종**

• 1침으로 여러마리 접종 시 주사침이 오염되고 동독해져 접종부위가 손상되어 염증으로 이상육이 발생할 수 있음

**3 회용 주사기 사용 권장**

• 연속주사기 사용 시 적정량의 백신(2ml)이 가축 체내에 주입된 것을 확인한 후 주사바늘 제거

**4 주사시 적정 용량이 주입 될 수 있도록 근육 안에 천천히 주입(3~5초)**

• 지방층에 주입되면 이상육이 발생되고 항체형성이 미흡할 수 있음

### 구제역 소, 염소 일제접종 실시요령

1. 접종기간 : 2019. 10. 15. ~ 11. 30. (접종 완료시까지)
- \* 해당농가에 사전 SMS 및 유선전화 홍보(읍·면 및 남양주축협)
2. 약품배부 : 2019. 10. 15. ~ 10. 31.
3. 접종대상 : 소, 염소
4. 접종방법
  - 소규모농가(소 50두 미만) : [붙임 2]의 농장별 수의사 시술 지원
  - 전업농가(소 50두, 돼지 1,000두 이상) : 남양주축협에서 요청구입 후 수의사 시술 지원(이경부, 오남진, 이규도 중 택) 또는 자가 접종

축종	예방 접종 시기	접종량(회)
소	① 송아지 - 2개월령 1회, 4주 후 2회 접종 ② 모돈 송아지 제외) - 6개월 간격으로 접종	2ml/두
염소	① 어린 염소 - 2개월령 1회, 4주후 2회 2차접종 6개월후 보강 ② 1세이상 - 1년 간격으로 접종	1ml/두
돼지	① 모돈 - 출산 3~4주전 접종 ② 송돈 - 6개월 간격으로 접종 ③ 자돈 - 출생 1회, 4주후 2회 접종	2ml/두

\* 시술은 염소 예방접종에 준하여 적용함  
 \* 백신스트레스완화에 준할 접종 : 접종량(2ml) 의 10%(0.2ml)를 세침박종과 혼합하여 접종 (아리당 2.2ml 함유)

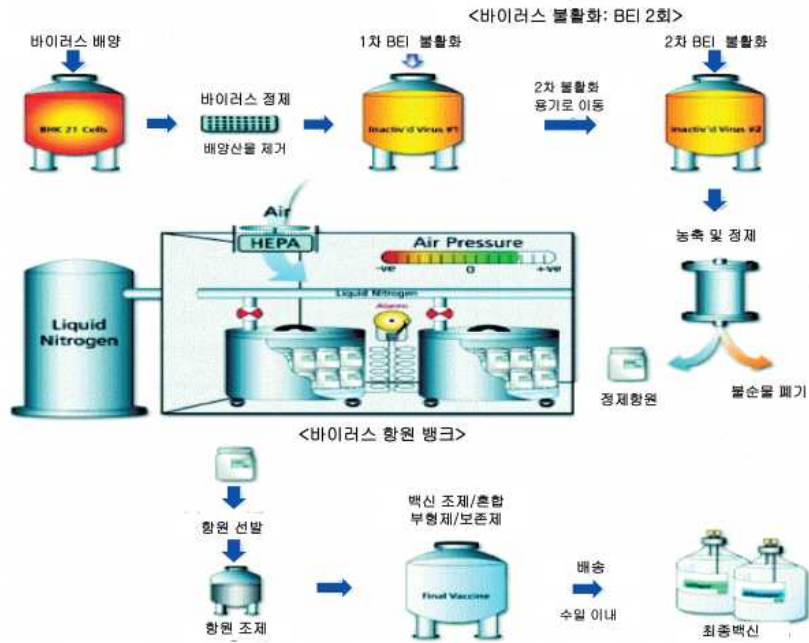
[그림] 구제역 백신 부작용 예방을 위한 발생관련 요인 제거 방안 가이드라인

## 1. 구제역 백신 부작용의 발생 관련 요인 분석

### 1.1 구제역 백신의 특성

#### ○ 국내 구제역 백신의 특징

- 한국에서 사용하고 있는 구제역 백신은 구제역 바이러스를 대량 배양하여, 불활화(사멸)시킨 다음, 농축 및 정제과정을 거친 바이러스 항원과 오일 성분의 보좌제(adjuvants)를 혼합시킨 불활화오일백신임
- 항원 정제과정 중에서 바이러스가 증식할 때 생겨나는 비구조단백질(NSP)이 제거되고 구조단백질(SP)만 남아있기 때문에 예방약을 접종한 동물에서는 구조단백질에 대한 항체만 형성되고, 비구조단백질에 대한 항체는 형성되지 않게 됨
- 반면에 야외 구제역바이러스가 감염되어 바이러스가 증식된 경우에는 감염동물의 체내에 바이러스가 증식할 때 생겨나는 비구조단백질에 대한 항체가 같이 형성됨
- 이 비구조단백질에 대한 항체검사를 함으로써 백신 항체와 야외감염 항체를 구별할 수 있고, 결과적으로 야외 바이러스에 감염된 개체를 찾아낼 수가 있음
- 현재 구제역 백신은 향후 국내 유입 가능성이 높은 바이러스 유형을 동시에 막을 수 있도록 항원을 보강한 다가백신(O, A, Asia1 형)을 함유하고 있음



[그림] 구제역 불활화 정제 백신의 생산과정

○ 구제역 백신의 효과

- 다른 백신과 마찬가지로 현재 사용하는 구제역 백신도 구제역 바이러스의 감염 자체를 막아주는 것이 아님
- 백신을 맞은 가축의 체내에 형성된 면역에 의해 바이러스의 증식이 억제되기 때문에 발병에 따른 임상증상이 완화되는 동시에 배설하는 바이러스의 양이 감소되어 다른 가축에게 바이러스가 전파되는 것을 막아주게 됨
- 또한 예방접종을 통하여 모돈에 면역이 생기면 초유를 통하여 모체이행항체가 새끼에게 넘어가서 새끼가 발병하여 죽는 것을 막아주는 효과도 있음
- 소와 같은 반추류는 구제역에 감염되어 회복되어도 체내에 장기간 바이러스를 가지고 있으면서 바이러스는 전파하는 잠복감염축, 즉, 캐리어가 되는 경우가 많은데, 백신을 접종하게 되면 이러한 캐리어가 발생하는 것을 줄여주게 됨
- 따라서 구제역 백신은 발병에 따른 경제적 손실과 바이러스 배설에 따른 질병의 전파를 막아주는 것이지, 감염 자체를 막아주지는 않음

○ 구제역 백신의 관리

- 구제역 백신과 같은 오일백신은 반드시 냉장상태 ( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) 로 보관되어야 백신의 효능(항원능력)이 유지됨
- 만약 냉장온도 이상으로 보관온도가 올라가면 백신 항원의 면역원성이 소실되어 예방접종을 하여도 면역이 형성되지 않음
- 따라서 구제역 백신이 생산된 이후부터 가축에 접종되는 순간까지의 모든 운반, 보관, 배급 과정에서 적절한 냉장온도가 유지되어야 함
- 또한 오일백신은 동결에 취약하기 때문에 얼었다 녹았을 경우에는 백신의 성분이 손상을 받아서 면역이 형성되지 않거나 감소되기 때문에 이런 상태의 백신은 사용하지 말아야 함

- 오일백신을 접종한 경우 동물 체내에서 오일이 서서히 흡수가 되면서 장기간 항원이 노출되기 때문에 그만큼 면역반응이 오래 지속되면서 항체 형성률도 높아지게 됨
- 그런데 만약 백신이 얼었다가 녹게 되면 항원과 보좌제가 서로 분리되어 층이 형성되게 되는데 이렇게 오일과 항원이 분리되어 버린 백신은 원래의 면역 지속 및 강화 효과를 기대할 수가 없게 됨



[그림] 백신이 얼었을 경우 층분리가 나타남 (좌측: 사용 불가)

#### ○ 구제역 백신의 접종 방법

- 오일백신은 차가운 온도에서는 오일이 잘 풀리지 않아 뻑뻑한 느낌이 들며, 주사하기가 어려움
- 이런 상태에서 주사를 하면 접종부위 조직의 손상을 일으켜 백신의 흡수가 지연되고 육아종이나 농양을 형성할 수 있음
- 그러므로 오일백신을 접종할 때는 가급적 동물의 체온과 비슷한 온도로 데워서 접종해야 이러한 부작용을 줄일 수 있음
- 또한 같은 백신이라도 접종자의 주사방법이나 주사할 당시의 동물돼지 상태에 따라 접종반응이 달라지게 됨
- 오일백신은 근육내로 백신액이 들어가도록 접종해야 하는데, 오일성분 때문에 통상 주사하는 것보다 주입시간이 오래 걸림
- 따라서 일반적으로 주사하듯이 빠르게 접종하다보면 주사액이 근육내로 들어가지 못하고, 지방층이나 피하층으로 새어나오게 되는데 이러한 접종 실수가 있을 경우 백신에 따른 면역 형성이 불완전하게 될 뿐만 아니라 접종부위에 화농이 생길 수 있음
- 특히 다수의 돼지를 단 시간에 접종하게 되는 양돈장의 경우에는 돼지를 한 마리 한 마리 제대로 보정하여 주사하기가 어렵기 때문에 이런 접종실수가 더 많이 발생하게 됨
- 이런 부작용을 막기 위해서 최소한 구제역 백신 접종만큼은 농장주가 관심을 가지고 현장에 입회하는 것이 좋으며, 접종 시간이 많이 걸리더라도 천천히, 제대로, 정성들여 접종하도록 해야 함



[그림] 구제역 백신 접종 부위

## 1.2 구제역 백신의 부작용

### ○ 부작용의 발현

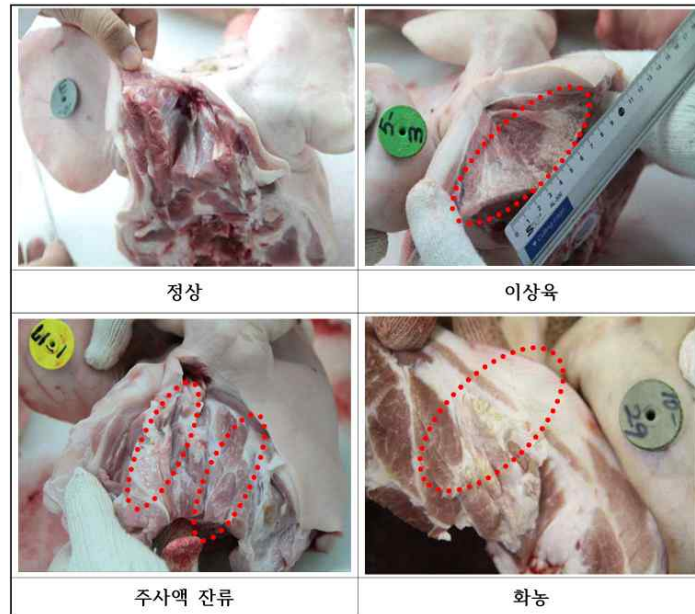
- 백신은 화학물질과 달라 생물학적 반응이 다양하여 같은 백신이라 하여도 제조회사에 따라 부작용의 빈도가 다를 수 있으며 같은 제조회사라 하여도 lot에 따라 부작용 발생이 달라질 수 있음
- 백신에 의한 생물학적 반응의 다양성은 언제라도 희귀한 부작용이 발현할 가능성을 배제할 수 없기에 백신 접종 후에 나타나는 부작용에 대해 항상 적절히 관리가 필요함
- 대부분의 부작용은 주사부위 통증이나 경미한 발열 등의 경증이며 며칠 내로 사라지며 다음과 같은 부작용을 나타낼 수 있음
  - 주사부위 반응
  - 전신성 반응
  - 알러지 반응
  - 면역계에 대한 영향
  - 잔류 병원성
  - 부적절한 불활성화
  - 유전적 재조합
  - 오염

### ○ 구제역 백신의 부작용

#### - ① 주사부위 반응

- 주사 부위의 부종은 불활화 보조제(adjuvant) 제품의 사용 후 일반적으로 관찰되나 부종은 알러지 작용에 의해 일어나지만 곧 사라지게 됨
- 염증성 반응들은 급성 또는 만성 일 수 있음. 세균성 백신들이 부작용의 상당 부분 원인되며, 파스튜렐라(Pasteurella haemolytica), 흉막 폐염, 크로스트리듬 및 위축성 비염에 대한 백신들이 대표적임
- 오일 보조제(oil adjuvants)들은 주사부위 반응의 요인으로서 종종 작용하는데, 이에 대한 반응은 육아종, 농성 육아종, 농양, 임프형질세포성 염증, 괴사, 광물질화 변성 작용(mineralization), 섬유증, 및 섬유 육종을 포함하는 다양한 증상으로 나타나게 될 수 있음
- 오일(oil emulsion) 백신인 구제역 백신도 이와 유사한 현상이 나타나므로 적절한 예방 접종 기술과 장비의 적용과 새로운 기술적 개발(보조제 등)이 부작용을 예방하는데 중요함

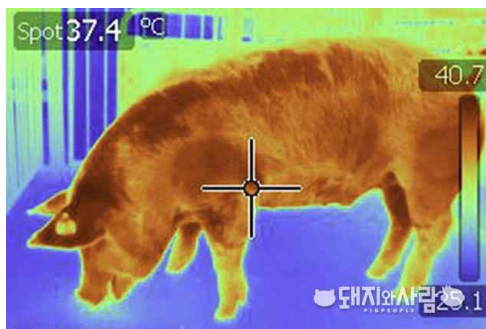
- 구제역 백신 부작용 중 가장 흔한 주사부위 반응 중 미세결절 형성은 백신의 잔류 흔적으로 흰색을 띄며, 조직 내 작은 크기의 비정상적인 조직덩어리로 지방조직에서 많이 확인됨
- 이는 백신 접종에 의해 조직 내 지속적인 자극으로 림프구 대식세포 등 염증세포가 침윤되고 그 주위에 결합조직이 증식하여 생성됨
- 또한 화농성의 결절이 세균감염으로 인해 생길 수 있음



[그림] 주사부위 반응

## - ② 전신성 반응

- 단기간 이상 고열증은 예방 접종 후 매우 흔하게 관찰됨
- 식욕부진증, 유 생산량 저하, 산란 저하, 구토, 신경성 문제점들, 혈액 수치들의 변화 그리고 유산이 발생할 수 있음
- 잔류 내독성, 그리고 항원과 보조제(오 일, 사포닌)의 발열물질 반응들이 이러한 반응들과 연관 있으며 개선된 생산 공정(정제와 정화)과 새로운 세대의 보조제들이 이러한 문제점들을 완화시킬 수 있음



[그림] 고열반응을 보이는 돼지

## - ③ 알레르기 반응

- 일부 알레르기 반응들이 생물학적 제제의 사용으로 예상 되는데 예로써, 가장 널리 사용되는 백신 중 하나인 구제역 백신의 경우, 보고된 반응율은 비록 일부 지역에서 훨씬 더 높은 비율로 발생하였다고 하지만 러시아에서 0.27% 로부터 독일의 0.1%까지 범주로 다양했음
- 아나필락시스(또는 I형 과민증)는 백신 처치 수분 또는 수 시간 이내에 일어나며, 우둔, 호흡 곤란, 구토, 전율, 점막 청색증, 유연증, 폐 수종, 유산, 의기 소침, 그리고 가끔 폐사의 결과를 초래함

- 지연 반응(III형 과민증)은 주사 8일에서 21일에 후에 일어난다. 이러한 문제들은 피부(구진, 삼출성 습진) 또는 피하(부종, 소양증)에 국한됨
- 알레르기 반응의 위험성은 백신의 3번째 또는 4번째 주사 후 즉 반복 주사 후 증진되며 다음과 같은 인자들이 감작과 연관이 있음
  - ✓ 세포(예, 구제역 백신의 어린 햄스터 신장 21 세포)
  - ✓ 백신의 잔류 동물 혈청 내용물
  - ✓ 난백 알부민
  - ✓ 항원 그 자체
  - ✓ 기타 제품 성분(예, 보존제)



[그림] 아나필락시스가 나타난 돼지

○ 구제역 백신의 증상별 부작용 원인

- ① 주사부위 반응 (미세결절 형성)

- 한돈협회의 주관으로 돼지에 구제역 백신접종 후 이상육 발생을 실험한 결과 백신 접종 후 형성된 결절은 시간이 지날수록 흡수되어 크기 및 발생두수가 현저히 감소하는 경향을 보였다고 하였고, 다음과 같은 방법으로 미세결절 형성을 줄일 수 있음
  - ✓ 백신접종 프로그램(8~12주령 접종)에 따라 접종하면 결절이 흡수될 시간이 확보되어 도축 시 결절 확인이 줄어들음

구 분		검사 두수	육안검사 결과
1차(6.3)	접종후 1주 경과	30두	- 주사액 잔류 14두, 결절 3, 혈반 11
2차(6.26)	접종후 1개월 경과	30두	- 결절 26두(동전크기 정도)
3차(7.23)	접종후 2개월 경과	30두	- 결절 24두(2차에 비해 크기, 개체수 감소)
4차(8.28)	접종후 3개월 경과	30두	- 결절 24두 (3차에 비해 크기 감소)
5차(10.14)	접종후 4.5개월 경과	40두	- 결절 15두 (4차에 비해 크기 감소)

[그림] 접종 후 시간에 따른 결절이 관찰된 개체 수

- ✓ 올바른 백신접종 방법을 준수하여 1침 5두 이하로 접종할 경우 미세결절 형성을 줄일 수 있음

구 분	1침 1두	1침 5두	1침 10두	계
검사 두수	14	10	16	40
정상	13	7	5	25
결절두수 (발생률)	1 (7.1%)	3 (30%)	11 (68.8%)	15 (37.5%)

[그림] 백신접종 방법에 따른 결절 두수 발생률

- ✓ 주사기의 침 끝이 불량인 경우 주사침 끝이 뒤집히거나 심지어 연결부가 돼지 주사 부위에 꽂혀서 부러지는 경우가 있어 불량률이 적은 주사기를 이용하는 것이 미세결절 형성을 줄일 수 있음



[그림] 정상과 비정상 주사침

- ✓ 근육층 보다 주로 지방층 사이로 백신이 접종된 경우에서 미세결절이 많이 관찰되어 근육층으로 백신을 잘 주사할 경우 미세결절의 형성을 줄일 수 있기에 숙련된 접종자가 접종하는 것이 미세결절을 감소하는데 도움이 됨



[그림] 지방층 사이에 형성된 미세결절

- ✓ 접종 환경의 오염이 있을 시 주사부위의 세균오염의 위험이 높아져 화농이 발생할 가능성이 올라가기 때문에 돈사내부와 소독을 주기적으로 하며, 백신 접종 시 외부 오염을 최소화하여 주사부위의 화농 발생 가능성을 낮출 수 있음

항목		권고 사항
접종 시기		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 모돈 : 분만 3~4주전, 후보돈: 종부전 접종</li> <li>● 자돈 : 2개월령 1회 접종</li> </ul>
보관 방법		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 보관 온도 : 2~8℃(냉장 보관)</li> <li>● 냉장고 온도 항상 체크(최고최저온도계 비치)</li> <li>● 냉장관리 부실로 얼었을 경우 사용하면 안됨 - 얼었다 풀릴 경우, 층이 분리됨</li> </ul>
백신상태 확인		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 백신의 층이 분리된 경우 또는 알맹이가 보이는 경우</li> <li>● 사용 금지(얼었다 풀린 경우에 해당됨)</li> </ul>
주사침	1) 주사 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 근육 주사(피하주사시 화농발생)</li> <li>● 백신이 완전히 주입되도록 천천히 주사(3-5초) ※ 급하게 주사기를 빼면 백신액이 피하로 주입됨</li> </ul>
	2) 주사침 크기	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 성축 : 18G      ● 자돈 : 19G~20G</li> </ul>
	3) 주사침 길이	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 성돈 : 1.5인치      ● 자돈 : 1인치</li> </ul>
	4) 주사침 사용횟수 및 위생상태	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1두 1침 원칙이나, 자돈은 5두 이내 권장 - 손이나 장갑으로 만지지 말 것 - 주사침 오염시 화농 발생 가능성 높아짐</li> </ul>
접종시 백신의 적정 온도		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 백신 온도 : 22~23℃</li> </ul>
항온 수조	1) 항온수조 사용시	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 물 온도 : 40~45℃</li> <li>● 항온수조 10분간 담금 → 백신을 꺼내어 부드럽게 흔들어 줌 → 항온수조 10분간 담금 → 백신을 꺼내어 부드럽게 흔든 후 사용</li> </ul>
	2) 항온수조 미사용시	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 상온에서 한 시간 정도 두어 백신내부 온도가 15℃ 이상 상승된 후에 접종</li> </ul>
백신을 흔드는 방법		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 부드럽게 위 아래를 뒤집어 섞음(2~3회 반복) ※ 기포가 발생시 기포가 없어지면 사용</li> </ul>
개봉후 접종 기한		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 36시간 이내에 사용(1~2일 이내)</li> </ul>

[그림] 구제역 백신 관리 및 접종 요령

## - ② 전신성 반응

- 대부분의 경우는 3~4일 이내에 발열 증상이 호전되지만, 면역력이 떨어진 경우 발열 기간이 길어져 식욕부진, 체중감소 등이 일어날 수 있음
- 백신의 부작용 보다, 백신을 접종할 때 이종단백질이 몸 안으로 들어가면서 생기는 접종반응에 가까움
- 접종 반응을 최소화하기 위해서는 접종 전 동물의 스트레스를 최소화 하는 것이 바람직하며 돈사의 환경(습도, 온도)관리 뿐만 아니라 백신접종을 위해 가축을 몰거나 보정하는 과정, 임신 말기에 있는 가축의 과도한 자극등에 의한 스트레스도 최소화 해야 함

## - ③ 알레르기 반응

- 소에서 백신의 알레르기 반응의 확률을 높일 수 있는 요인에는 BVD-MD(소 바이러스성 서러사점막병)와 요네병 같은 질병의 동시감염이 있기 때문에 백신주사 전 소의 건강상태를 확인할 필요가 있음
- 소에서 알레르기 반응을 유발할 수 있는 물질로 알려진 인자는 어린 햄스터 신장 세포(BHK) 유래물질이며 이는 지연형 반응을 일으킨다고 알려졌으며 추가적인 연구로 알레르기 반응을 유발할 수 있는 물질을 구제역 백신 주사에서 제거하는 과정이 필요함
- 돼지에서의 구제역 백신의 사용 후 보고된 알레르기 반응은 드물고 신속하게 자체적으로 해결되는 경우가 많았음

## 2. 부작용 발생 요인 제거 방안

### - ① 구제역 백신 접종 교육 마련

- 숙련된 접종자가 접종할 경우 이상육이 덜 발생함에 따라 구제역 백신 접종의 교육이 필요(접종 부위, 방법, 접종 시 위생관리 와 접종 시기 등)
- 기존의 온라인 교육 외에도 현장 교육을 통해 백신 접종 교육의 효과를 높일 수 있고 이에 따라 백신에 의한 부작용을 줄일 수 있을 것으로 기대됨
- 현장 교육의 참여도를 높이기 위해서는 전문가의 실제 농가 파견을 하는 것이 효과적임



- ② 두수에 따른 주사기 사용 개수의 의무화

- 한 주사침을 여러 마리에 사용 시 백신의 부작용이 올라가는 것이 연구를 통해 나타남
- 따라서 사육하는 동물 수에 비례하는 최소 주사침 구입을 의무화 하는 것이 백신의 부작용을 줄일 수 있는데 효과적임

- ③ 일부 개체에 한한 구제역 백신 의무화 보류

- 스트레스 또는 질병상태로 인해 면역력이 떨어진 개체는 발열 등 접종반응이 일어날 가능성이 더 높음
- 따라서 질병이 있는 개체 혹은 이전에 비해 활력이 낮은 개체에 한해서는 국가에 연락 후 구제역 백신 접종을 연기 할 수 있도록 할 수 있는 방안 마련

백신의 부작용	부작용의 원인	해결 방안
미세결절 반응	시기에 비해 늦은 백신접종	백신 접종 교육 마련
	미숙한 백신 접종 요령	
	한 주사침을 여러 마리에 사용 불량률이 높은 주사기 사용	두수에 따른 주사기 사용 개수의 의무화
전신성 반응	면역력이 떨어진 개체에 백신 주사	일부 개체에 한한 구제역 백신 의무화 보류
알레르기 반응		

[표] 구제역 백신 부작용 예방을 위한 발생 관련 요인 제거 정책방안 마련 요약

○ 구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료 가이드라인 마련

- 수의학적 접근을 통한 백신 부작용 종류에 따른 진단법 제시

- 백신 접종 후 부작용에 대한 적절한 조치를 위해서는 임상적 변화의 조기 감지뿐만 아니라 수의학적인 정확한 진단이 요구됨
- 고체온증(hyperthermia)의 진단
  - ✓ 고체온증의 진단에 필수적인 요건은 체온 상승이므로 직장체온을 측정
  - ✓ 대부분 동물의 경우 39.5℃ 이상이 되면 심박수 및 호흡수 증가와 같은 증상을 동반
  - ✓ 41℃ 이상이 되는 경우 호흡촉박 및 전신적 통증을 나타내며 전신경련 증상을 나타내고 혼수상태에 빠지게 됨
- 접종 스트레스(Stress)의 진단
  - ✓ 스트레스의 경우 임상병리학적 평가를 통해 진단적인 접근이 가능
  - ✓ 직접적 판정기준으로 혈중의 ACTH 농도를 측정
  - ✓ 간접적으로 혈중 cortisol 농도의 정량을 통해서도 진단 가능
- 식욕부진(Anorexia)의 진단
  - ✓ 무기력증과 같은 임상적 증상 및 줄어든 사료섭취량, 체중을 통하여 진단
  - ✓ 식욕부진과 더불어 섭식 장애, 반추 장애, 음수 장애가 나타날 수 있다. 임상 증상으로는 반복되는 masticating, regurgitation, chewing, shallowing을 보일 수 있음.

**Table 1** Summary of stressful stimuli that produce a decreased in pig performance

Parameter affected	Stressful stimuli	Decrease, %	Reference
ADFI	Heat stress	32.3	White et al. [17]
		47.0	Pearce et al. [19]
	Dirty environment	8.0	Lee et al. [55]
ADG	Heat stress	39.3	White et al. [17]
	Crowding	15.7	Hyung et al. [54]
	Mixing	7.1	Hyung et al. [54]
	Decreasing space availability	15.0	Hyung et al. [54]
	Dirty environment	10.0	Lee et al. [55]
BW	Heat stress	9.8	White et al. [17]
	Shipping (4 h)	2.9	Hicks et al. [56]
G:F	Heat stress	16.3	White et al. [17]
	Decreasing space availability	10.0	Hyung et al. [54]

ADFI average daily feed intake, ADG average daily gain, BW body weight, G:F Gain:Feed ratio

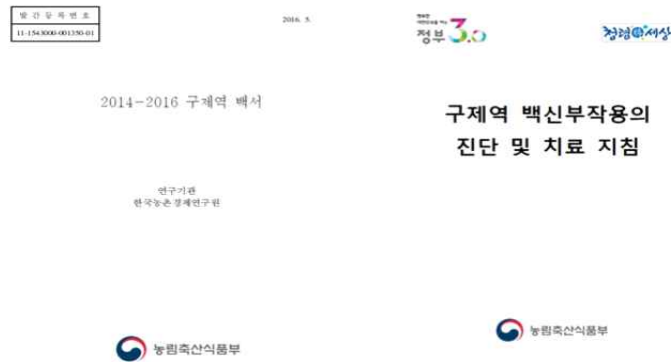
[그림] 스트레스 자극에 의한 돼지의 생리적, 행동학적 변화

(출처 : Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update)

- 아나필락시스성쇼크(Anaphylatic shock)의 진단
  - ✓ 접종 후의 돌발적이고 심한 호흡곤란, 근육진전 및 불안 등의 임상증상을 통해 진단
  - ✓ 돼지에서는 수분 내에 전신성 쇼크가 심해지고 10분 이내에 폐사 가능
  - ✓ 소에서는 유연, 고창, 설사 및 담마진 등이 증상적으로 나타남
  - ✓ 임상병리학적 변화로 현저한 PCV증가, 혈청 potassium 농도 상승 및 호중구 감소 발생
- 수의학적 접근을 통한 백신 부작용 종류에 따른 치료법 가이드라인 제시
  - 백신 접종 후 부작용 발생 시, 즉각적인 치료는 부작용을 줄일 수 있다고 이미 문헌상의 보고가 있음 (Florida Dental, A. 2011)
  - 정확한 진단에 따른 조속한 백신 부작용에 대한 치료를 통한 관련 피해를 최소화 가능
  - 고체온증(hyperthermia)의 치료
    - ✓ 고체온증이 중증이거나 장기화 된 경우 크게 두 가지 방법으로 치료를 진행
    - ✓ 0.9% N/S 수액을 이용하거나 5% Dextrose 수액을 정맥(IV)주사
    - ✓ 냉수를 몸에 뿌려주거나 관장(enema) 또는 냉습포 실시
  - 스트레스(Stress)의 치료
    - ✓ 현재의 환경인자 개선을 가장 우선적으로 실시함
    - ✓ 심한 스트레스를 받은 돼지의 경우 Chlorpromazine 투여가 도움
  - 식욕부진(Anorexia)의 치료
    - ✓ 부교감신경 흥분제를 비경구적으로 투여 가능하며 돼지와 같은 단위동물의 경우 thiamine을 함께 투여시 좋은 효과를 거둘 수 있음
    - ✓ 수일 동안 식욕절폐가 계속된 소에서는 제1위액 10~20L를 제 1위 내에 투여하면 우수한 효과를 거둘 수 있음
    - ✓ 장기화된 식욕부진을 보인 가축에서는 비경구적 또는 경구적 수액 및 전해질 요법을 실시
  - 아나필락시스성쇼크(Anaphylatic shock)의 치료
    - ✓ 수분 내에 폐사를 초래할 수 있으므로 치료는 긴급을 요함
    - ✓ 근육 또는 정맥 내로 adrenaline의 투여 실시
    - ✓ Corticosteroid제를 adrenaline 투여 직후 효과를 높이기 위해 추가 주사함

✓ 항히스타민제의 투여도 또한 함께 실시할 수 있음

- 백신 부작용에 대한 임상적 데이터의 다각도적 분석을 통한 종합적 가이드라인 마련
  - ICT 기술을 이용하여 백신 부작용으로 나타나는 발생축의 임상 증상의 패턴 분석
  - 백신 부작용 환축에서의 수행된 임상병리학적 검사 변화 측정 및 패턴 분석
  - 사후 부검 또는 생검을 통한 백신 부작용과 관련된 병리조직학적 패턴의 분석
  - 임상 증상과 임상병리학적 및 병리조직학적 패턴의 상관성 분석
  - 발생축을 조기에 식별하고, 이에 따른 조기진단 방법 마련
  - 백신 접종으로 인한 스트레스와 여러 임상적 행동 변화를 고려한 질병과 인과관계 분석
  - 백신 접종 부작용에 대한 원인학적 병인론 규명 및 이에 대한 새로운 치료적 방법 마련
  - 이에 따른 구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료에 대한 종합적 가이드라인 제시



[그림] 구제역 백신 부작용에 대한 종합적 가이드라인 예시

○ 구제역 백신 부작용 발생과 증상의 진행에 치료적 가이드라인

1) 주사부위 반응의 진단 및 치료

- 불활화 adjuvant 제품의 사용 후 관찰되며 육아종, 농성 육아종, 농양, 임프형질세포성 염증, 괴사, 광물질화 변성 작용(mineralization), 섬유증, 및 섬유 육종을 포함하는 다양한 증상으로 발현

- 육아종 및 섬유증

- 원인
  - ✓ 짧은 시간에 강한 면역이 유도되어야 하는 구제역과 같은 질병에서는 주로 사균백신의 면역보조제(adjuvant)로 알루미늄 대신 오일을 사용함
  - ✓ 오일 백신은 알루미늄 백신에 비해 흡수가 천천히 이루어지기 때문에 면역자극 능력이 뛰어남
  - ✓ 그러나 상대적으로 부작용이 많다는 단점이 존재하는데 그 부작용 중 하나인 육아종은 동물의 면역체계가 백신 안 오일을 외래물질(foreign body)로 판단하여 제거하고자 하나 정상적인 방식으로는 제거가 힘들어 체내에서 이들을 몸에서 분리하려는 과정에서 발생
  - ✓ 오일 백신에 의해 생기는 육아종은 세균 감염에 의한 육아종과 달리 비화농성인 경우가 많은 것으로 확인됨
  - ✓ 1침 1두를 하지 않으면 오염으로 인한 화농성 육아종 및 섬유증이 발생할 가능성이 높아짐.
- 질병 진행의 수의학적 메커니즘
  - ✓ FMD 백신을 근육투여하게 되면, 동물의 면역계가 백신 안 면역보조제(adjuvant)를 항원으로 인식하여 염증반응이 일어나게 됨
  - ✓ 육아종 형성은 보통 4단계로 구분되는데 첫째로 면역보조제를 인식한 항원제시세포

(APC)가 T cell 활성을 유도하고, 두 번째로 대식세포나 림프구, 가지세포(dendritic cell)들이 사이토카인과 케모카인을 분비

- ✓ 이 사이토카인과 케모카인이 백신 접종부위에 염증세포들을 이끌고, 유지하여 염증반응을 폭발적으로 일으키게 됨
- ✓ 세 번째로 안정적으로 축적된 면역 세포들이 육아종의 조직학적 구조를 형성하게 되고 마지막 육아종 형성 단계는 섬유화로 마무리됨
- ✓ 오일 백신에 의해 생기는 육아종은 세균 감염에 의한 육아종과 달리 비화농성인 경우가 많은 것으로 확인됨

• 질병 진단

(1) 신체 검사

- ✓ 백신 접종 부위에 결절이 관찰되고 결절이 축진됨
- ✓ 돼지의 경우 육안적으로 접종으로 생긴 결절을 확인하기 어려운 경우도 많음

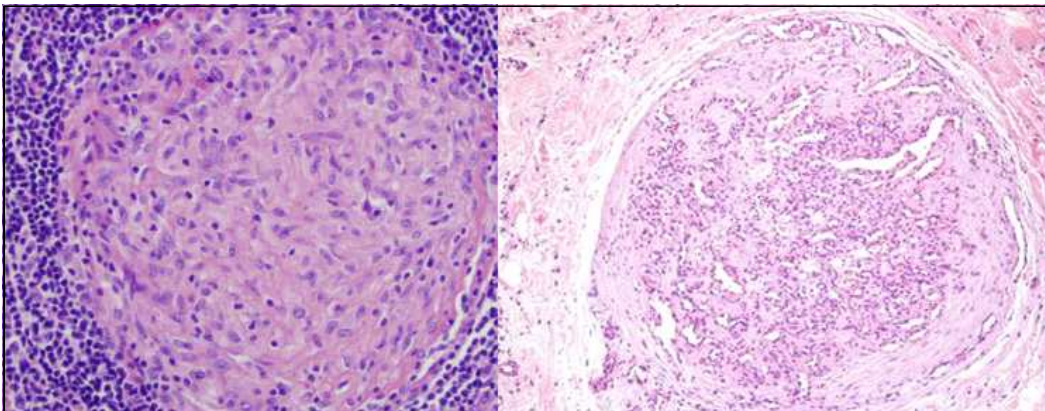


[그림] 무침주사 접종 후 부위



[그림] 소에서 구제역 백신접종에 의해 생긴 육아종

(2) 조직 검사



[그림] 돼지에서 구제역 백신 접종에 의해 생긴 육아종의 조직학적 모습

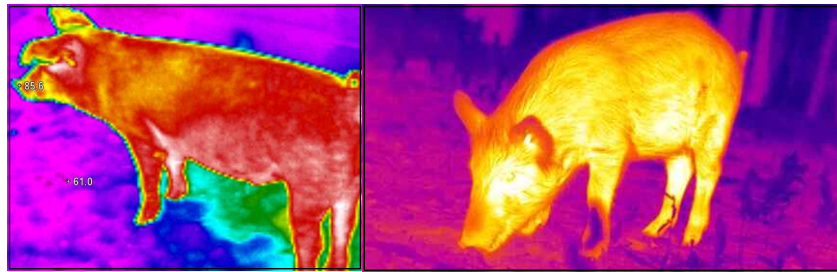
- ✓ 근육 내 면역세포가 침습한 염증 소견이 관찰되고, 종양 괴사까지 보일 수 있음
- ✓ 백신 접종 부위 근처 조직에서 대식세포, 유상피세포, 거인세포(giant cell), 다형핵세포(polymorphonuclear cell), 과립세포 또는 호산구로 둘러싸인 섬유성 캡슐이 관찰됨. 육아종 중심부에 면역보조제의 residue가 관찰 됨.

• 예방 및 치료

- ✓ 시간이 지나면 육아종은 자연적으로 사라지는 경우가 있으나 돼지의 경우 출하일수가 낮기 때문에 주사부위에 육아종이 남아 있는 경우가 많음
- ✓ 치료보다는 예방적으로 육아종이 최소화 할 수 있도록 하는 것이 중요함
- ✓ 근육에 주사된 주사액 성분은 1차적으로 근육에 분포되며 흡수됨

- ✓ 근육에 미처 수용되지 못한 성분은 근육과 근육 사이 빈 공간에 뭉치며 이는 육아종의 발생률을 높이는 요인이 됨
- ✓ 접종 부위의 마사지를 통해 백신 성분이 조직 중에 고루 퍼질 수 있게 하는 것이 육아종 형성 예방에 도움이 됨
- ✓ 또한 근육부위에 제대로 접종되지 않고 지방부위에 접종이 되면 백신이 흡수가 되지 않아 육아종에 의한 이상육이 생길 가능성이 높아짐
- ✓ 1침 1두 사용을 하면 육아종이 생길 가능성이 낮아진다는 연구가 있기 때문에 육아종 예방을 위해 1침 1두를 하는 것이 도움이 됨
- ✓ 뿐만 아니라 백신의 보관도 중요하므로 적정 보관온도( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ )를 지켜야함
- ✓ 최근에는 무침주사를 이용한 피내접종이 부작용으로 나타날 수 있는 육아종을 일으킬 가능성을 낮춘다는 연구결과 있음
- ✓ 외과적으로 육아종을 절제하는 방법은 마취가 필요하기 때문에 부작용이 더 클 수 있으며, 경제적이지 않아 일반적으로 실시하지 않음
- ✓ 도축, 가공, 정육 및 판매과정에서 접종부위의 이상육을 제거하는 것이 가장 이상적인 처리방법임

## 2) 접종 후 전신성 반응의 진단 및 치료



[그림] 고열반응을 보이는 돼지 예시  
(출처: 돼지와사람)

- 단기간 이상 고열증은 예방 접종 후 매우 흔하게 관찰되며 이는 식욕부진증, 유 생산량 저하, 산란 저하, 구토, 신경성 문제점들, 혈액 수치들의 변화 그리고 유산으로 이어짐)

### - 단기간의 고열증

- 원인
  - ✓ 단기간의 고열증은 백신 투여 후 매우 흔하게 관찰되는 부작용임
  - ✓ 이는 백신에 들어있는 항원이 우리 몸과 존재하지 않았던 이종 단백질이기 때문에 이로 인한 면역반응이 일어나 염증반응이 나타나고 염증에 의해 고열이 단기간으로 나타날 수 있음
- 질병 진행의 수의학적 메커니즘
  - (1) 내분비학적 기전
    - ✓ 백신으로 동물 체내에 들어온 항원 단백질을 항원제시세포가 인식하고, 여러 면역세포들을 활성화시켜서 염증반응을 일으키게 됨
    - ✓ 염증반응과 함께 발열, 발적, 종창, 통증도 나타나 외부 항원에 숙주가 효과적으로 대체할 수 있게 함
- 질병 진단
  - (1) 신체 검사
    - ✓ 소의 정상체온은  $38.5^{\circ}\text{C}$   $39.5^{\circ}\text{C}$  이고 평균 체온은  $38.6^{\circ}\text{C}$

- ✓ 돼지의 적정체온은 38.7~39.8℃ 이고 평균 체온은 39.2℃임
- ✓ 40~41℃ 이상의 고열과 함께 통증, 식욕부진, 무기력증이 동반될 수 있음

- 예방 및 치료

- ✓ 대부분은 3~4일 이내에 증상이 호전됨
- ✓ 하절기 과도한 스트레스로 인해 백신 접종의 후유증이 커질 수 있음
- ✓ 백신접종을 할 때 가급적 맑은 날, 더위 스트레스가 덜 한 시간에 하는 것이 좋음
- ✓ 스트레스에 도움이 될 수 있는 비타민, 미네랄 제제나 항생제를 음수에 첨가하는 것도 도움이 됨
- ✓ 음수에 얼음을 투입하여 시원한 물을 마실 수 있게 해서 얼음물을 공급한다면 백신 접종 후 열이 나고 쇼크를 일으키는 등의 스트레스를 줄일 수 있음

## - 장기간의 고열증

- 원인

- ✓ 대부분의 백신 부작용에 의한 고열은 단기간 내에 사라지는 반면에 장기간 동안 지속되는 고열증은 개체에 큰 무리를 가져옴
- ✓ 면역반응은 크게 선천성 면역, 후천성 면역으로 나뉘어지게 되는데, 그 중 개체 특이적 면역반응인 후천성 면역이 이 장기간의 고열증과 관련이 있음
- ✓ 구제역 백신의 불활화 항원이 다시 항원성을 가져서 선천성 면역만으로 치유가 불가능하여 후천성면역으로 진행되면 만성염증으로 진행되어 발열 또한 심해지게 됨
- ✓ 이후에도 면역반응이 효과적으로 진행되지 않으면 염증반응만 점점 더 심해져 고열이 장기간 지속되게 함

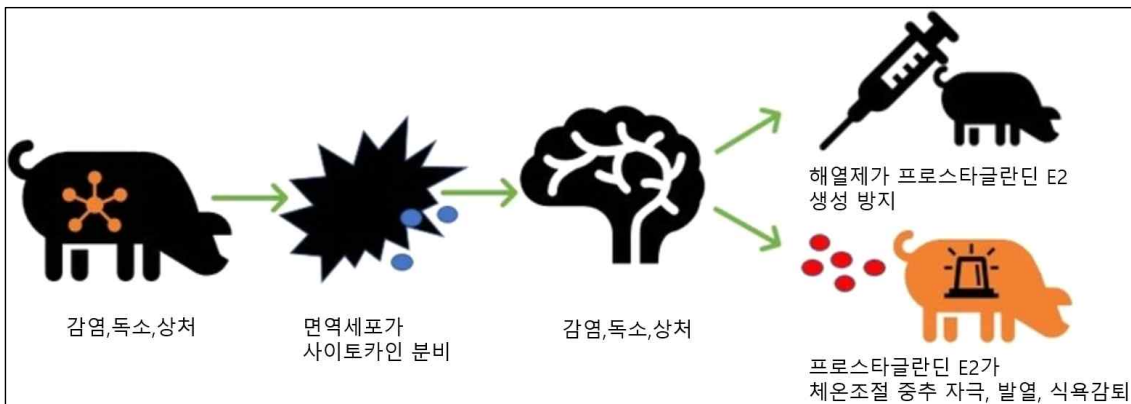
- 질병 진행의 수의학적 메커니즘

- (1) 내분비학적 기전

- ✓ 장기간의 고열로 인한 두통, 식욕부진증, 구토, 신경성 문제, 혈액 수치 변화가 나타날 수 있음 , 이러한 고열로 인해 생기는 피해 기전은 크게 세포성, 국소성, 전신성 피해로 나눌 수 있음
- ✓ 세포성 피해에서 보면 고열이 직접적으로 세포독성을 나타내고, 막 안정성과 막 사이 수송 단백질 기능에 피해를 끼치는 영향을 줌
- ✓ 이로 인해 이온통로가 제기능을 못해 세포 내 나트륨과 칼슘농도가 증가하고 반대로 세포 내 칼륨 농도는 감소하게 됨. 이러한 전해질불균형도 세포 사멸의 원인이 될 수 있음
- ✓ 단백질과 핵산 합성도 여러 경로 단계에서 문제가 생기게 되는데, 마지막에는 고열로 인한 단백질의 변성에 의해 세포 사멸이 나타나게 됨
- ✓ 고열에 의한 국소성 효과에는 염증반응과 사이토카인, heat shock proteins (HSP)에 의한 보호, 혈관의 변화가 있음
- ✓ 고열에서의 사이토카인의 기능이 명확하게 밝혀지지는 않았지만 발열이 심해질수록 사이토카인의 농도가 증가한 모습을 볼 수 있었고, 고열에 의해 급성염증반응이 유도된다는 조사 결과도 존재함
- ✓ HSP는 열과 같은 자극에 의해 발현되어 개체를 보호하는 단백질이지만 면역자극성을 띄어, 사이토카인 분비를 유도하거나, Nk 세포의 인식 부위로도 작용한다고 함. 고열에 의한 혈관의 변화를 보면 장기에 따라 온도 감수성이 다르지만 모세관 확장, 혈관 울혈, 간질로의 유출이 공통적으로 나타날 수 있다는 것이 알려져
- ✓ 전신성 증상을 보게 되면, 고열로 인한 장내 미생물의 위치 변화에 의해 위장관이나 BBB로의 투과성이 높아져 내독소혈증이 나타날 수도 있으며 이와 별개로 유전적 변화도 일어나는 것으로 알려져 있음
- ✓ 이러한 발열이 계속 진행되면 다양한 장기의 기능 부전과 심한 경우 폐사까지 이를 수 있어 주의하여야함

- 질병 진단
  - (1) 신체 검사
    - ✓ 소의 정상체온은 38.5℃ ~ 39.5℃ 이고 평균 체온은 38.6℃
    - ✓ 돼지의 적정체온은 38.7~39.8℃ 이고 평균 체온은 39.2℃임
    - ✓ 40~41℃ 이상의 고열과 함께 통증, 식욕부진, 무기력증이 동반될 수 있음
- 예방 및 치료
  - ✓ 대부분은 3~4일 이내에 증상이 호전됨
  - ✓ 고열로 인해 체내의 영양물질 소모가 많아지고 입과 혀가 마르며 식욕이 떨어짐
  - ✓ 충분한 물 공급으로 인해 탈수를 예방하고 혈액순환 개선을 통해 면역증강에 도움이 됨
  - ✓ 식욕이 감퇴되었기 때문에 기호성이 좋고, 칼로리가 높으며 소화가 잘 되는 사료를 충분히 공급해 줌
  - ✓ 얼음물이나 냉수로 머리 부분을 냉찜질해 주며 몸을 닦아 주는 것도 체온을 낮추는데 효과적임
  - ✓ 냉수는 5분에 한번 갈아주어 뇌세포 외 중뇌 체온조절 중추를 보호하며 체온능력을 유지시킬 수 있음
  - ✓ 추워서 몸을 부들부들 떠는 동물에게는 체온을 낮추는 방법은 쓰지 않음
  - ✓ 필요에 따라 해열 진통제를 급여할 수 있음
  - ✓ 해열 진통제에는 대표적으로 Aspirin이 있으며 100mg/kg, 12시간 마다 경구투여 함

## 2) 접종 후 전신성 반응의 진단 및 치료



[그림] 염증에 의한 발열과 해열제 원리

## 3) 접종 후 알레르기 반응의 진단 및 치료

- 알레르기 반응 부작용 참고: 생물학적 제제의 사용으로 예상되며 아나필락시스(또는 I형 과민증)는 백신 처치 수분 또는 수 시간 이내에 일어나고 우둔, 호흡 곤란, 구토, 전율, 점막 청색증, 유연증, 폐 수종, 유산, 의기소침, 그리고 가끔 폐사의 결과를 초래

### - 아나필락시스

- 원인
  - ✓ 아나필락시스는 특정 물질에 대해 동물에서 과민 반응이 나타나는 것을 말한다. 백신의 경우 이러한 알레르기를 일으키는 대표적인 원인임
  - ✓ 구제역 백신도 지역별로 차이가 있지만 이런 과민 반응을 일으킨다고 알려져 있고, 세포(예, 구제역 백신의 어린 햄스터 신장 21 세포), 백신의 잔류 동물 혈청 내용물, 난백 알부민, 항원 그 자체, 기타 제품 성분(예, 보존제)와 같은 인자들이 감작과 관련되어 있을 것이라고 예상되어짐

- 질병 진행의 수의학적 메커니즘
  - (1) 내분비학적 기전
    - ✓ 알레르기의 원인체인 알러젠에 동물이 노출되면 Th2 세포를 활성화시키고 B 세포에서 IgE를 생산하게 함
    - ✓ 이후 생성된 IgE들이 비만세포에 붙어 다시 알러젠에 노출되면 사이토카인이 폭발적으로 배출되어 과민반응이 나타남. 이 과민반응은 백신 처치 수분 또는 수 시간 이내에 일어나며, 우둔, 호흡 곤란, 구토, 전율, 점막 청색증, 유연증, 폐 수종, 유산, 의기소침, 그리고 가끔 폐사의 결과를 초래함
    - ✓ 호흡기, 순환기, 소화기, 피부 등 다양한 장기에 영향을 끼치며 호흡기에서는 기관지 근육의 경련과 수축을 유발해 호흡곤란을 일으키고, 순환기에서는 저혈압을 일으켜 뇌로 가는 혈류량이 줄어들어 쇼크가 오게 함
    - ✓ 이런 혈압 저하로 인해 소화기에서는 오심과 구토, 복통이 생기고, 피부 및 점막에서는 두드러기, 소양감, 홍조, 부종등을 확인할 수 있음
  
- 질병 진단
  - (1) 신체 검사
    - ✓ 초기 증상으로 심한 호흡곤란, 근육진전 및 불안이 몇분에서 15분 이내에 발생할 수 있음
    - ✓ 현저한 유연, 중등도 고창 또는 설사를 나타낼 수 있음
    - ✓ 담마진, 혈관신경성 부종 및 비염이 관찰 될 수 있음
    - ✓ 40.5℃ 이상의 고열을 보일 수 있음
    - ✓ 흉부 청진상 폐포음, 수종이 심할 때는 수포음, 말기에 호흡곤란이 심해졌을 때는 폐기종이 나타날 수 있음
    - ✓ 허탈, 난폭한 걸음걸이, 안구진탕, 청색증, 기침 등이 나타날 수 있음
  
  - (2) 실험실 검사
    - ✓ 혈액농축증으로 인한 PCV 증가
    - ✓ 백혈구 감소증
    - ✓ 혈소판 감소증
    - ✓ 고칼륨혈증
    - ✓ IgE 증가
  
- 예방 및 치료
  - ✓ 증상은 처음 백신 주사시에도 나타날 수 있으므로 주사한 동물은 몇 시간 동안 잘 관찰하는 것이 좋음
  - ✓ 아나필락시스는 불과 2~3분 만에 폐사를 초래할 수 있으므로 치료는 긴급을 요함
  - ✓ 급성 아나필락시스성 쇼크를 해결하기 위해 1000배 희석한 Epinephrine (1mg/50kg)을 정맥 또는 피하 내 주사할 수 있음
  - ✓ 첫 주사 후 증상호전이 되지 않으면 15~20분 후에 한 번 더 투여
  - ✓ Corticosteroid(Dexamethasone, 0.1 mg/kg ; Prednisolone, 2.2 mg/kg 근육내 및 정맥 투여)는 Epinephrine의 효과를 높여주므로 Epinephrine 투여 직후에 투여하는 것이 좋음
  - ✓ 다른 보조적인 치료법으로는 쇼크용량의 수액용법(40mL/kg/h, 30분)투여와 산소공급이 있음
  - ✓ 항 히스타민제는 증상이 있을 때 효과가 없음
  - ✓ 적절히 치료되었다면 하루 이내에 증상 호전이 있음
  - ✓ 하루 동안은 폐기종이 있는지 유심하게 주시할 필요가 있음



	증상	예방	치료
주사부위 반응	-접종부위의 고름 및 육 아종 형성	-주사비늘의 1침1두 -적절한 백신 보관 (보관온도 4±2℃) -적절한 주사방법 (지방이 아닌 근육 내 주사, 근육에 수직으로 주사) -접종부위 후 마사지	-부작용 및 경제적인 이유로 치료하지 않음 -도축, 가공, 정육 및 판매과정에서 접종부위의 이 상육을 제거하는 것이 가장 이상적
전신성 반응	-단기간의 고열증 (3일 이내의 40~41℃ 이 상의 고열)	-백신접종 전 동물의 스트레스를 최 소화	-대부분은 3~4일 이내에 증상 호전 -따로 치료하지 않고, 장기간의 고열증이 지 속되는지 세심한 모니터링 필요
전신성 반응	-장기간의 고열증 (3일이상 지속되는 40~ 41℃ 이상의 고열)	-백신접종 전 동물의 스트레스를 최 소화	-냉수공급, 얼음으로 냉찜질 (추워서 몸을 떠는 환축에는 체온을 낮추는 방 법은 쓰지 않음) -Aspirin(100mg/kg PO q12h) 를 투약가능 -식욕저하 개선을 위해 기호성이 좋으며, 소 화가 잘 되며 고칼로리 사료 제공
알레르기 반응	-피부의 알레르기 반응 -심한 호흡곤란, 근육진 전 -40.5℃ 이상의 고열을 보일 수 있음	-아나필락시스는 불과 2~3분만에 폐 사를 초래할 수 있음 -백신 접종 후 면밀한 관찰이 필요 -특히 이전에 과민반응을 보였던 환 자의 주의	-1000배 희석한 Epinephrine (1mg/50kg IV or IM) 투여 -Dexamethasone(0.1 mg/kg IV or IM) 투여가 Epinephrine의 효과를 높여줄 수 있으므로 Epinephrine 투여 직후 투여하는 것이 좋음 -수액요법(40mL/kg/h, 30분)을 쇼크용량으 로 투여하는 것이 보조적인 치료방법임 -산소처치 하는 것이 아나필락시스에 의한 호흡곤란을 개선하는데 도움이 됨 -이후 하루동안 모니터링을 통해 폐기종이 있는지 확인

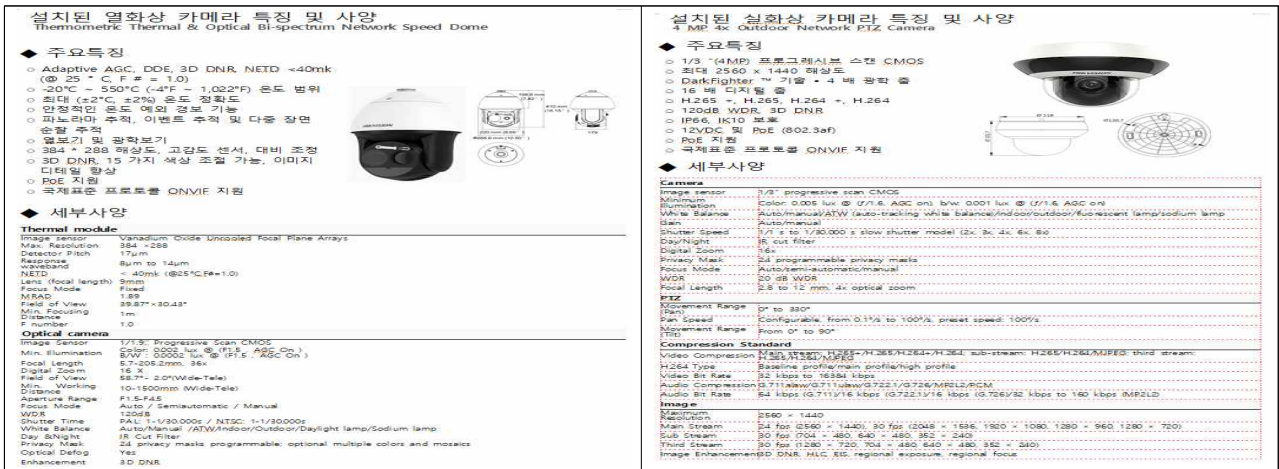
[표] 구제역 백신 부작용 발생축의 증상과 예방 및 치료방법

## <엔에이치네트웍스(주)>

### (1) 구제역 백신 부작용 제어를 위한 사물지능 구현용 HW 시스템 구축 및 유지보수

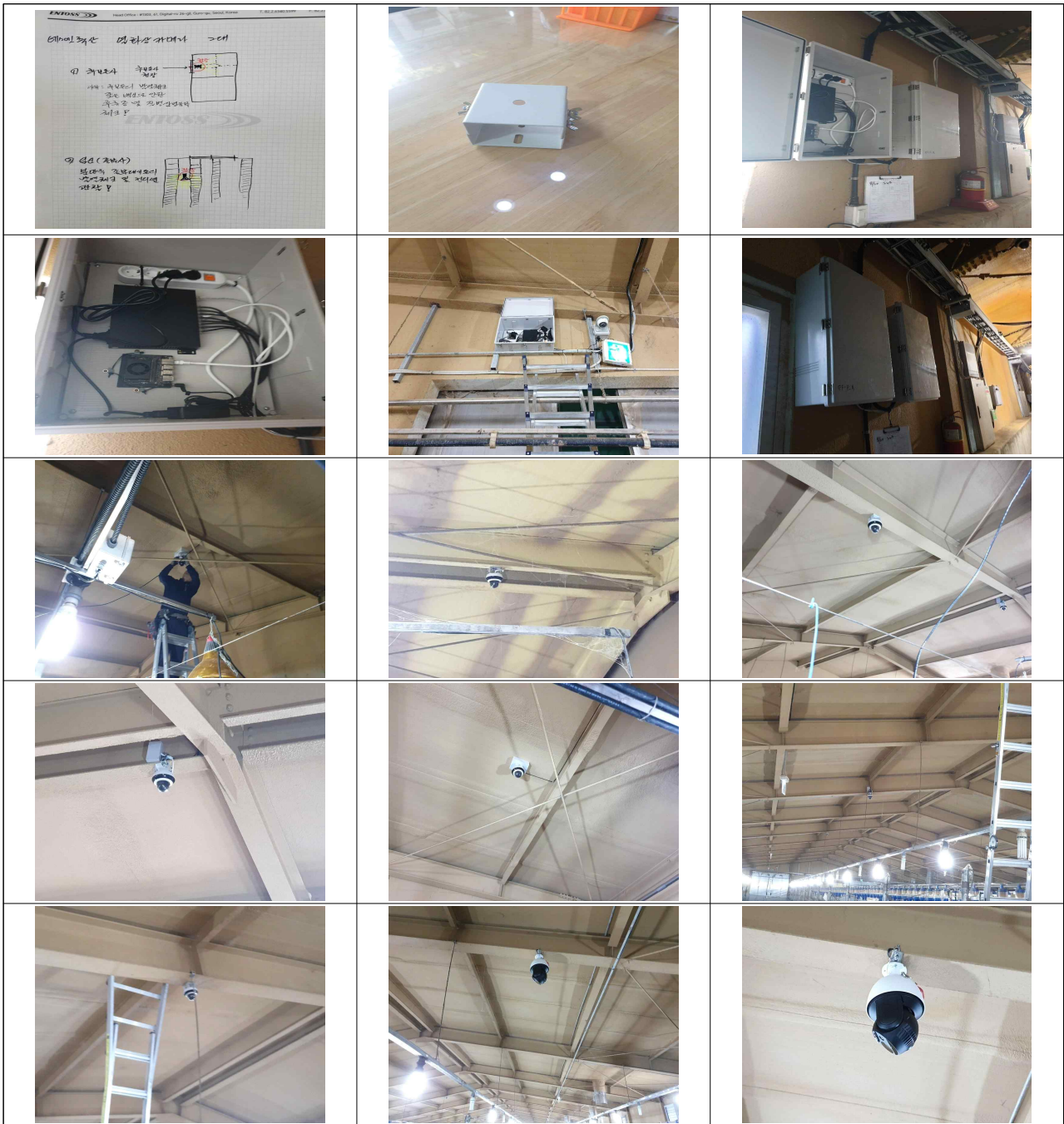
#### 1. 구제역 백신 부작용 제어를 위한 사물지능 구현용 HW 시스템 구축

- 테스트베드 농장 내 CCTV 및 열화상 카메라의 최적 설치 완료
- 양돈/축우 농가 별 환경 차이를 고려한 실화상 CCTV 및 열화상카메라 최적 모델 선정 구성 및 구축 완료
- 테스트베드 농장 내 CCTV 및 열화상카메라의 최적 설치 및 운영 시스템 구축 완료 (양돈 및 축우농장 각각)
- 실화상카메라 : 8채널, 양돈장 열화상카메라 : 2채널, 디지털 비디오 레코더(NVR) 1대, 기가비트 POE 1대)
- 설치 완료 후 네트워크 장비이원화 등 안전성 및 확장성을 실시간으로 확인하고 CCTV의 정확한 동작 여부 및 영상 저장 에이징 테스트 진행 완료



[그림] 양돈 및 축우 농장에 설치된 실화상 카메라 및 열화상 카메라

- 네트워크 장비이원화 등 안전성 및 확장성 적용 완료
- 실화상카메라 8대 및 열화상카메라 2대를 설치하고 영상 데이터를 실시간으로 취득 하여 딥러닝을 위한 학습 데이터 아카이브를 확보함과 동시에 참여 주체들 간에 상시 영상 데이터 확보 과정과 데이터베이스에 접근할 수 있도록 구축 설계 완료
- 네트워크 설비 구조를 이중화 하여 데이터 무결성과 트래픽 트랜잭션 안정성을 확보 완료

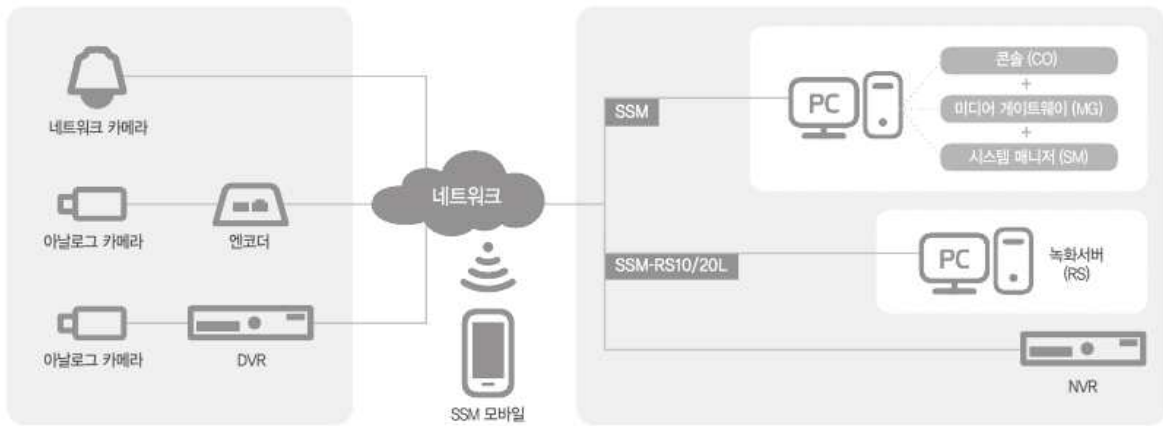


[그림] 테스트베드 네트워크 설비 구성 및 구축, 설치 현황

## 2. 농장 간 영상 및 열화상 영상 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 설치

○ 네트워크 구성을 크게 4부분으로 나누어 구성 완료

- 축사(실화상 카메라 + 열화상카메라 -> 엣지 컴퓨팅 접속 -> 네트워크 -> 스위치허브 - 게이트웨이 - WIPS 보안장비)
- 사용자 단말(모니터링, 스마트폰 어플리케이션)
- 유무선 혼합 네트워크를 구성하여 필요에 따라 게이트웨이를 통해 원격전송과 원거리에서의 축사, 돈사 확인이 가능하도록 설비 완료
- 직관적이고 간결한 직렬연결 구조를 택하여 신뢰성과 보안성을 높이고 부가적인 구성 요소 추가 시 원활한 데이터 스트림을 유지하도록 구성



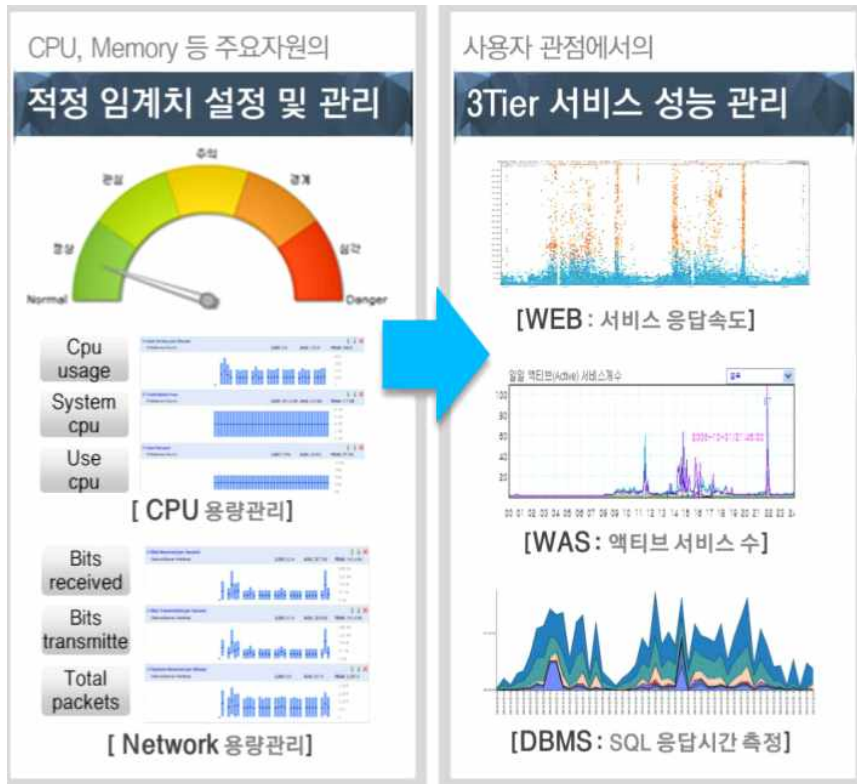
[그림] 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 전체 구성도

○ 한눈에 보는 모니터링 시스템 구축

- 직관적 UI 디자인은 라이브 영상 및 모니터링이 가능하도록 구성
- 영상은 전체 화면 및 분할 보기, 4:3 / 16:9 등 다양한 포맷으로 관찰이 가능하여 농장주에게 최적화된 모드로 구성
- 단일 관제 현장에 다수의 관리자가 존재할 경우, 저장된 레이아웃을 즉각 로딩하여 화면을 모니터링할 수 있도록 구성
- 관리자는 날짜/시간, POS 등 미리보기를 지원하는 이벤트/시간별 검색 뿐 아니라 특정 구역이나 관심 구역 (ROI)에서 일어난 과거의 이벤트를 확인 가능

<p>실시간 모니터링 관제 시스템</p>	<p>다양한 레이아웃 구성도</p>
<p>12채널 실시간 모니터링</p>	<p>1채널 실시간 모니터링</p>

[그림] 관제 시스템 모니터링 현황

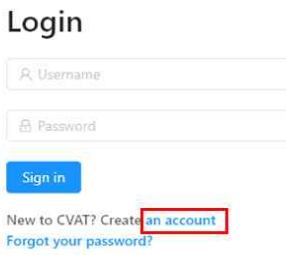


[그림] 데이터 아카이빙 모니터링 현황

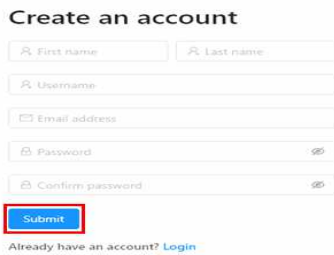
- 체계적인 용량 및 성능 관리로 정보시스템 가용성 확보 완료
  - 자원 사용률 통계자료 기반 적정 임계치 설정 및 관리가 가능하도록 구축 완료
  - 기능 및 성능 향상을 위한 Firmware 및 Patch 적용 완료
  - 농장 간 영상 및 열화상 영상을 실시간으로 전송, 백업, 보완, 편의성, 개방성이 가능하도록 데이터 아카이빙 및 관제 시스템을 구축 완료
  - 영상 데이터에 대한 장기 보존 및 스토리지 가용성을 최대화 하고, 사용빈도가 낮은 데이터는 2차 스토리지에 저장하여 1차 스토리지의 부하를 줄여서 정기적으로 백업해야 하는 데이터 볼륨을 최소화하여 백업 비용과 백업 시간을 단축하는 시스템으로 구성 완료

### 3. 구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터셋 구축

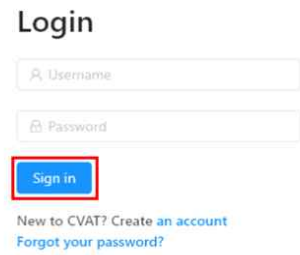
- 축우, 양돈 농장 구조에 적합한 위치에 영상 데이터 확보 완료
  - 구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터에 대한 3개월 치 녹화 영상을 확보함으로써 양돈 및 축우농장에 총 3만장 규모의 인공지능 학습용 데이터셋을 수집하고 정제하여 이미지 추출 완료
  - 정제 후 이미지 데이터에 대한 라벨링 및 검수 작업을 실시하여 객체 검출, 상태 분류, 동선 추적 시스템에 활용 가능한 유의미한 데이터셋을 구축 완료



① 처음 접속 로그인 화면



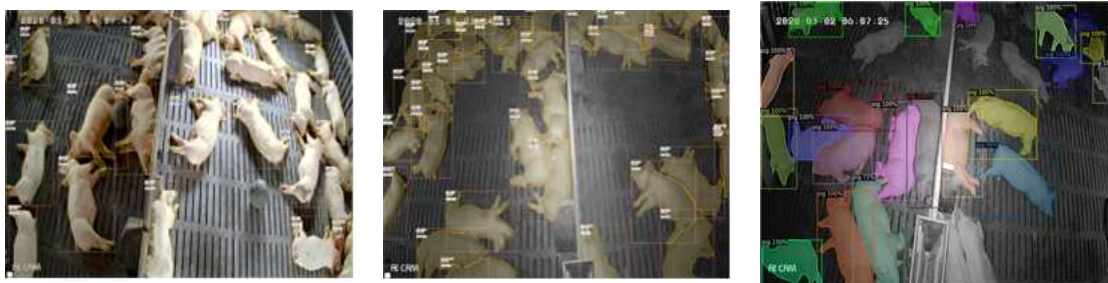
② 라벨링 작업 계정 생성



③ 접속



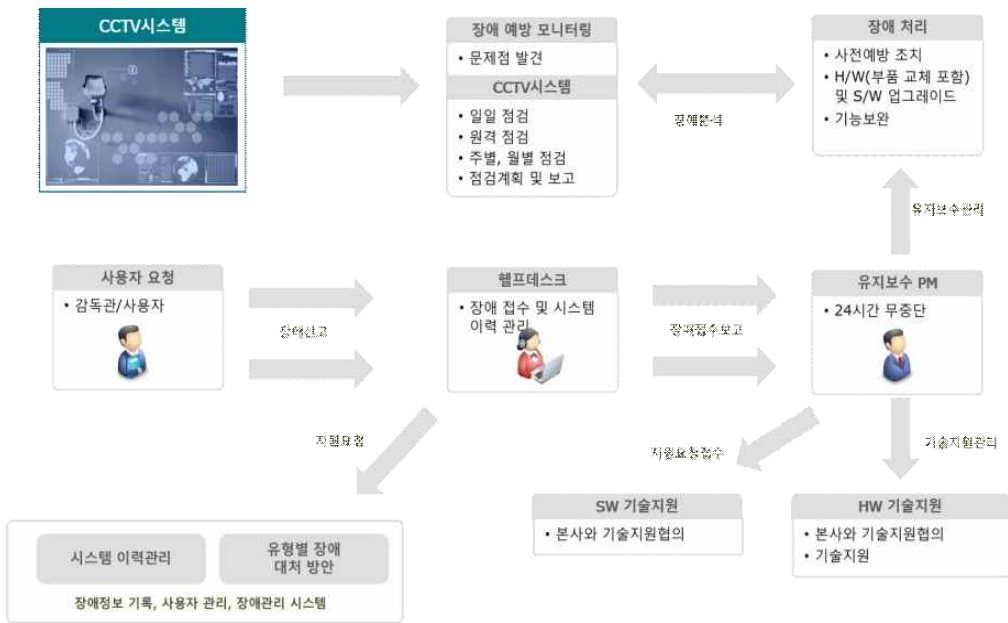
④ 라벨링 툴 접속 후 실제 작업 화면



[그림] 데이터셋 수집 및 라벨링 구축 현황

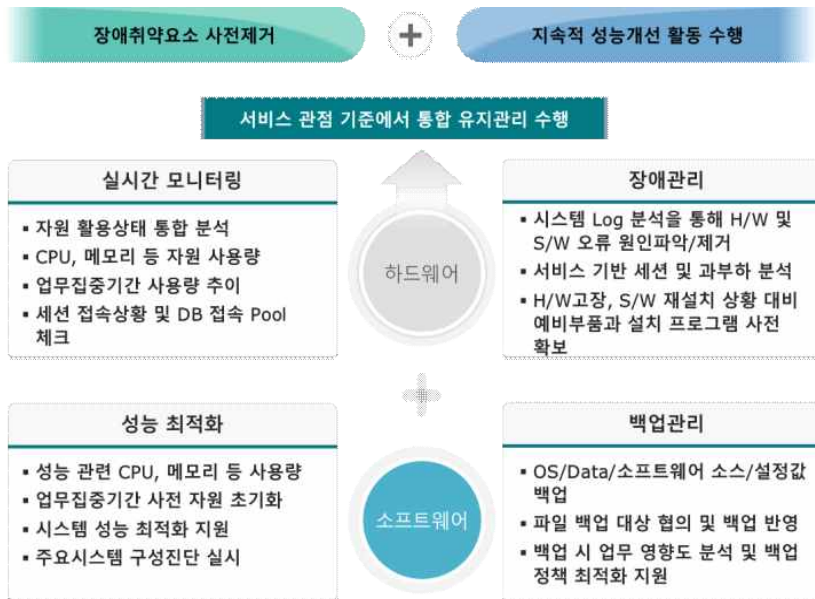
- 테스트베드 농장 내 CCTV 및 열화상 카메라 유지보수
  - HW 최적 상태 가동 관리
    - 시스템에 대한 환경설정, 가동상태 점검 실시로 최적의 상태 유지

- 정기적인 점검 및 조치를 통한 시스템 자원의 적정수준의 가용률을 유지
  - 매월 단위 또는 구성변경 및 장애처리 작업 발생 시 백업을 수행
- 최신구성 현황반영
- 시스템의 현황, 구성환경 등 데이터 이력에 대한 체계유지
  - 시스템 운영 사항의 현행화로 유지보수 인력 변경 시에도 업무 연속성을 확보
- HW 장애발생 최소화
- 동일 장애가 발생하지 않도록 면밀한 분석결과 및 예방대책 설립
  - 시스템 모니터링을 통하여 실시간 관리 점검하여 장애 발생의 최소화 달성



[그림] 농가 내 HW 시스템 유지보수 전체 시스템 설계도

- HW 관리점검 및 정비 지원
- 전반적인 운영관리 및 장애예방을 위해 종합점검을 실시
- 시스템 성능 향상 및 백업
- 시스템이 적정 성능을 유지할 수 있도록 지원 및 시스템 소프트웨어의 버전 업그레이드 지원
  - 영상보안시스템의 핵심인 하드웨어와 소프트웨어의 원활한 유지관리 수행을 위해 장애 발생을 대비하고 상시 예방점검과 모니터링을 등을 수행하여 신뢰성과 효율성을 확보
  - 시스템 재구성을 위해 요청 시 장비 이전, 확장 및 시스템 재설치 지원
  - 제품 단종 시 1개월 이내 통보 및 종료 시까지 유지관리 방안 수립 및 제출
  - 서비스연속성관리 절차에 따른 유지관리 수행



[그림] 하드웨어 및 소프트웨어 유지관리 최적화 구성도

## (2) 영상, 열화상 데이터 수집 및 관제 시스템 운영

○ 농장 간 영상 및 열화상 영상 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 운영



[그림] 축사 테스트베드 CCTV 운영 관리 시스템

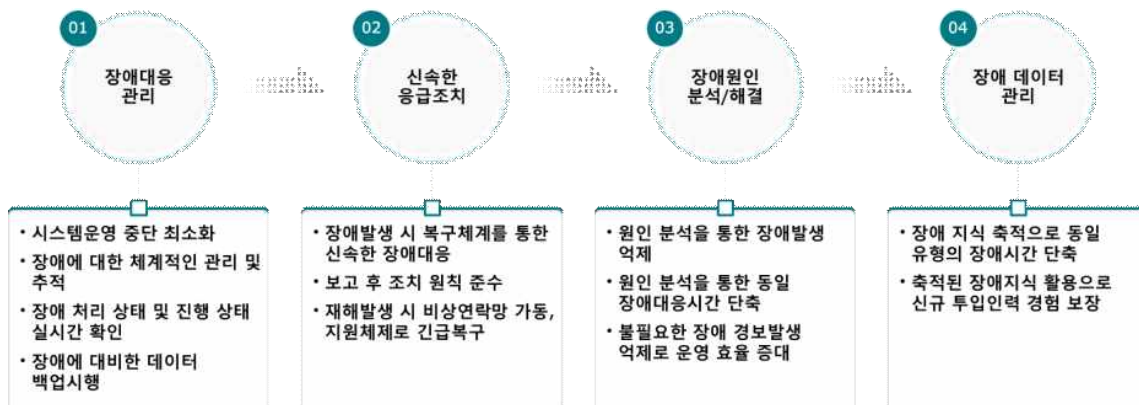
- 전문성 있는 시스템 운영으로 무중단 운영 구축
  - 효율성 있는 운영시스템을 위한 최적의 기술 및 인력관리
  - 각 부분 담당 개발 인력의 담당 지원 체제 구축
  - 특정한 시스템의 장애 발생 시 파급 효과 최소화
- 축사, 돈사 내 악조건 속에서 부식, 습기, 누전 등으로 인한 HW 파손에 신속히 대비 하기 위한 예비 장비 확보방안의 시스템화





[그림] 예비장비 확보 방안 시스템

- 테스트베드 운영 중 장애발생 시 데이터 관리 및 장애처리 방법에 대한 시스템의 장애접수, 분석, 복구, 조치 보고방안과 장애유형별 대처 및 재발방지 방안 구축
  - 표준 장애처리 절차 및 매뉴얼 적용 준수
  - 시스템별, 유형별 장애 대처 방안 수립 및 적용
  - 부문별 예방정비(정기점검, 수시점검 등) 계획수립 및 시행
  - 다양한 장애 예방을 위한 유지관리 및 정기점검 강화대책 설립



[그림] 데이터 관리 및 신속한 장애 복구 체계 시스템

○ 구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터셋 구축

- 1차년도에 설치된 CCTV 시스템을 통한 영상 및 열화상 데이터 추가확보
  - 축사, 돈사 내 기동별 1대의 카메라를 설치하고, 각 카메라별로 데이터 수집. 각 카메라는 사각이 없도록 각기 중앙을 향하도록 촬영
- 양돈, 축우 각각의 성장단계가 고루 분포된 6개월 치의 학습 데이터를 확보
  - 3개월 녹화 분에서 양돈, 축우 각각 6만장 규모의 훈련용 이미지 추출
  - 자율주행차 개발용 데이터베이스, KITTI Dataset의 약 6배 수준
  - 해당 데이터는 주관기관(인트플로우)와 공유하여 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 요소기술 성능 고도화에 활용 예정

## <에스엘축산영농조합법인>

### (1) 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 농장 테스트베드 구축

#### ○ 사물지능 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 양돈 및 축우 농장 확보

- 자돈사 (양돈) 및 분만사 (축우) 농장 각 1장소 내 시스템 우선 구축
  - 테스트베드 구축에 적합한 양돈 시범농장 1곳 선정 [비육돈사, 500두 규모]
  - 테스트베드 구축에 적합한 축우 시범농장 1곳 선정 [비육우사, 200두 규모]
  - ICT 장치 설치 및 관리가 용이하도록 협동기관2 (엔에이치네트웍스)에 협조하여 농장내 전력 및 통신 인프라 구축
  - 기타 테스트베드 구축에 필요한 부대설비 구비
- 구제역 백신 부작용 데이터 수집 장치 프로토타입의 현장 설치 및 데이터 수집 조력
  - 온도측정 기반 백신관리 센서 프로토타입 1식 도입
  - 영상기반 행동인식 센서 프로토타입 1식 도입
  - 활동성 분석 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 프로토타입 1식 도입
  - 현장 데이터 수집 전담용 워크스테이션과 네트워크 연계
- 데이터 수집 장치 개발을 전담하는 인트플로우(주)와 긴밀히 협업하여 데이터 수집 과정에서 정보 누락, 왜곡, 오취득 등의 문제점 사전 확인 및 보완
- 구제역 백신 부작용 진단을 전담하는 전남대학교와 긴밀히 협업하여 구제역 부작용 유관 현상의 현장 기록
- 데이터 수집 장치 설치 및 운용을 전담하는 엔에이치네트웍스(주)와 긴밀히 협업하여 현장 HW 장치의 강건성 및 동작성 여부 상시 검토

### (2) 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 농장 테스트베드 운영 및 피드백

#### ○ 양돈 및 축우 농장의 테스트베드 운영 및 정기적 피드백

- 테스트베드 자돈사 (양돈) 및 분만사 (축우) 농장 각 1장소 내 구제역 백신 부작용 데이터 수집 장치의 현장 개량화 및 데이터 수집 수행
  - 온도측정 기반 백신관리 센서 1식 도입
  - 영상기반 행동인식 센서 1식 도입
  - 국소열감지 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 1식 도입
  - 현장 데이터 수집 전담용 워크스테이션과 네트워크 연계
- 테스트베드 자돈사 (양돈) 및 분만사 (축우) 농장 각 1장소 정기관리 및 피드백
  - 기 설치된 테스트베드 내 구제역 백신 부작용 관리 센서들의 정상/비정상 유무 기록
  - 테스트베드 시스템 관련 정기점검 협조 (월 1회)

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

##### <정성적 연구개발성과 1차년도>

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
1차 년도 (2020)	사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구 [인트플로우]	구제역 백신 부작용 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의	- 구제역 백신 사용방법 권고안에 근거한 부작용 제어 관련 항목 정의	- 구제역 백신 사용방법 권고안에 근거한 부작용 제어 관련 항목 정의 및 관련 기술문서 작성
		구제역 백신 부작용 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 사물지능 센서 프로토타입 개발	- 백신 접종 최적 온도를 안내하는 온도측정 기반 백신관리 센서 프로토타입 개발 - 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 센서 프로토타입 개발 - 활동성 분석 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 프로토타입 개발	- 백신 접종 최적 온도를 안내하는 냉장고 내장형 온도측정 기반 백신관리 센서 프로토타입 개발 - 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상기반 행동인식 알고리즘 개발 - 활동성 분석 기반 피접종 개체 이상증상 감지를 위한 축산 객체검출 엔진 개발
		구제역 백신 부작용 관련 데이터의 수집·저장 체계 개발	- 사물지능 센서, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발 - 구제역 백신 부작용 관련 데이터베이스 체계 설계	- 사물지능 센서, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발 - 구제역 백신 부작용 관련 데이터베이스 기술명세서
	구제역 백신 부작용 제어를 위한 농장 내 영상 및 열화상 관제 시스템 구축 [언버이처네트웍스]	구제역 백신 부작용 제어를 위한 사물지능 구현용 HW 시스템 구축	- 테스트베드 농장 내 CCTV 및 열화상카메라의 최적 설치 및 운영 : (양돈, 축우농장 각각 CCTV : 8채널, 열화상카메라 : 2채널 설치)	- 테스트베드 농장 내 CCTV 및 열화상카메라의 최적 설치 및 운영 시스템 구축 완료(양돈 및 축우농장 각각 실화상카메라 : 8채널, 양돈장 열화상카메라 : 2채널, 디지털 비디오 레코더(NVR) 1대,기가비트 POE 1대)
		영상, 열화상 데이터 수집 및 관제 시스템 프로토타입 구축	- 구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터셋 구축 - 농장 간 영상 및 열화상 영상 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 설치	- 구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터셋 구축 완료 - 농장 간 영상 및 열화상 영상 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 구축 완료

구제역 백신 부작용 예방, 진단 및 치료 가이드라인 연구 [전남대학교]	구제역 백신 부작용 원인 사례조사 및 중점관리 항목 설정	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 부작용의 국,내외 사례조사를 통한 수의학적인 부작용 기설 설정</li> <li>- 농장 내 구제역 백신 부작용 관련 중점관리 데이터 항목 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 부작용의 국,내외 사례조사를 통한 수의학적인 부작용 기설 설정 완료</li> <li>- 농장 내 구제역 백신 부작용 관련 중점관리 데이터 항목 설정 완료</li> </ul>
	부작용 발생에 따른 증상과 진행에 관한 메커니즘 규명	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 부작용 발생축에 따른 정밀 검사에 따른 원인과 진행에 따른 수의학적인 메커니즘 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구제역 백신 부작용 발생축에 따른 정밀 검사에 따른 원인과 진행에 따른 수의학적인 메커니즘 도출</li> </ul>
	구제역 백신 부작용 제어 시스템 테스트베드 농장 구축 [에스엘축산영농조합법인]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사물지능 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 양돈농장 확보</li> <li>- 사물지능 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 축우농장 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사물지능 센서 프로토타입 양돈 / 축우 농장 설치 완료</li> </ul>

<정성적 연구개발성과 2차년도>

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
2차년도 (2021)	사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구 [인트플로우]	구제역 백신 부작용 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 사물지능 센서 고도화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 백신 접종 최적 온도를 안내하는 온도 측정 기반 백신관리 센서 고도화</li> <li>• 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상 기반 행동인식 센서 고도화</li> <li>• 국소열감지 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 백신 접종 최적 온도를 안내하는 온도 측정 기반 백신관리 센서 고도화 완료</li> <li>• 현장의 백신접종 패턴을 분석하는 영상 기반 행동인식 센서 고도화 완료</li> <li>• 국소열감지 기반 피접종 개체 이상증상 감지 센서 고도화 작업 완료</li> </ul>
		구제역 백신 부작용 관련 데이터 분석 수행	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 누적 데이터 통계분석</li> <li>• 연구기간 중 구제역 발생 사례와 분석데이터간 연관성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 누적 데이터 통계분석 수행</li> <li>• 연구기간 중 구제역 발생 사례와 분석데이터간 연관성 분석 수행</li> </ul>
	구제역 백신 부작용 제어를 위한 농장 내 영상 및 열화상 관제 시스템 구축 [인어이치네트웍스]	구제역 백신 부작용 제어를 위한 사물지능 구현용 HW 시스템 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구제역 백신 부작용 예방을 위한 발생 관련 요인 제거 정책방안 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구제역 백신 부작용 예방을 위한 발생 관련 요인 제거 정책방안 마련</li> </ul>
		영상, 열화상 데이터 수집 및 관제 시스템 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료 가이드라인 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료 가이드라인 마련</li> </ul>

구제역 백신 부작용 예방, 진단 및 치료 가이드라인 연구 [전남대학교]	구제역 백신 부작용 예방 방안 매뉴얼 제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>테스트베드 농장 내 CCTV 및 열화상 카메라 유지보수 (양돈, 축우농장 각각 CCTV : 8채널, 열화상카메라 : 2채널 유지보수)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>테스트베드 농장 내 CCTV 및 열화상카메라 유지보수 수행 (양돈, 축우농장 각각 CCTV : 8채널, 열화상카메라 : 2채널 유지보수)</li> </ul>
	구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료 가이드라인 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터셋 구축</li> <li>농장 간 영상 및 열화상 영상 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구제역 백신 부작용 발생 유관 영상 데이터셋 구축 완료</li> <li>농장 간 영상 및 열화상 영상 데이터 아카이빙 및 관제 시스템 운영</li> </ul>
	구제역 백신 부작용 제어 시스템 테스트베드 농장 구축 [에스엘축산영 농조합법인]	구제역 백신 부작용 제어 시스템의 농장 테스트베드 운영 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> <li>양돈농장 테스트베드 운영 및 정기적 피드백</li> <li>축우농장 테스트베드 운영 및 정기적 피드백</li> </ul>

## (2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명	연도		1단계 (2020~2021)	계	가중치 (%)	
	목표(단계별)	실적(누적)				
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	특허출원	목표(단계별)	2		20%	
		실적(누적)	2			
	논문 (비SCI)	목표(단계별)	1			
		실적(누적)	-			
	프로그램	목표(단계별)	2			10%
		실적(누적)	2			
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	고용창출	목표(단계별)	2		20%	
		실적(누적)	3			
	제품화	목표(단계별)	3			20%
		실적(누적)	3			
	기술인증	목표(단계별)	1			
		실적(누적)	1			
	기타	목표(단계별)	2			10%
		실적(누적)	2			
계					100%	

\* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신제품 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

\* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도, 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 실제 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (YYYY~YYYY)	n단계 (YYYY~YYYY)	
1								
2								

\* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

\* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(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

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명

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	안면 인식 체온 측정 장치 및 방법	대한민국	인트플로 우(주)	21.03.08	10-2021- 0029947	-	-	-	-	100%	
2	영상에 기반하여 동물의 승가 행위를 검출하는 장치 및 방법	대한민국	인트플로 우(주)	21.08.10	10-2021- 0105287	-	-	-	-	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
1	√	√	√							
2	√	√	√							

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	영상기반 돼지 행동 분석 SW(소프트웨어)	2020.10.01.	인트플로우(주)	2020.12.07.	C-2020-048150	인트플로우(주)	100%
2	영상 기반 원거리 체온측정 SW(소프트웨어)	2021.10.18	인트플로우(주)	2021.12.09	C-2021-054156	인트플로우(주)	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		
1	SW	TTA	GS인증(1등급)	TGS-B-21-313	21.11.09	대한민국

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

- \* 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	자기실시	제품화	대한민국	영상기반 행동분석 시스템	영상기반 행동분석 시스템 납품	인트플로 우(주)	7,700		2021	
2	자기실시	제품화	대한민국	백신관리 센서	백신관리 센서 납품	인트플로 우(주)	330		2021	
3	자기실시	제품화	대한민국	국소열감지 시스템	국소열감 지 시스템 납품	인트플로 우(주)	2,750		2021	

- \* 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)		
영상기반 행동분석 시스템	2021	7,700		7,700	직접판매
백신관리 센서	2021	330		330	직접판매
국소열감지 시스템	2021	2,750		2,750	직접판매
합계				10,780	

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		구제역 백신 부작용 제어 시스템 사업화			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2년			
	소요예산(천원)	2,000,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		10,780	4,000,000	10,000,000	
	시장 점유율	단위(%)		3년 후	5년 후
		국내	현재까지	3년 후	5년 후
0			5	15	
국외	0	5	15		
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		사물 지능 기반 농장 내 정밀모니터링 솔루션을 융합한 가축 원격수의진료 플랫폼 구축			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
		0	2,000,000	5,000,000	
	수출	0	2,000,000	5,000,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	신규고용	인트플로우(주)	1	고용유지	1
2	신규고용	엔에이치네트웍스(주)		2	2
합계			1	2	3

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	27	
		생산인력		
	개발 후	연구인력	30	
		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						2	
기대 목표	구제역 백신 부작용 제어 시스템 사업화	1,000,000	1,000,000	2,000,000	4,000,000	6	



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
1	전시	(주)서울메쎄, (사)한국인공지능협회, 인공지능신문	2020 국제인공지능대전 AI EXPO KOREA	20.10.27 ~ 29
2	전시	(주)서울메쎄, (사)한국인공지능협회, 인공지능신문	2021 국제인공지능대전 AI EXPO KOREA	21.03.24 ~ 26

□ 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)

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

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

□ 기타활용

번호	활용일	활용명칭	활용내역	업체명	기여율
1	2021.04.01	기타연구 보고	구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료 가이드라인	전남대학교 산학협력단	100%
2	2021.12.01	기타연구 보고	구제역 백신 부작용 예방을 위한 발생 관련 요인 제거 정책방안 마련	전남대학교 산학협력단	100%

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

고용창출 1인 추가 달성 / 사업화를 위한 기술 홍보(AI EXPO KOREA) 실적 2건 달성

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

## 2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 국내 특허출원 2건	안면 인식 체온 측정 장치 및 방법 특허 출원 (10-2021-0029947)	100%
	영상에 기반하여 동물의 승가 행위를 검출하는 장치 및 방법 특허 출원 (10-2021-0105287)	
○ 비SCI논문 1건	-	-
○ 프로그램 등록 2건	영상기반 돼지 행동 분석 SW(소프트웨어) (C-2020-048150)	100%
	영상 기반 원거리 체온측정 SW(소프트웨어) (C-2021-054156)	
○ 고용창출 2건	류인철 고용유지 / 이지성, 이승석 신규채용	100%

#### 4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

##### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

---

연구 관련 비SCI 논문을 과제수행 기간 중 퍼블리쉬 목표 하였으나, 출판사의 사정으로 개제에 정일이 늦어져 부득이하게 비SCI논문 실적의 기간내 제출을 하지 못하였음

##### 2) 자체 보완활동

---

기 저술된 논문의 개제를 조속히 하기 위해 출판사에 지속 요청하여 과제 종료 이후에도 본 연구의 개제를 차질없이 진행할 예정

논문 실적 미달성에 대한 보완 실적으로 다음의 추가 실적 달성

- 구제역 백신 부작용 제어 시스템 개발 고도화 및 테스트베드 관제 시스템 구축/관리를 위해 1인 추가 고용
  - AI EXPO KOREA에 참가하여 사물지능 기반 백신 부작용 제어 시스템 코어 기술 시연 및 제품 기술 홍보 -> 이를 통해 제품화(다비육\*) 3건 실적 달성
- 

##### 3) 연구개발 과정의 성실성

---

본 연구관련 논문의 저술 및 리뷰 과정을 모두 거쳤으며, 과제 수행 이후 개제가 예정되므로 연구의 추진은 계획대로 성실하게 진행되었음을 참작해 줄 것을 바랍

---

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

---

AIoT 기술을 활용하여 백신 부작용 제어를 위한 항목 정의 및 현장데이터수집 체계를 구체적으로 정의하고 실증 농장에서 테스트를 수행하였다는 점에서 향후 다양한 백신 부작용 포인트를 발굴하고 고도화 된 관리시스템의 선행 사례를 제시함

---

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

### 1) 성과 확산을 위한 사업화 추진

- 백신 접종 부작용 제어를 위해 정의하고 개발한 포인트들을 AIoT 기반 농장관리 시스템으로 사업화 추진

### 2) 국가 동물감염병 관리 수단 채택을 위한 고도화 진행

- 농림축산검역본부가 운영 중인 국가가축방역통합시스템 (KAHIS) 와 연구개발성과 간 융합을 위한 기술고도화, 실증농장 확대, 정책 제언등의 후속연구 활동 수행

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	1	
	비SCIE		
	계	1	
국내논문	SCIE		
	비SCIE	2	
	계	2	
특허출원	국내	1	
	국외	1	
	계	2	
특허등록	국내	1	
	국외	1	
	계	2	
인력양성	학사	3	
	석사		
	박사		
	계	3	
사업화	상품출시	3	
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발	3	
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보		3	
포상 및 수상실적		2	
정성적 성과 주요 내용			

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서 2) 연구성과 활용계획서
2.	1) 2)

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

		과제번호		120102-2	
사업구분	가축질병대응기술개발사업				
연구분야			과제구분	단위	
사업명	가축질병대응기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구		과제유형	개발	
연구개발기관	인트플로우 주식회사		연구책임자	전 광 명	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	20.05.29~20.12 .31	200,000	66,667	266,667
	2차년도	21.01.01.~21.1 2.31	244,000	81,333	325,333
	계	20.05.29~21.12 .31	444,000	148,000	592,000
참여기업	전남대학교 산학협력단, 엔에이치네트웍스(주), 에스엘축산영농조합법인				
상대국			상대국연구개발기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2022.02

3. 평가자(연구책임자) : 전 광 명

소속	직위	성명
인트플로우 주식회사	대표이사	전광명

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약	
-----	---



[별첨 1]

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : **우수**, 보통, 미흡, 극히불량)

구제역 백신 접종 부작용 관리를 위해 사물지능 기반의 백신 접종 관리 포인트를 구체적으로 정의 및 관련 기술을 실증농장 내 구현하여 부작용이 아직 발생하지 않은 농가들을 정량적 및 객관적으로 관리할 수 있는 새로운 관리시스템을 제시하고 이를 검증함

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : **우수**, 보통, 미흡, 극히불량)

본 연구과제에서 다른 각 관리포인트별 적용 기술은 구제역 백신 접종 시 부작용을 위한 관리지표로써 뿐만 아니라 농장의 생산성과 직결된 시설, 환경, 사양관리에도 밀접한 정보를 제공함. 따라서 본 연구과제의 개발결과는 지능형 축산사양관리 솔루션, 또는 원격수의진단 플랫폼 등으로 확대 활용되며 큰 잠재적 파급효과를 지닌다고 판단됨

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : **우수**, 보통, 미흡, 극히불량)

직접적으로 본 연구개발결과의 고도화 및 확산을 통해 그 실효성을 입증하는 기간을 거친다면 국가가축 방역통합시스템 (KAHIS) 내 요소기술 내제화가 가능하여 구제역을 비롯한 조류독감 등 주요 가축감염병 백신의 부작용 관리 및 백신이 만들어지지 않은 ASF와 같은 질병에도 선제적 예찰 및 관리에 주요하게 활용될 수 있을 것으로 기대 됨

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : **우수**, 보통, 미흡, 극히불량)

본 연구과제의 참여기관들은 각자의 분명하고 구체적인 역할을 전담받았으며, 연구과제 수행기간 내 기관별 할당 업무를 성실하게 수행하여 계획 단계에서 설정한 정량적/정성적 연구 성과를 달성하기 위해 노력함  
코로나19 상황에도 불구하고, 온라인 회의등을 통해 정기적 워크샵과 기관관 연구교류를 지속하여 기관관 협업을 지속적으로 수행함

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

■ 등급 : **우수**, 보통, 미흡, 극히불량)

연구과제의 정량적 목표에 따라 2건의 특허출원, 2건 이상의 고용창출(3건, 1건 추가 달성) 등을 달성하였으며 특히 구제역 백신 부작용 제어 시스템 관련 GS인증 1등급 및 SW프로그램 등록 2건을 달성하여 기술에 대한 신뢰성을 확보하고 적극적인 연구성과를 달성하였다고 판단됨

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
구제역 백신 부작용 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의	5	5	구제역 백신 사용방법 권고안에 근거한 부작용 제어 관련 항목 정의
구제역 백신 부작용 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 사물지능 센서 프로토타입 개발	10	10	온도측정 기반 백신관리 센서, 영상기반 행동인식 센서, 영상기반 활동성 분석 센서, 국소열감지 센서 프로토타입 개발 완료
구제역 백신 부작용 관련 데이터의 수집·저장 체계개발	7	7	구제역 백신 부작용 관련 데이터베이스 수집 기술 및 저장 체계 기술 개발 완료
구제역 백신 부작용 원인 사례조사 및 중점관리 항목 설정	5	5	구제역 백신 부작용 원인 사례조사 및 중점관리 항목 설정 완료
부작용 발생에 따른 증상과 진행에 관한 메커니즘 규명	7	7	백신 부작용 발생에 따른 증상과 진행에 관한 메커니즘 규명 완료
구제역 백신 부작용 제어를 위한 사물지능 구현용 HW 시스템 구축	7	7	농가 내 최적의 AIoT 센서 및 CCTV 구축 완료
영상, 열화상 데이터 수집 및 관제 시스템 프로토타입 구축	7	7	데이터의 현장 분석을 위한 AIoT센서 기반 프로토타입 구축 완료
구제역 백신 부작용 제어 시스템의 농장 테스트베드 구축	7	7	테스트베드 구축 완료
구제역 백신 부작용 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 사물지능 센서 고도화	10	10	데이터분석을 위한 사물지능(영상지능/센서지능/열화상지능) 센서 고도화 완료
구제역 백신 부작용 관련 데이터 분석 수행	5	5	AIoT, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술을 이용해 데이터베이스 체계 설계 및 분석 완료
구제역 백신 부작용 예방 방안 매뉴얼 제작	5	5	매뉴얼 작성 완료
구제역 백신 부작용에 대한 진단 및 치료 가이드라인 마련	5	5	가이드라인 작성 완료
구제역 백신 부작용 제어를 위한 사물지능 구현용 HW 시스템 유지보수	5	5	테스트베드 내 HW 시스템 유지보수 완료
영상, 열화상 데이터 수집 및 관제 시스템 운영	7	7	테스트베드 농장 내 관제 시스템 운영
구제역 백신 부작용 제어 시스템의 농장 테스트베드 운영 및 피드백	8	8	테스트베드 구축 및 피드백 반영 완료
합계	100점	100점	

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구과제의 개발결과는 백신 접종 시 부작용 포인트를 정의하고 그 포인트들을 관리하여 백신 부작용을 사전에 인지하고 관리하는게 중요. 각 농가별 백신 부작용을 제어하기 위한 구체적인 방법을 도출하고 현장 적용을 수행한데 의의가 있다고 판단됨.

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

종래의 감염병 관리 방법과는 다른 농장내 포인트별 정밀관리 및 데이터 분석 등 신개념에 대한 연구와 검증이 포함되어 해당 연구과제 수행 기간 (1년 8개월) 내 표준화나 국가 공식 시스템 채택까지는 그 기간이 매우 부족하였음.

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구결과의 활용방안 및 향후조치가 지향하는 바에 따라, 적용한 시범운영 케이스를 늘려나가며 국가 가축방역통합시스템 내 취합을 위한 기술적 고도화와 제도적 노력을 지속한다면 구제역백신을 비롯한 주요 가축감염병 부작용 선제적 관리 시스템의 확보와 AI 기반 최적화 농장 관리 솔루션의 해외 수출을 통한 대외매출 증가와 같은 경제적 효과까지 기대할 수 있을 것으로 사료됨.

### IV. 보안성 검토

과제 수행 목적과 의의 등이 비보안성 성격을 지니며, 연구 수행 중 진행된 요소 기술들은 특허와 SW 등록 등으로 소유권의 보호를 받을 수 있도록 조치하였으므로 보안성 검토에 해당사항 없다고 판단됨.

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

#### 1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

#### 2. 연구개발기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	가축질병대응기술개발	
연구과제명	사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구			
주관연구개발기관	인트플로우 주식회사		주관연구책임자	전광명
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	444,000	148,000		592,000
연구개발기간	2020.05.29. ~ 2021.12.31			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타(      ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:      )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 구제역 백신 접종에 따른 부작용을 현장에서 제어하는 사물지능 기반 구제역 백신부작용 제어시스템 개발	구제역 백신 단계 별 부작용 제어를 위한 사물지능 센서 3종 개발 완료(백신 상태 관리 센서, 백신 접종 패턴 분석 센서, 백신 접종 후 이상증상 감지 센서). 이를 관제 시스템에 연동 표출 성공
② 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템의 실증 고도화 연구 수행	양돈 및 축우농장 대상 테스트베드 구축 및 현장 운영 수행

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용액)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T P R O T E I N	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출		투자 유치	논문 S C I	비 S C I			논문 평 가 I F	학술 발표		정 책 활 용
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20		10				20			20										10
최종 목표	2		2				3			2	1	1								2
당해 년도	목표	2		1			3			1	1	1								2
	실적	2		1			3			2	1	-							1	2
달성률 (%)	100		100				100			100		-								100

[별첨 2]

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	사물지능 센서기반 구제역 백신 접종 부작용 관리 포인트 별 메타데이터 수집 및 분석 기술

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 결	정책 자료	기타
①의 기술		v			v	v	v	v	v	

\* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	* 다양한 가축감염병 부작용 포인트 정의 및 농장 최적화 관리를 위한 요소기술로 활용 가능 * 축산 정밀사양관리 및 원격수의진료 분야에 응용사업화 가능

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	S M A R T	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	논문				학술발표	정책 활용	
											SCI		비SCI	논문평균IF					
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건		
가중치	20		10				20			20								10	
최종목표	2		2				3			2		1		1				2	
연구기간내 달성실적	2		2				3			3		1		1				2	
연구종료후 성과창출 계획	2	2					3						1	2		3		3	



## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업 사물지능 기반 구제역 백신 부작용 제어 시스템 구축 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.