

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

발간등록번호

11-1543000-004165-01

농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발

2022년 9월 6일

주관연구기관 / 건국대학교
공동연구기관 / 주식회사 체리부로

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발”
(개발기간 : 2021.04.01 ~ 2022.03.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 9. 6.

주관연구기관명 : 건국대학교 산학협력단 (대표자) 운동열 (인)

협동연구기관명 : 주식회사 체리부로 (대표자) 김인식 (인)



주관연구책임자 : 남상섭

협동연구책임자 : 임태현

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		가축질병대응기술개발사업		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-	
내역사업명 (해당 시 작성)		농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발		연구개발과제번호		121010-1	
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0710 동물 질병예방	50 %	LB0701 수의 전염병	30 %	LB0805 농업생산 시설/환경	20%
	농림식품 과학기술분류	RB0201 동물질병관리	50 %	RB0299 기타 수의예방	30 %	동물 AB0203 시설/환경/복지	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		-					
연구개발과제명		농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발					
전체 연구개발기간		2021. 04. 01. - 2022. 03. 31.(12개월)					
총 연구개발비		총 523,834 천원 (정부지원연구개발비: 449,000 천원, 기관부담연구개발비 : 74,834 천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[O]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실용화 가능한 조류인플루엔자 조기발견 시스템 포함 스마트팜 기술 개발 ○ 개발된 조류인플루엔자 조기발견 시스템의 국내 종계/산란계 사육 농가 설치 및 운영 ○ 조기발견 시스템 운영기간 동안 발생하는 이상 징후 원인 확인 ○ 국내 유행 조류인플루엔자 바이러스 특성 분석 					
	전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조류인플루엔자 조기발견 관련 활력징후 관찰 선행연구 결과 제공 ○ 종계/산란계 농가에 설치된 시스템으로부터 전송되는 활력 징후 데이터 수집 및 분석 ○ 농가 내 조류인플루엔자 포함 기타 질병 항원 및 항체 모니터링 결과 분석 ○ 구축된 조류인플루엔자 조기발견 시스템 평가 및 보완 ○ 선정된 시범농가에서의 소독시설 효능 평가 ○ 스마트팜 시스템과 농가에서 측정한 출하 시 무게 값 간의 비교분석 ○ 스마트팜 시스템 내 행동패턴 분석 결과 토대 질병 예찰 가능성 확인 ○ 호흡기 질병 백신 접종 또는 질병 감염 이후의 소음도 측정 변화 분석 					

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 조류인플루엔자 조기발견을 위한 스마트팜 시스템 정책건의 ○ 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 개발 ○ 스마트팜 모바일 시스템 구축 ○ 시스템 개선사항 확인 및 적용 ○ 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 설치 관련 농가 협조 ○ 시범농가에서의 주기적인 조류인플루엔자를 포함한 질병 항원 및 항체 모니터링 실시 ○ 선정된 시범농가에서의 소독제 사용 이력 및 설문조사 실시 ○ 국내 조류인플루엔자 발생 동향 및 전파 경로 관련 문헌 조사 				
	1단계 (해당 시 작성)	<table border="1"> <tr> <td>목표</td> <td></td> </tr> <tr> <td>내용</td> <td></td> </tr> </table>	목표		내용	
목표						
내용						
	n단계 (해당 시 작성)	<table border="1"> <tr> <td>목표</td> <td></td> </tr> <tr> <td>내용</td> <td></td> </tr> </table>	목표		내용	
목표						
내용						

연구개발성과	기술이전 1건, 제품화 1건, 고용 창출 8건, 학술 발표 1건, 인력양성 1건											
	구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
	예상성과 (N/Y)	Y	Y	Y	N	N	N	N	생명 정보	생물 자원	정보	실물

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p>1) 연구개발성과의 활용방안</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 조류인플루엔자 조기 발견으로 감염 초기 차단을 통해 사회적 비용 절감 사고 효과 발생 ■ 스마트팜 운영을 통한 가금 농가의 수익 개선 ■ 선진 IT 기술의 적용을 통한 농업기술과 IT 기술의 시너지 효과 극대화 ■ 고병원성 조류인플루엔자의 감염 시와 유사한 임상증상을 발현하는 세균 및 바이러스 질병에 대한 조기 발견에 응용 가능
	<p>2) 연구개발성과의 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 가금에서의 활력징후 이상 증상 발현 시 고병원성 조류인플루엔자를 포함한 다양한 질병의 조기 진단 및 초기 대처가 가능한 시스템 구축 ■ 정상 개체로부터의 활력징후 데이터를 분석하여 기준점을 제시하고 이상 증상이 발현될 경우 실시간으로 정보를 제공할 수 있는 시스템 구축 ■ 고병원성 조류인플루엔자 조기 발견을 위한 기술적 자료 활용 및 학술자료로서의 가치 입증 ■ 질병 발생 조기 파악으로 초기 대처에 따른 가금산업 경쟁력 향상 ■ 대규모 군집 단위의 활력징후 조기발견 방안 마련

연구개발성과의	
---------	--

비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
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)	조류인플루엔자			스마트팜		질병 조기 예찰		방역		양계 산업		
영문핵심어 (5개 이내)	Avian Influenza			Smart farm		Early detection of diseases		Prevention of disease		Poultry farming		

〈 목 차 〉

항	목 목	페이지
	요약문	p.1
	목차	p.4
1.	연구개발 과제의 개요	p.6
2.	연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용	p.9
3.	연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	p.10
	1) 연구수행 결과	
	(1) 정성적 연구개발성과	
	(2) 정량적 연구개발성과	
	(3) 세부 정량적 연구개발성과	
	2) 목표 달성 수준	
4.	목표 미달 시 원인 분석	p.45
	1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용	
	2) 자체 보완활동	
	3) 연구개발 과정의 성실성	
5.	연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	p.46
6.	연구개발성과의 관리 및 활용 계획	p.46
7.	별첨자료	p.47
	1) 자체평가의견서	
	2) 연구성과 활용계획서	

최종보고서						보안등급	
						일반[✓], 보안[]	
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명		가축질병대응기술개발사업	
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원		사업명		내역사업명 (해당 시 작성)	
공고번호		농축2021-23호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
				연구개발과제번호		121010-1	
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0710 동물 질병예방	50%	LB0701 수의 전염병	30%	LB0805 농업생산 시설/환경	20%
	농림식품과학기술분류	RB0201 동물질병관리	50%	RB0299 기타 수의예방	30%	AB0203 동물 시설/환경/복지	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문					
		영문					
연구개발과제명		국문		농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발			
		영문		Development of early detection system for efficient disease recognition of farmers			
주관연구개발기관		기관명		건국대학교		사업자등록번호	
		주소		-		법인등록번호	
연구책임자		성명		남상섭		직위	
		연락처		직장전화		휴대전화	
				전자우편		국가연구자번호	
연구개발기간		전체		2021. 04. 01. - 2022. 03. 31.(12개월)			
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2021. 04. 01. - 2022. 03. 31.(12개월)	
				n단계		YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)	
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()	
		현금		현금		합계	
		현물		현금		현물	
				현금		현물	
						합계	
총계		449,000		15,716		59,118	
1단계		449,000		15,716		59,118	
1년차		449,000		15,716		59,118	
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위	
		휴대전화		전자우편		비고	
		역할		기관유형			
공동연구개발기관		건국대학교		김우석		조교수	
		(주)체리부로		임태현		이사	
위탁연구개발기관		파이프트리 스마트팜(주)		이병권		대표	
연구개발기관 외 기관							
연구개발담당자 실무담당자		성명		이혁채		직위	
		연락처		직장전화		휴대전화	
				전자우편		국가연구자번호	

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

2022 년 9 월 6 일

연구책임자: 남상섭 (인)

주관연구개발기관의 장: 윤동열
 공동연구개발기관의 장: 김인식
 위탁연구개발기관의 장: 이병권, 장유창

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

1. 연구개발과제의 개요

[최종목표]

- 실용화 가능한 조류인플루엔자 조기발견 시스템 포함 스마트팜 기술 개발
- 개발된 조류인플루엔자 조기발견 시스템의 국내 종계/산란계 사육 농가 설치 및 운영
- 조기발견 시스템 운영기간 동안 발생하는 이상 징후 원인 확인
- 국내 유행 조류인플루엔자 바이러스 특성 분석

[세부목표]

- 조류인플루엔자 조기발견 관련 활력징후 관찰 선행연구 결과 제공
- 종계/산란계 농가에 설치된 시스템으로부터 전송되는 활력징후 데이터 수집 및 분석
- 농가 내 조류인플루엔자 포함 기타 질병 항원 및 항체 모니터링 결과 분석
- 구축된 조류인플루엔자 조기발견 시스템 평가 및 보완
- 선정된 시범농가에서의 소독시설 효능 평가
- 스마트팜 시스템과 농가에서 측정된 출하 시 무게 값 간의 비교분석
- 스마트팜 시스템 내 행동패턴 분석 결과 토대 질병 예찰 가능성 확인
- 호흡기 질병 백신 접종 또는 질병 감염 이후의 소음도 측정 변화 분석
- 조류인플루엔자 조기발견을 위한 스마트팜 시스템 정책건의
- 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 개발
- 스마트팜 모바일 시스템 구축
- 시스템 개선사항 확인 및 적용
- 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 설치 관련 농가 협조
- 시범농가에서의 주기적인 조류인플루엔자를 포함한 질병 항원 및 항체 모니터링 실시
- 선정된 시범농가에서의 소독제 사용 이력 및 설문조사 실시
- 국내 조류인플루엔자 발생 동향 및 전파 경로 관련 문헌 조사

[연구의 필요성]

1) 국내 조류인플루엔자 발생 현황

- 조류인플루엔자 바이러스 (Avian Influenza virus, AIV)는 병원성에 따라 닭에 감염 시 가벼운 호흡기 증상, 1-30% 내외의 폐사와 산란저하를 유발하는 저병원성 조류인플루엔자 (Low Pathogenic Avian Influenza, LPAI) 그리고 95% 이상의 높은 치사율을 보이는 고병원성 조류인플루엔자 (Highly Pathogenic Avian Influenza, HPAI)로 크게 2가지 병형으로 구분됨.
- 국내에서는 H5N1형 HPAI가 2003년 최초 발생 이후, 올해까지 지속적으로 다양한 혈청형이 발생하고 있으며, 매년 수백억원의 사회적 비용을 부담하고 있음.

2) 고병원성 조류인플루엔자 발생으로 인한 사회적 비용

- 현재 국내에서의 HPAI 유행 이전까지 피해액을 살펴보게 되면 2003-2004년 (피해액 874억 원), 2006-2007 (339억 원), 2008년 (1,817억 원) 및 2010-2011년 (807억 원)에 비해 H5N8이 발생한 2014-2015년 시기의 피해액은 2,386억 원으로 이전 발생사례 대비 큰 피해가 발생됨.
- 한국에서는 2003년 고병원성 조류인플루엔자(Highly Pathogenic Avian Influenza, HPAI)가 최초 발생한 이후 올해까지 지속적으로 발생하고 있으며, 매년 수백억 원의 사회적 비용을 부담하고 있음.
- 현재 고병원성 조류인플루엔자 발생 시 살처분 하는 것을 원칙으로 매몰과 소독 그리고 보상금에 대한 천문학적 사회비용이 소모되고 있음. 직접적으로 정부에서 농가피해 지원 금액은 매년 1,000억 원을 육박하는 수준에 있음.
- 위와 같은 사회적 비용을 절감하기 위해서 차단 방역 수준에서 현실적이고 효율적인 시스템 도입이 매우 시급한 현실임.

	육용오리	종오리	육계	육용종계	산란계	메추리	관상조류	누계
주차	26	9	2	5	30	3	2	77
1주	1	0	0	0	1	0	0	2
2주	3	1	0	0	1	2	0	7
3주	4	0	1	1	2	0	1	9
4주	4	2	0	0	2	0	0	8
5주	5	2	1	1	4	0	1	14
6주	1	2	0	0	4	1	0	8
7주	4	1	0	1	8	0	0	14
8주	3	1	0	0	2	0	0	6
9주	1	0	0	2	6	0	0	9

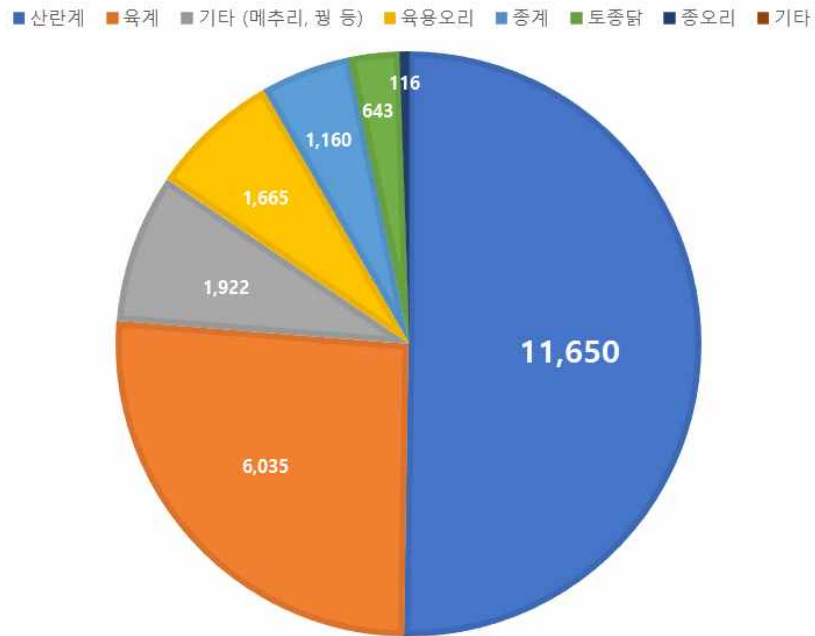
[표] 축종별 고병원성 조류인플루엔자 발생동향 (2021. 01. 27 기준)

3) 산란계 및 종계에서의 고병원성 조류인플루엔자 발생 현황

- 2021년 1월 27일 기준 국내 고병원성 조류인플루엔자 발생은 총 77건으로 그중 산란계가 38.96%로 가장 높은 비중을 차지하고 있음. 그 다음 순으로는 육용오리, 종오리, 육용종계의 발생이 뒤따르고 있음.
- 고병원성 조류인플루엔자 발생으로 인한 축종별 살처분 현황을 살펴보게 되면 전체적으로 대략 2천 3백만수 중 1천 1백만수를 산란계가 차지하고 있음. 이는 50%를 비중으로서 고병원성 조류인플루엔

자가 산란계에 치명적이라는 점을 시사하고 있음. 또한, 사육수수대비 살처분 비율 역시 2016-2017년 발생 시 산란계의 경우 36%, 현재 2021년 1월 27일 기준 15.8%로 매우 높은 비중을 차지하고 있음.

- 본 연구팀에서 도출된 선행연구 결과는 산란계와 오리에 고병원성 조류인플루엔자를 직접적으로 공격 집중하여 열화상 데이터를 수집하였으나, 이는 실험실 내부에서의 소규모 단위 시험이라는 한계점이 존재함.
- 이와 같은 한계점을 극복하기 위해, 본 과제를 통하여 산란계 및 중계에서의 열화상 데이터를 수집한 뒤 선행연구에서 도출된 육계에서의 데이터를 취합하여 더욱 완성도 높은 시스템을 구성하고자 함.



[그림] 축종별 고병원성 조류인플루엔자로 인한 살처분 현황 (2021. 01. 27 기준)

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

○ 주관연구기관 (전국대학교 수의과대학 남상섭 교수) 개발 내용 및 범위

- 조류인플루엔자 조기발견 관련 활력징후 관찰 선행연구 결과 제공
- 산란계 및 종계 농가에 설치된 시스템으로부터 전송되는 활력징후 데이터 수집 및 분석
- 농가 내 조류인플루엔자 포함 기타 질병 항원 및 항체 모니터링 결과 분석
- 구축된 조류인플루엔자 조기발견 시스템 평가 및 보완
- 선정된 시범농가에서의 소독시설 효능 평가

○ 제1공동연구기관 (전국대학교 수의과대학 김우석 교수) 개발 내용 및 범위

- 스마트팜 시스템과 농가에서 측정된 출하 시 무게 값 간의 비교분석
- 스마트팜 시스템 내 행동패턴 분석 결과 토대 질병 예찰 가능성 확인
- 호흡기 질병 백신 접종 또는 질병 감염 이후의 소음도 측정 변화 분석
- 조류인플루엔자 조기발견을 위한 스마트팜 시스템 정책건의

○ 제2공동연구기관 (주식회사 체리부로) 개발 내용 및 범위

- 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 설치 관련 농가 협조
- 시범농가에서의 주기적인 조류인플루엔자를 포함한 질병 항원 및 항체 모니터링 실시
- 선정된 시범농가에서의 소독제 사용 이력 및 설문조사 실시
- 국내 조류인플루엔자 발생 동향 및 전파 경로 관련 문헌 조사

○ 위탁연구기관 (파이프트리 스마트팜 주식회사) 개발 내용 및 범위

- 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 개발
- 스마트팜 모바일 시스템 구축
- 시스템 개선사항 확인 및 적용

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

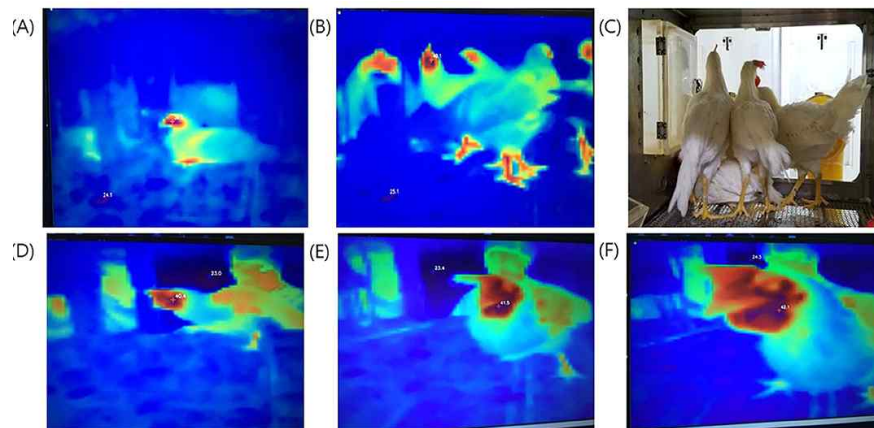
I. 주관연구기관 (건국대학교 수의과대학 남상섭 교수)

1. 조류인플루엔자 조기발견 관련 활력징후 관찰 선행연구 결과 제공

1.1 선행연구를 통해 본 연구팀이 도출한 정상개체와 고병원성 조류인플루엔자 공격접종 시 발현되는 활력징후 시험 결과 제공

- 오리 및 닭에서의 고병원성 조류인플루엔자 공격접종 후 열화상 측정 결과를 제공하였음.

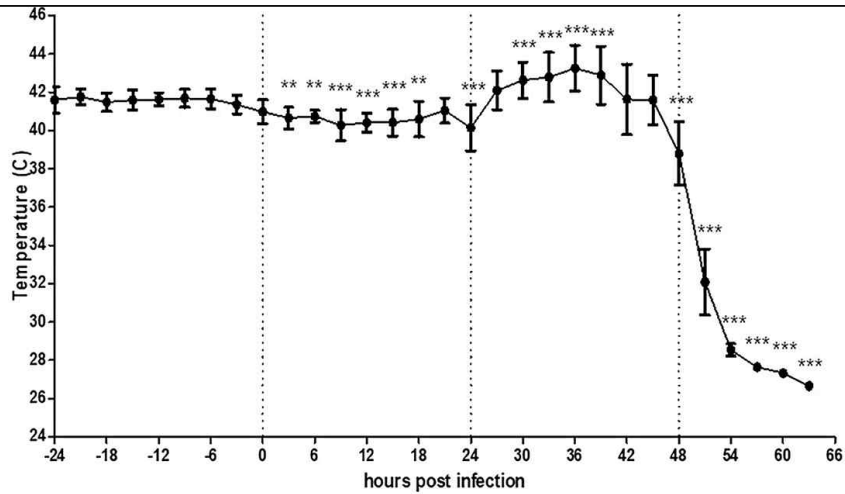
- 해당 시험 결과를 통해, 사육 시설 내 최고 온도가 오리의 체온값이고, 오리의 공격접종 시점인 푸른색 화살표를 기준으로 그래프 왼쪽의 감염 전 하루에 비해 그래프 오른쪽 감염 후 약 이틀간 체온이 2도 정도 상승하였음을 확인하였음.



[그림] 열화상 카메라를 이용한 닭의 체온 측정 이미지

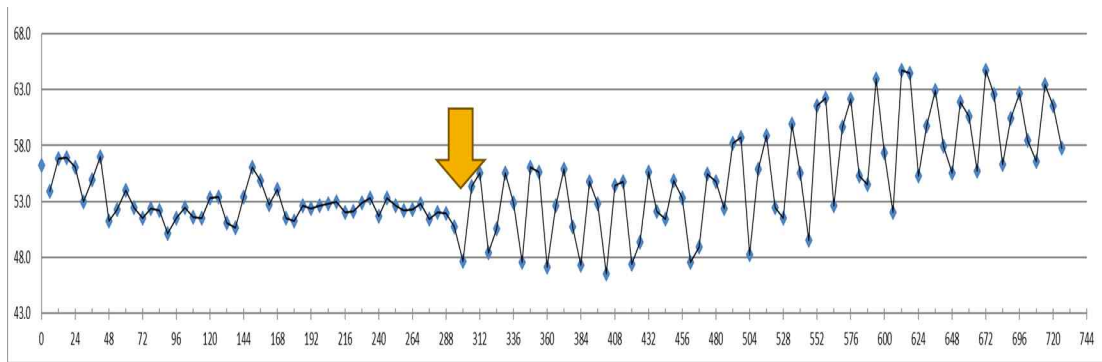


[그림] 열화상 카메라를 통한 고병원성 조류인플루엔자 감염 오리에서의 체온 변화값



[그림] 닭에서의 고병원성 조류인플루엔자 공격접종 후의 체온 측정 결과

- 소음기를 활용한 육계 사육 기간 중 육추기 제거 전 후 소음도 측정 결과를 제공하였음.
- 육추기 제거 전에는 온도를 유지하기 위한 지속적인 빛자극이 들어감에 따라 시간대에 상관 없이 소음도가 비슷하게 유지되나, 육추기 제거 이후에는 지속적인 점등 및 소등에 따른 자극으로 인해 24시간 간격으로 소음도의 증가 및 감소가 나타남을 확인함.



[그림] 육추기 제거 전후 (노란색 화살표) 의 소음도 비교

- 본 데이터는 온도 및 소음에 대한 육계 사육에서의 정상 데이터로서, 각 농장별 경보 시스템 설정을 위한 기본 데이터 및 시계열에 따른 경보 구역의 설정 변화에 대한 기본 자료로 사용될 수 있음

2. 산란계 및 종계 농가에 설치된 시스템으로부터 전송되는 활력징후 데이터 수집 및 분석

2.1 실제 종계 및 산란계 사육 농가로부터 촬영된 활력징후 데이터를 수집한 뒤 정상 개체에서의 기준점을 제시

- 열화상 카메라 및 소음기의 실제 농장 적용을 통해 데이터 수집 진행
- 현장 최적화를 목표로 농장 내 환경 모니터링 요소 추가
- 협동기관인 (주)체리부로의 협조를 받아 직영 육성농장의 일부 등에 적용



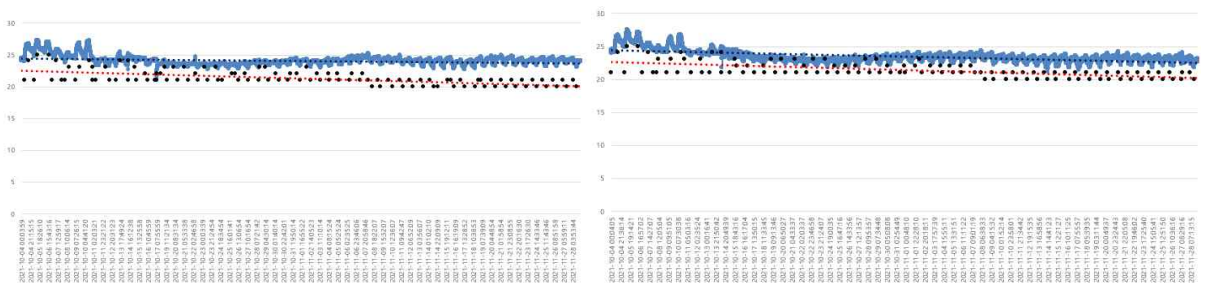
[그림] 시험 농장 외관 모습



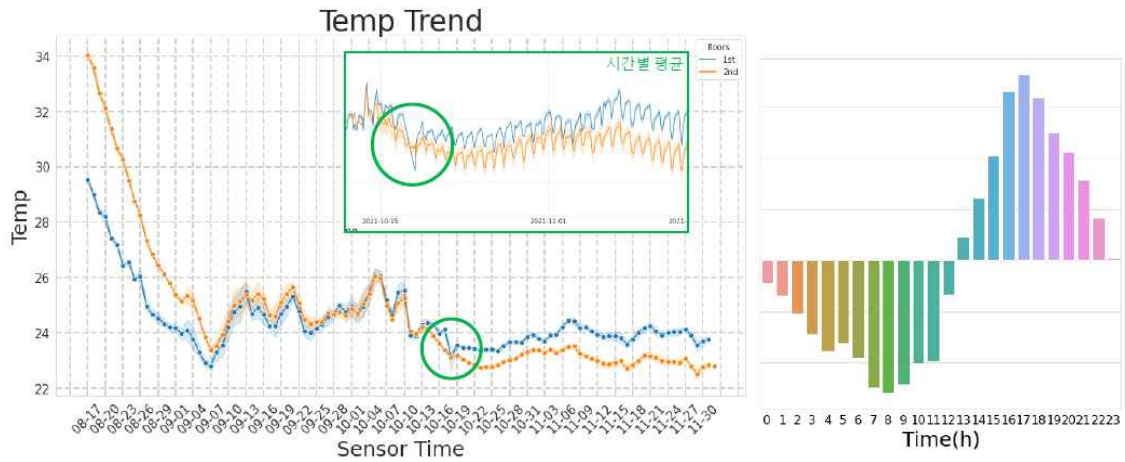
[그림] 시험 종계 농장 내부 모습

환경 온도 모니터링

- 동절기 및 육성 권장온도의 변화에 따라 일평균 온도는 점차 감소하는 형태
- 농장 자체 모니터링 결과와 약간의 온도 편차는 있으나, 편차의 크기는 일정하여 추후 개선하기 용이함
- 하루 내 시간에 따라 온도는 일정하게 변화하여 일주기성을 보이는 것으로 관찰



[그림] 농장 환경 온도 모니터링 결과 (●: 열화상 카메라; ●: 온도계)



[그림] 환경 온도 관찰 요약 및 일주기성 분석 결과

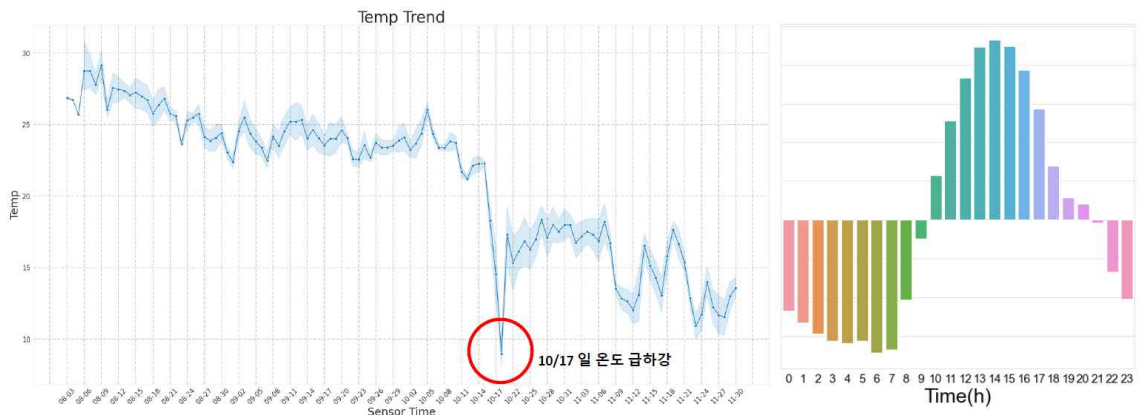
- 평사 산란계 농장에도 본 스마트팜 기기를 적용하였음.



[그림] 시험 산란계 농장 내부 모습

환경 온도 모니터링

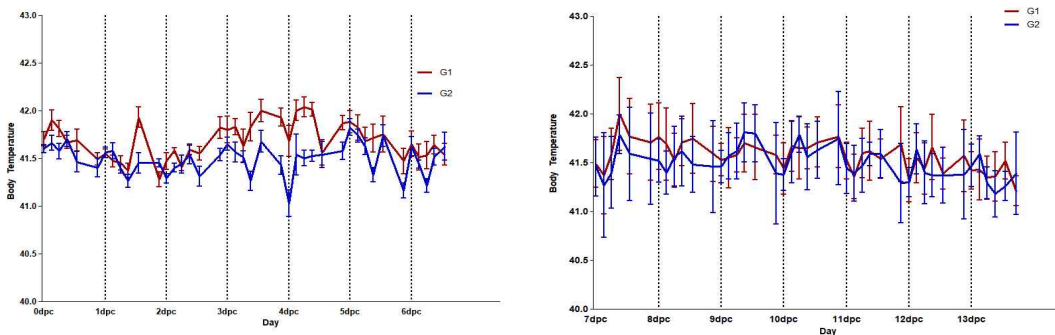
- 외부 기온에 기본적으로 노출되는 형태로 계절의 영향을 강하게받는 것으로 확인 되었음. 여
- 전체 기간 적용되는 일 주기성을 보임(오전 6시 최저, 오후 14시경 최고 온도 분포)



[그림] 환경 온도 관찰 요약 및 일주기성 분석 결과

2.2 시범 농가에서 질병이 발병할 경우 감염에 따른 활력징후 변화 정도 분석 실시

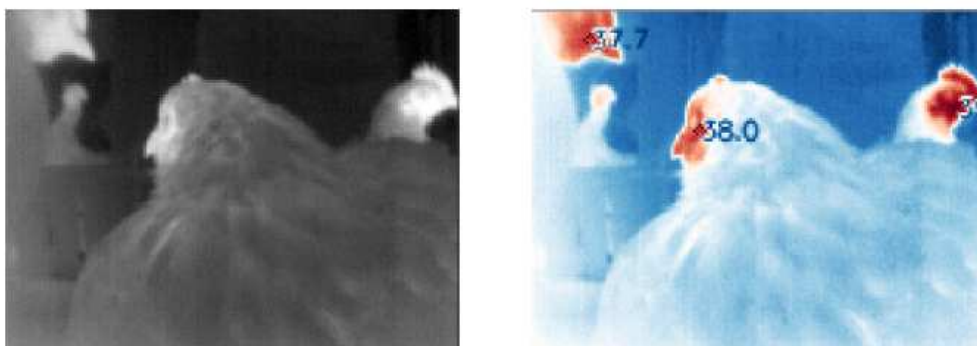
- 시범 농가에서는 질병이 발생되지 않아 감염에 따른 활력 징후 변화를 관찰할 수 없었음.
- 실험실내 실험을 통해, 질병 감염 시 닭의 심부 온도 상승 여부 및 열화상 카메라를 통한 조기 발견 가능 여부를 검증하고자 함
- 고병원성 조류인플루엔자 바이러스가 아닌, 병원성이 비교적 낮은 타 바이러스를 이용.
- 공격접종 후 2주 동안 심부온도 및 열화상카메라를 이용한 체표온도를 각각 측정하여 비교.
- 심부 온도 측정 결과, 공격접종 후 3일 뒤 (3 day-post-challenge; 3dpc) 부터 공격접종군의 심부 온도 평균이 음성대조군에 비해 비교적 상승하기 시작함. 이어서 5dpc까지 심부온도 평균의 차이가 가장 두드러지게 나타났으며, 6dpc부터 공격접종군과 음성대조군의 심부온도 평균은 유사한 양상으로 회귀하였음
- 열화상 카메라를 이용한 체표온도 측정 결과, 4dpc에 음성대조군의 평균 값을 상회하는 공격접종군의 개체 수가 확연히 증가함. 통계적 유의성 평가 결과 또한 4dpc일에 통계적 유의성이 도출되는 빈도가 급격하게 증가하였으며 이는 임상증상 발현율이 50%가 되는 지점임.
- 심부 온도 측정 결과를 바탕으로 열감지 시스템의 민감도의 평가를 실시함. 열감지 시스템의 경우, 10분당 1회 측정이 기준이며 1시간 단위의 측정 데이터를 병합하여 평균을 산정하였음. 이후, 공격접종군 및 대조군의 평균을 t-test 검증한 결과, 민감도는 86.4%의 높은 수치를 나타내는 것으로 확인됨.



[그림] 바이러스 감염 후 닭의 심부 온도 측정 결과(왼쪽: 1주차; 오른쪽: 2주차)



[그림] 바이러스 감염 후 열화상 카메라를 이용한 온도 측정 결과



[그림] 열화상 시스템에 나타나는 닭의 체표 온도 측정 모습

- 본 실험실내 감염 모델 시험 결과, 열화상 카메라를 이용한 체표 온도 측정을 통해 호흡기 질병의 감염으로 인한 체온의 상승을 감지할 수 있음을 확인하였음.

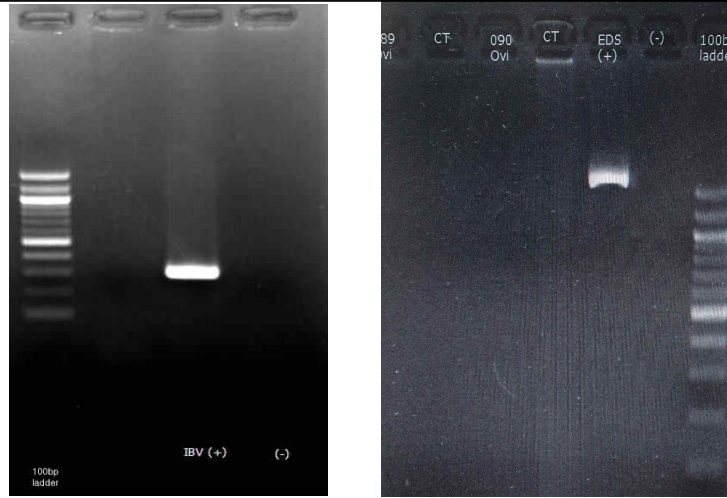
3. 농가 내 조류인플루엔자 포함 기타 질병 항원 및 항체 모니터링 결과 분석

3.1 제2협동기관(체리부로)으로부터 제공받는 항원 및 항체 모니터링 결과를 수령하여 시스템 설치 시범 농가에서의 질병 감염 유무 확인

- 시범농가로부터의 백신 프로그램 및 항원 및 혈청 샘플을 수령하여 실험 진행
- 항원검사의 경우 최근 유행하는 저병원성 조류인플루엔자 바이러스 및 전염성기관지염바이러스 등 주요 질병에 대해 PCR을 통한 실험실적 검사를 진행하였음
- 혈청검사의 경우 주요 질병에 대한 ELISA 검사를 통해 백신 접종 전후 면역 형성 추적 및 야외주 감염의 의심 여부를 확인

시험농장	대표자	우용복		
	주소	충남 예산군 대술면 상항리 151		
	농장규모	150,000		
	사육품종	중계 (아바에이커)	부화장명	오포부화장
	백신프로그램			
	접종일령	해당질병	제조사	백신경로
	0 주령	MDV	MSD	피하접종
	0 주령	NDV	고려	분무
	0 주령	콕시디움	히프라	분무
	1 주령	IB	고려 B&P	음수
	1 주령	FPV	고려 B&P	천자
	2 주령	IBD	메리알	음수
	5 주령	ND + IB	MSD	음수
	7 주령	ILT	MSD	점안
	10 주령	CAV	MSD	근육접종
	12 주령	AE	고려 B&P	음수
	14 주령	FAdV	CTCVacc	근육접종
	15 주령	ND + IB	고려 B&P	음수
18 주령	RING	MSD	근육접종	

[표] 시험농장 정보 및 백신프로그램



[그림] PCR을 이용한 실험실적 항원검사 결과

- 주요 질병에 대한 항원검사 결과, 음성으로 확인되었음
- 혈청 검사에서도 야외주에 의한 감염으로 의심될 만한 항체 역가는 관찰되지 않았음
- 사육 및 생산 성적에서도 감염성 질병의 발생으로 의심될만한 저하는 보이지 않았음

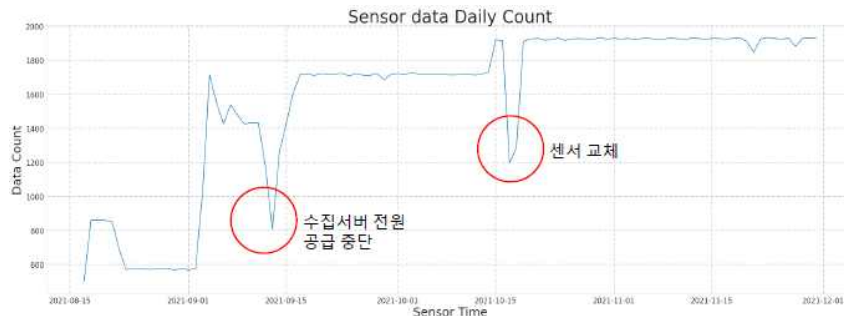
4. 구축된 조류인플루엔자 조기발견 시스템 평가 및 보완

4.1 개발된 스마트팜 적용 가능 조류인플루엔자 조기발견 시스템의 실제 농장 적용 시 필요 조치 사항을 확인하여 보완사항 전달 실시

- 시험 농장 내 아래 표와 같은 데이터 수집을 목표로 진행
- 실제 닭 입식 전에 앞서서 드라이런을 진행하여 데이터 수집의 안정성을 평가 진행하였음.
- 농장 내 전원 공급 문제로 인하여 데이터 수집이 중단되는 경우 발생, 전원 공급 안정화를 위한 보조 전원 공급 장비 및 전원 타이머 추가 후 안정적인 데이터 수집량 확보에 성공함.

구분	정형데이터	비정형 데이터		
	온도, 습도, CO2, NH3	실사카메라	열화상 카메라	사운드
수집장비 수량	층별 2개 (총 4개)	층별 4개 (총 5개)	층별 2개 (총 4개)	층별 4개 (총 8개)
수집기간	8/17 ~ 11/30			
수집주기	1건/10분	1장/5분	1장/10분	10초/10분
일 데이터 건 수	약 2,000건(24시간)	약 860장 (9시간)	약 220장 (9시간)	약 72분 (9시간)
일 저장 용량	-	약 1GB	약 40MB	약 330MB

[표] 시험농장 내 설치된 스마트팜 기기를 통한 데이터 수집 종류 및 주기

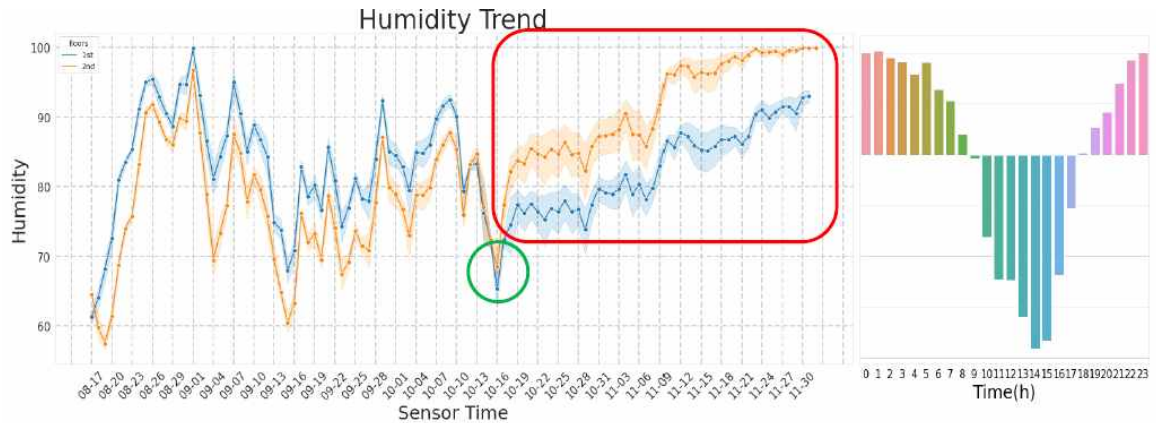


[그림] 드라이런 당시 일일 데이터 수집량 평가

- 데이터 수집의 안정화 작업 이후, 닭을 입식하여 계사 내 데이터를 수집 및 분석하여 평가 및

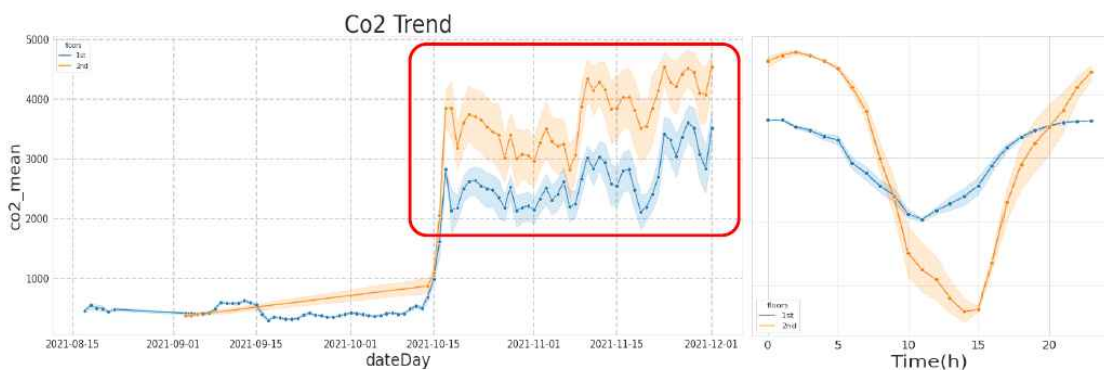
보완점들을 발굴하여 제시

- 육용종계의 사육 매뉴얼을 바탕으로, 이상적인 습도의 분포는 어린일령에서 성계로 갈수록 점차 낮아지다가 일정 수준을 유지하여야 하나 특정 기간 이후 지속적으로 증가하는 결과를 도출
- 습도 센서의 교체 시점 이후 증별 습도 차이도 특정 시점 이후 반전됨을 확인
- 센서의 민감도 및 변동폭이 비교적 크을 미루어 볼 때 센서의 신뢰도 향상이 필요함
- 하루 내 시간에 따라 습도는 일정하게 변화하여 일주기성이 관찰되며 점등 이후 낮시간에는 습도가 감소하다가 소등 이후 점차적으로 증가하는 형태를 보임
- 습도의 일주기성 변화는 시간에 따른 환기량의 차이 때문인 것으로 추정됨.



[그림] 환경 습도 관찰 요약 및 일주기성 분석 결과

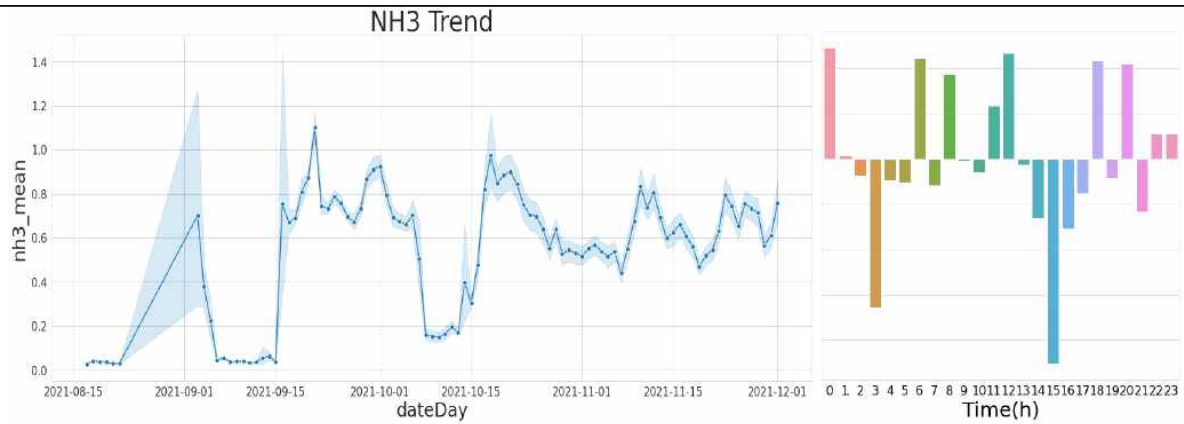
- 계사내 CO2 가스 수치 관찰 결과, 일정 수준 이하(평균 약 400ppm)에서 10월 15일 이후 평균 약 5,000ppm 수준으로 증가하였음.
- 이는 계사 외부의 환경이 추위짐에 따라 계사 내부 향온을 위한 가온 조치로 인하여 높아진 것으로 추정되며, 실제 열풍기 설치 일자와 일치함
- 하루 내 시간에 따라 CO2 가스 수치는 일정하게 변화하여 일주기성이 관찰되며 점등 이후 낮시간에는 수치가 감소하다가 소등 이후 점차적으로 증가하는 형태를 보임
- CO2 가스 수치의 일주기성 변화는 시간에 따른 환기량의 차이 때문인 것으로 추정됨



[그림] 환경 CO2 가스 수치 관찰 요약 및 일주기성 분석 결과

- 계사내 NH3 가스 수치 관찰 결과, 전체적인 수치가 1.6 미만으로 안정적인 모습이나 다른 장비를 통한 교차 검증이 필요
- 뚜렷한 일주기성 변화는 관찰되지 않음. 수치 자체가 너무 낮기 때문인 것으로 추정되며, 기술의 상용화를 목표로 NH3 가스의 포집 및 측정 기술의 고도화를 통한 보완이 필요하다고 사료됨.

[그림] 환경 NH3 가스 수치 관찰 요약 및 일주기성 분석 결과



5. 선정된 시범농가에서의 소독시설 효능 평가

5.1 선정된 시범농가의 고병원성 조류인플루엔자를 포함한 질병의 차단방역 정도를 파악하기 위해 설치된 소독시설의 disc carrier test 방법을 이용한 효능 평가 실시

- 농장 내 차량 소독조, 분무 소독기, 소독발판 등의 소독 시설을 대상으로 효능 평가를 진행하였음.
- Stainless disc를 이용하여 방역 시설 효능 평가(Disc carrier test)를 실시한 결과, 평가 기준인 99.99% 이상의 바이러스 및 세균 저감 효과를 확인할 수 있었음



[그림] 시범농장의 차량소독조 등의 관련 소독 시설



[그림] 시범농장의 분무 소독기

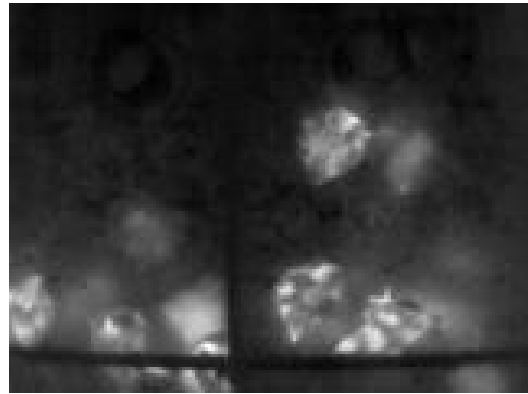
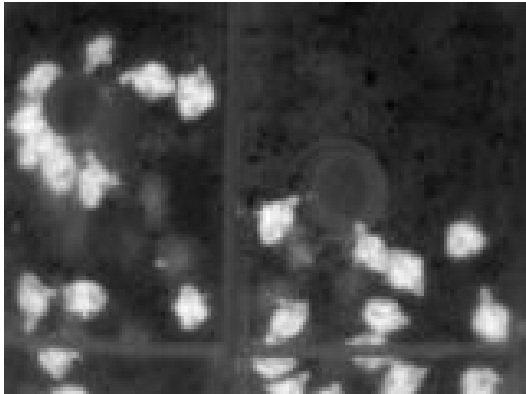
II. 제1공동연구기관 (건국대학교 수의과대학 김우석 교수)

1. 스마트팜 시스템과 농가에서 측정한 출하 시 무게 값 간의 비교분석

1.1 스마트팜 시스템과 실제 시범농가에서 사용 중인 저울을 이용해 육계의 출하성적에 대한 일치율

분석

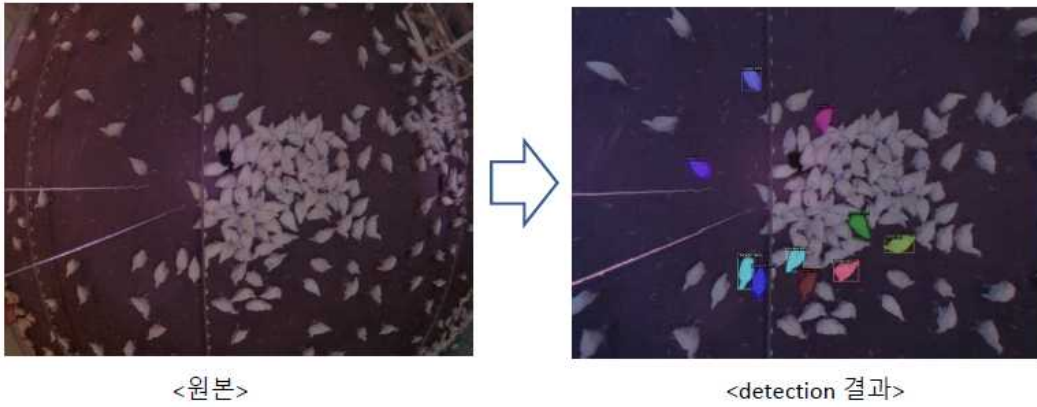
- 본 연구과제의 스마트팜 기기를 이용하여 촬영하는 이미지는 열화상 카메라와 더불어 실시간 카메라를 이용하여 개체별 인식이 가능함.
- 실시간 카메라를 통해 실사 이미지 촬영하여 렌즈로 인한 왜곡을 보정 후 딥러닝 모델을 활용하여 닭 개체 탐지하는 기술
- 열화상 카메라의 경우 설치 후 성공적으로 작동하였으며 실시간 카메라와 동시 비교 가능하였음.
- 실시간 카메라의 경우 설치 후 성공적으로 작동하였으며 개체별 인식 또한 가능하였음.



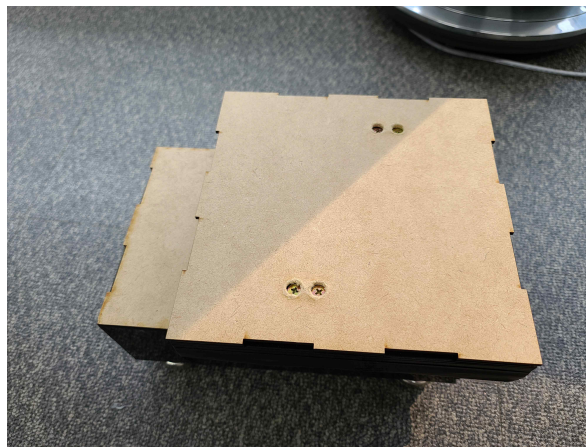
[그림] 열화상 카메라를 이용한 개체별 온도 측정 모습



[그림] 실시간 카메라를 이용한 계사 관찰 모습

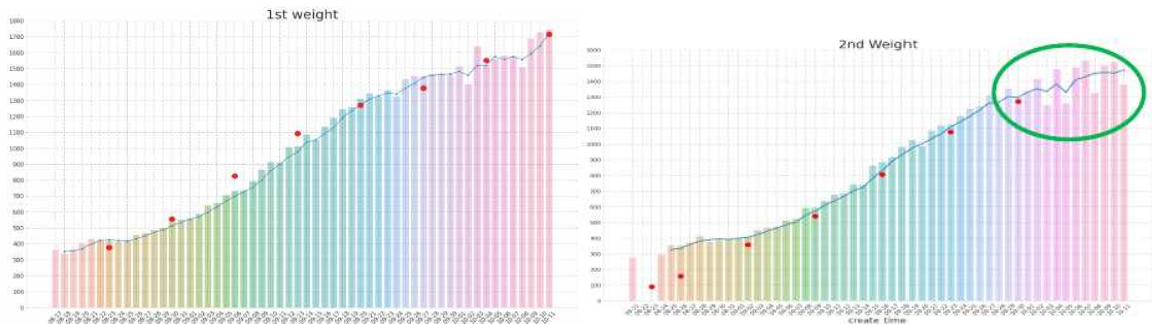


[그림] 실시간 카메라를 이용한 개체별 인식 방법



[그림] 계사 내에 설치된 체중계

- 개체 크기 데이터와 실측 무게 데이터로 지속적으로 비교하여 예측 모델 학습 및 닭의 실측 무게 추정함
- 농장 자체 모니터링 결과와 비교 시, 어린 병아리에서 성계로 발달할수록 오차 감소
- 지속적인 데이터 확보를 통해 예측 모델에 있어 지속적으로 학습을 시킨다면 충분히 개선이 가능한 사안이라 판단됨

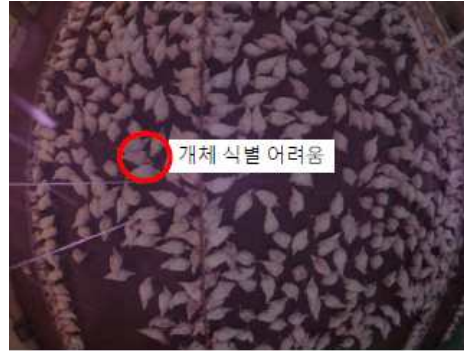


[그림] 실측 무게와 실시간 이미지를 이용한 육성 중의 예측 무게와의 비교 결과

2. 스마트팜 시스템 내 행동패턴 분석 결과 토대 질병 예찰 가능성 확인

2.1 스마트팜 시스템의 행동패턴 결과를 토대로 질병 감염 시 발현되는 행동량 부족 현상과의 연계 가능성 분석

- 스틸샷 형태의 이미지는 개체 식별에 한계가 있으며 기존 무선 네트워크 (LTE 이동통신) 형태에서는 실시간 동영상의 전송이 어려움.
- CCTV를 이용한 동영상 내 개체 추적의 방식을 적용
- 동영상의 전송은 유선 네트워크 망을 이용하는 방식으로 전환하였으며, 개체별 행동 범위가 추적할 수 있도록 기술의 고도화 작업을 진행중에 있음.



[그림] 이미지 방식의 개체 식별 한계

- 시험 농장 내 CCTV를 설치하여 동영상을 수집하였으며, 관찰 기간내 정상적인 활력을 유지하는 것을 확인하였음.
- 농장 내 질병이 발생하지 않아 질병 발생 시의 행동 패턴을 관찰하지는 못하였음.
- 지속적인 모니터링을 통해 추후 질병 발생 시, 질병 전파 양상에 따른 행동 패턴을 관찰 및 학습할 예정



[그림] 시험 농장 내 영상을 이용한 행동 패턴 분석 결과

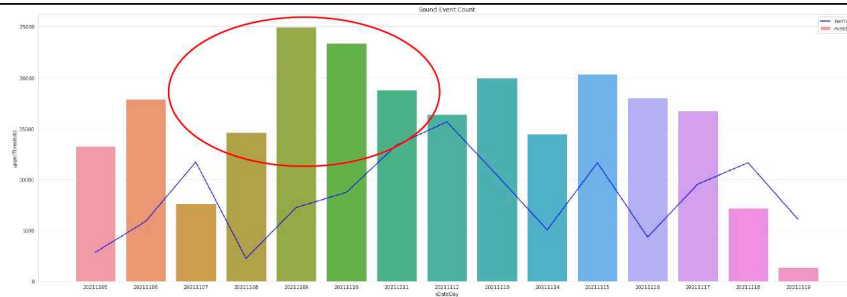
3. 호흡기 질병 백신 접종 또는 질병 감염 이후의 소음도 측정 변화 분석

3.1 조류인플루엔자와 같은 호흡기성 바이러스 백신 접종 또는 질병 감염 이후 발생할 수 있는 소음도 변화 분석

- 시험농장에서 실제 질병이 발생하지는 않았으며 이에 따라 소음도 데이터 분석에서의 비정상적인 이벤트 발생은 감지할 수 없었음.
- 따라서 실험실 내에서의 동물 감염모델시험을 진행하여 호흡기 바이러스 감염 시 소음기를 통한 닭에서의 비정상적 울음 소리 감지 여부를 검증
- 녹음된 소음에 대한 시간, 주파수 및 진폭을 동시에 시각화하여 분석 진행
- 지향성 마이크를 이용한 소음 측정 결과, 정상 소리의 빈도와 이벤트 발생 (비정상 데이터 감지)의 빈도는 반비례함을 확인
- 공격접종 후 3일 뒤 이벤트 발생 빈도는 급격하게 증가하는 양상을 보임
- 이벤트 발생 데이터의 심층 분석을 위해 spectrogram(log-scale)을 활용한 time-frequency 기법을 사용

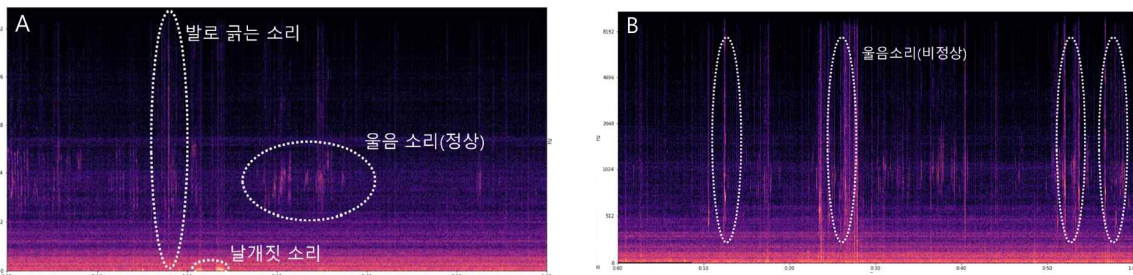
[그림] 소음 분석을 통한 정상 소리 및 이벤트(비정상) 발생 빈도 추적 결과

- 비감염군의 경우, 닭의 일반적인 울음소리 외에도 날개짓 소리 혹은 움직임에 대한 데이터가 확



인됨

- 감염군의 경우 비정상적인 울음소리가 확인되었으며 이는 이벤트 발생으로 충분히 탐지됨
- 정상 울음소리 및 비정상 울음소리 비교 시, 정상 울음 소리에서는 500~2000 Hz 범위의 주파수 내에서 소리가 발생하였으나, 비정상 울음 소리에서는 정상 울음 소리에 비해 더 넓은 주파수 (0~8000Hz)의 소리가 발생 또한, 비정상 울음 소리에서 500~2000 Hz 주파수 내의 진폭이 비교적 큼을 확인
- 이는 감염에 따른 호흡기계의 조직 손상 및 호흡기 내 점액성 삼출물로 인해 음성의 변형때문인 것으로 사료됨



[그림] 정상 소음 및 비정상 소음 비교 심층 분석 결과 (A: 정상 데이터; B: 비정상 데이터)

- 본 실험실내 감염 모델 시험 결과, 소음기를 통한 소음 측정을 통해 호흡기 질병 감염시의 비정상적인 울음 소리를 탐지할 수 있음을 검증

4. 조류인플루엔자 조기발견을 위한 스마트팜 시스템 정책건의

4.1 본 과제를 통해 개발된 조류인플루엔자 조기발견 시스템이 탑재된 스마트팜 시스템 사용 건에 대한 정부 정책건의

- 본 연구개발과제를 수행하며 발굴된 스마트팜 시스템의 시의성 및 필요성을 정리중에 있음.
- 스마트팜 기기의 성능 검증에 대한 표준화 재고의 필요성 등을 목표로 추후에 정책 건의를 계획중에 있음.

Ⅲ. 제2공동연구기관 (주식회사 체리부로)

1. 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 설치 관련 농가 협조

1.1 국내 종계 및 산란계를 사육하고 있는 농가 중 적합성 여부를 판단하여 시범농가 선정 후 사육 실제 종계 사육 농가에 시스템 설치 협조

- 충청남도 예산군에 위치한 육용종계 농장 내 시스템 설치 협조 요청

- 20개의 계사동을 보유하고 있으며, 암탉 기준 140,000수 사육 가능 농가
- 계군 입식 전 1개동에 대하여 파이프트리 (제1세부 위탁기관)에서 제작한 스마트팜 카메라, 체중계, 온습도 측정계 등을 설치



[그림] 시험농장 계사 배치도 및 내부 모습

- 계군 사육 중의 환경 데이터 (온습도, 체중)를 제공받아 스마트팜 시스템으로부터 도출되어지는 결과 값과 비교 실시

온 도 습 도	최고 온도(°C)	0.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
	최저 온도(°C)	0.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
	최고 습도(%)	0.0	71.0	72.0	72.0	72.0	70.0	72.0	71.0	70.0	71.0
	최저 습도(%)	0.0	64.0	65.0	64.0	65.0	63.0	64.0	64.0	63.0	64.0
	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
	1,426	1,416	1,371	1,364	-	1,388	-	-	-	-	-
	98%	97%	97%	99%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
	5	5	5	5	0	4	0	0	0	0	0
	2,295	2,295	2,295	2,295	2,295	2,295	2,295	2,295	2,295	2,295	2,295

[그림] 시험농장에서 제공받은 온습도 및 체중 측정 결과 예시

1.2 종계 및 산란계 사육 중 임상증상 발현 시 질병 발병 유무 조사

- 시험농장의 계군 사육 중 주기적인 방문을 통한 조류인플루엔자 및 기타 질병에 대한 임상증상 발현 유무 및 폐사계 부검을 통한 전염성 질병 감염 유무 확인
- 전염성 질병의 감염이 의심 시 폐사계 부검을 통한 조직 샘플을 채취하여 이와 관련한 항원 검사를 진행



[그림] 시험농장 사육 육용종계에 대한 임상증상 관찰

2. 시범농가에서의 주기적인 조류인플루엔자를 포함한 질병 항원 및 항체 모니터링 실시

2.1 주기적인 혈청검사를 통한 질병 상태 및 백신 접종 적절성을 파악하고 질병 감염 의심 시 항원 검사 실시

- 육용종계 농가 백신프로그램 적절성과 주령별 감염 위험이 높은 질병에 대한 모니터링의 일환으로 주기적인 혈청검사를 실시하였음.
- 백신접종 후, 적절한 항체역가 형성 여부를 확인하였으며, 주요 질병에 대한 감염 또는 미감염 여부를 혈청검사를 통해 확인

주령	백신 내역	구분	접종방법
1주령	Marek	생독백신	피하접종
	Coccidium	생독백신	분무접종
	ND+IB	생독백신	분무접종
2주령	ND+IB	생독백신	음수접종
	IBD	생독백신	음수접종
3주령	FP	생독백신	천자접종
4주령	IB	생독백신	음수접종
	IBD	생독백신	음수접종
8주령	ND+IB	생독백신	음수접종
9주령	ILT	생독백신	점안접종
	AEP	생독백신	천자접종
11주령	ANBBE	사독백신	근육접종
	CAV	생독백신	근육접종
	FAdV	사독백신	근육접종
15주령	IB	생독백신	음수접종
	PINE	사독백신	근육접종
18주령	RING	사독백신	근육접종
19주령	AE	생독백신	음수접종

[표] 육용종계 시험농장 백신프로그램

상향농장		주령:	5	일령:	2																		
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21-2167동121	MSMG	2021-09-07	88	34	10	10																	
21-2170동231	MSMG	2021-09-07	52	55	10	10																	
21-2167동121	SE	2021-09-07	1	100	10	10																	
21-2170동231	SE	2021-09-07	1	0	10	10																	
21-2167동121	IBV	2021-09-07	38	130	10	10																	
21-2170동231	IBV	2021-09-07	446	59	10	6	4																
21-2167동121	AI	2021-09-07	2.0	71	10	1	4	1	2	2													
21-2170동231	AI	2021-09-07	0.2	211	10	8	2																
21-2167동121	ND	2021-09-07	2.6	27	10			5	4	1													
21-2170동231	ND	2021-09-07	2.3	21	10			7	3														

상향농장		주령:	5	일령:	3																		
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21-2262동131	MSMG	2021-09-15	15	149	10	10																	
21-2264동151	MSMG	2021-09-15	12	183	10	10																	
21-2262동131	SE	2021-09-15	3	233	10	10																	
21-2264동151	SE	2021-09-15	4	175	10	10																	
21-2262동131	IBV	2021-09-15	62	85	10	10																	
21-2264동151	IBV	2021-09-15	397	115	10	7	2	1															
21-2262동131	ND	2021-09-15	1.7	48	10		5	3	2														
21-2264동151	ND	2021-09-15	1.8	23	10		2	8															
21-2262동131	AI	2021-09-15	1.1	67	10	2	5	3															
21-2264동151	AI	2021-09-15	1.1	29	10		9	1															

5주령 혈청검사 결과

검사항목	검사결과
MSMG	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
SE	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
IBV	백신 접종 후 항체 반전 중, 이상없음
ND	백신 접종 후 항체 반전 중, 이상없음
AI	HI test 비특이반응 및 모체이행항체로 추정, 이상없음

상향농장		주령:	10	일령:	3																		
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21-2449동121	MSMG	2021-10-14	147	29	10	10																	
21-2452동231	MSMG	2021-10-14	169	20	10	10																	
21-2449동121	SE	2021-10-14	3	133	10	10																	
21-2452동231	SE	2021-10-14	9	67	10	10																	
21-2449동121	IBV	2021-10-14	2120	105	10	1	3	3	1	1				1									
21-2452동231	IBV	2021-10-14	5082	49	10				1	3	2	2	1		1								
21-2449동121	ND	2021-10-14	4.3	49	10				4	4	1										1		
21-2452동231	ND	2021-10-14	7.5	27	10				1			1	2	4		2							
21-2449동121	AI	2021-10-14	1.1	109	10	4	3	1	2														
21-2452동231	AI	2021-10-14	0.5	105	10	5	5																
21-2449동121	IBD	2021-10-14	9072	51	10			1	2	1	4	1		1									
21-2452동231	IBD	2021-10-14	9007	102	10	1		2	3	1		1			1	1							

상황농장		주령:	9	일령:	3																		
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21-2438동131	MSMG	2021-10-14	78	51	10	10																	
21-2440동151	MSMG	2021-10-14	196	44	10	10																	
21-2438동131	SE	2021-10-14	10	52	10	10																	
21-2440동151	SE	2021-10-14	7	126	10	10																	
21-2438동131	IBV	2021-10-14	1281	85	10	2	3	3		2													
21-2440동151	IBV	2021-10-14	4063	77	10			1	4	2	1	1				1							
21-2438동131	ND	2021-10-14	3.4	42	10			4	1	3	1	1											
21-2440동151	ND	2021-10-14	7.1	22	10					1	1		4	2	2								
21-2438동131	AI	2021-10-14	0.6	86	10	4	8																
21-2440동151	AI	2021-10-14	0.9	82	10	3	5	2															
21-2438동131	IBD	2021-10-14	9010	82	10			2		1	3			2					2				
21-2440동151	IBD	2021-10-14	5230	53	10			2	2	1	1	1	3										

10주령 혈청검사 결과

검사항목	검사결과
MSMG	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
SE	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
IBV	백신접종에 의한 항체 형성
ND	백신접종에 의한 항체 형성
AI	HI test 비특이반응으로 추정, 이상없음
IBD	백신접종에 의한 항체 형성

상황농장		주령:	12	일령:	2																		
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21-2608동121	MSMG	2021-10-26	137	70	10	10																	
21-2611동231	MSMG	2021-10-26	573	43	10	10																	
21-2608동121	SE	2021-10-26	3	267	10	10																	
21-2611동231	SE	2021-10-26	8	238	10	10																	
21-2608동121	IBV	2021-10-26	3870	63	10			3	2	1	1	1	1	1									
21-2611동231	IBV	2021-10-26	4259	61	10		1		2	3	1	1	1										
21-2608동121	AI	2021-10-26	0.9	110	10	5	1	4															
21-2611동231	AI	2021-10-26	0.3	161	10	7	3																

상황농장		주령:	13	일령:	2																		
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21-2720동131	MSMG	2021-11-09	24	109	10	10																	
21-2722동151	MSMG	2021-11-09	115	177	10	10																	
21-2720동131	SE	2021-11-09	36	192	10	10																	
21-2722동151	SE	2021-11-09	18	267	10	10																	
21-2720동131	IBV	2021-11-09	2447	50	10	1	1	2	3	2	1												
21-2722동151	IBV	2021-11-09	1973	62	10	1	3	1	2	2	1												
21-2720동131	AI	2021-11-09	0.0	0	10	10																	
21-2722동151	AI	2021-11-09	0.0	0	10	10																	

12주령 혈청검사 결과

검사항목	검사결과
MSMG	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
SE	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
IBV	백신접종에 의한 항체 형성
AI	HI test 비특이반응으로 추정, 이상없음

상황농장		주령:	16	일령:	3																		
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21-2920동131	MSMG	2021-12-01	68	29	10	10																	
21-2922동151	MSMG	2021-12-01	62	22	10	10																	
21-2920동131	SE	2021-12-01	28	68	10	10																	
21-2922동151	SE	2021-12-01	22	59	10	10																	
21-2920동131	IBV	2021-12-01	2462	62	10		2	3	1	2	1	1											
21-2922동151	IBV	2021-12-01	2825	54	10			4	2	1	2		1										
21-2920동131	ND	2021-12-01	9.8	11	10										5	3	1	1					
21-2922동151	ND	2021-12-01	11.0	9	10										1	1	5	3					
21-2920동131	AJ	2021-12-01	6.1	12	10						2	5	3										
21-2922동151	AJ	2021-12-01	6.0	14	10					1		7	2										
21-2920동131	REO	2021-12-01	3873	72	10		1	2	3				1	2	1								
21-2922동151	REO	2021-12-01	2780	66	10	1	2	1	3		1	2											
21-2920동131	AE	2021-12-01	472	115	10	6	3	1															
21-2922동151	AE	2021-12-01	833	123	10	5	3	1		1													
21-2920동131	EDS	2021-12-01	7.8	12	10							1	2	5	2								
21-2922동151	EDS	2021-12-01	5.6	32	10			1			4	3	1		1								
21-2720동131	IBH	2021-11-09	23539	2	10																	10	
21-2722동151	IBH	2021-11-09	3978	38	10		2		3	2	2	1											

상황농장		주령:	17	일령:	3																			
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
21-2924동121	MSMG	2021-12-01	90	50	10	10																		
21-2927동231	MSMG	2021-12-01	120	35	10	10																		
21-2924동121	SE	2021-12-01	27	52	10	10																		
21-2927동231	SE	2021-12-01	6	67	10	10																		
21-2924동121	IBV	2021-12-01	1924	70	10		3	3	2		2													
21-2927동231	IBV	2021-12-01	2642	51	10	1		2	4	1	2													
21-2924동121	ND	2021-12-01	10.5	10	10										2	3	3	2						
21-2927동231	ND	2021-12-01	10.5	9	10										2	2	5	1						
21-2924동121	AJ	2021-12-01	5.9	5	10						1	9												
21-2927동231	AJ	2021-12-01	5.8	7	10						2	8												
21-2924동121	REO	2021-12-01	4971	59	10		1	1	1	2		1	2	1	1									
21-2927동231	REO	2021-12-01	1810	88	10	2	2	2	3			1												
21-2924동121	AE	2021-12-01	179	81	10	8	2																	
21-2927동231	AE	2021-12-01	470	111	10	7		3																
21-2924동121	EDS	2021-12-01	7.4	15	10						2	4	2	2										
21-2927동231	EDS	2021-12-01	5.8	18	10					1	3	3	3											
21-2608동121	IBH	2021-10-26	20933	5	10														1	9				
21-2611동231	IBH	2021-10-26	3966	44	10		1	2	2	3	1		1											

16주령 혈청검사 결과	
검사항목	검사결과
MSMG	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
SE	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
IBV	백신접종에 의한 항체 형성
ND	백신접종에 의한 항체 형성
AI	백신접종에 의한 항체 형성
REO	백신접종에 의한 항체 형성
AE	백신접종에 의한 항체반전 중
EDS	백신접종에 의한 항체 형성
IBH	백신접종에 의한 항체 형성

- 산란계 농가 백신프로그램 적절성과 주령별 감염 위험이 높은 질병에 대한 모니터링의 일환으로 주기적인 혈청검사를 실시하였음.
- 백신접종 후, 적절한 항체역가 형성 여부를 확인하였으며, 주요 질병에 대한 감염 또는 미감염 여부를 혈청검사를 통해 확인

주령	백신 내역	구분	접종방법
1주령	ND	생독백신	분무접종
3주령	FP	생독백신	천자접종
4주령	IB	생독백신	음수접종
	IBD	생독백신	음수접종
8주령	ND+IB	생독백신	음수접종
9주령	ILT	생독백신	점안접종
	AEP	생독백신	천자접종
11주령	ANBBE	사독백신	근육접종
	FAdV	사독백신	근육접종
15주령	IB	생독백신	음수접종
	PINE	사독백신	근육접종

[표] 산란계 시험농장 백신프로그램

감곡농장		주령: 4	일령: 3																					
Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
21-1413동120	MSMG	2021-06-16	53	34	10	10																		
21-1415동310	MSMG	2021-06-16	58	58	10	10																		
21-1413동120	SE	2021-06-16	6	83	10	10																		
21-1415동310	SE	2021-06-16	7	71	10	10																		
21-1413동120	IBV	2021-06-16	97	108	10	10																		
21-1415동310	IBV	2021-06-16	81	113	10	10																		
21-1413동120	ND	2021-06-16	3.1	28	10			3	3	4														
21-1415동310	ND	2021-06-16	2.6	32	10		1	3	5	1														
21-1413동120	AI	2021-06-16	2.0	47	10	1	1	5	3															
21-1415동310	AI	2021-06-16	0.5	141	10	6	3	1																

4주령 혈청검사 결과

검사항목	검사결과
MSMG	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
SE	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
IBV	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
ND	백신접종에 의한 항체반전 중, 이상없음
AI	HI test 비특이반응으로 추정, 이상없음

Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
21-1751동120	MSMG	2021-07-20	168	56	10	10																		
21-1752동310	MSMG	2021-07-20	164	42	10	10																		
21-1751동120	SE	2021-07-20	9	89	10	10																		
21-1752동310	SE	2021-07-20	7	57	10	10																		
21-1751동120	IBV	2021-07-20	4767	60	10		1	2			2	1	3		1									
21-1752동310	IBV	2021-07-20	9804	43	10				1	1				1	1	1	3	2						
21-1751동120	ND	2021-07-20	2.1	47	10		3	4	2	1														
21-1752동310	ND	2021-07-20	2.4	29	10			7	2	1														
21-1751동120	AI	2021-07-20	1.3	63	10	1	6	2	1															
21-1752동310	AI	2021-07-20	0.9	35	10	1	9																	
21-1751동120	IBD	2021-07-20	5269	42	10				1	4	1	3		1										
21-1752동310	IBD	2021-07-20	6025	31	10						3	3	2	2										

9주령 혈청검사 결과

검사항목	검사결과
MSMG	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
SE	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
IBV	백신접종에 의한 항체 형성
ND	백신접종에 의한 항체반전 중, 이상없음
AI	HI test 비특이반응으로 추정, 이상없음
IBD	백신접종에 의한 항체 형성

Case	Assay	Date	AMean	CV	Count	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
21-2042동120	MSMG	2021-08-24	217	36	10	10																		
21-2045동310	MSMG	2021-08-24	33	133	10	10																		
21-2042동120	SE	2021-08-24	11	100	10	10																		
21-2045동310	SE	2021-08-24	9	56	10	10																		
21-2042동120	IBV	2021-08-24	2249	75	10		1	6			2	1												
21-2045동310	IBV	2021-08-24	5851	45	10				2	1	2	1	1	2	1									
21-2042동120	AI	2021-08-24	0.2	211	10	8	2																	
21-2045동310	AI	2021-08-24	0.9	122	10	5	2	2	1															

14주령 혈청검사 결과

검사항목	검사결과
MSMG	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
SE	ELISA kit 상 양성 개체 없음, 미감염 확인
IBV	백신접종에 의한 항체 형성, 이상없음
AI	HI test 비특이반응으로 추정, 이상없음

3. 선정된 시범농가에서의 소독제 사용 이력 및 설문조사 실시

3.1 선정된 시범농가의 차단방역 수준을 파악하기 위한 소독제 사용 내역 및 이력을 조사하며 설문조사 실시

- 농장 입구 차량 소독기, 대인소독기 및 물품 분무 소독을 통한 농장 출입 시 소독 실시
- 농장 출입구를 단일화하여 탈의 후 샤워를 통한 병원체 유입 경로를 최소화하고 있음을 확인
- 계사 간 이동 시 비치된 장화를 교체하여 교차오염 방지 중



[그림] 농장 출입구 차량 소독기 및 CCTV 설치



[그림] 농장 소독 시설 점검

- 질병 유입을 차단하기 위한 세척 및 소독 방법을 관리구역과 방역단계에 따라 구분하여 실시 중.

평시(관심) 단계					
구분	소독제	희석비율	희석방법		소독주기
			소독제	물	
차량 분무소독	라이프라인	1:200	1L	200L	차량 진입 시
계사 주변	라이프라인	1:500	1L	500L	주 1회 (목)
계사 발판 소독조	라이프라인	1:100	1L	100L	주 3회 (월, 수, 금)
계사 준비실	라이프라인	1:200	1L	200L	매일 마감 후
주의 단계					
구분	소독제	희석비율	희석방법		소독주기
			소독제	물	
차량 분무소독	라이프라인	1:150	1L	150L	차량 진입 시

계사 주변	라이프라인	1:400	1L	400L	주 3회 (월, 수, 금)
계사 발판 소독조	라이프라인	1:100	1L	100L	주 5회
계사 준비실	라이프라인	1:200	1L	200L	매일 마감 후

심각 단계					
구분	소독제	희석비율	희석방법		소독주기
			소독제	물	
농장입구/계사주 변	소석회	소석회 도포지침에 따라			수시
차량 분무소독	라이프라인	1:100	1L	100L	차량 진입 시
계사 주변	라이프라인	1:300	1L	300L	매일
계사 발판 소독조	라이프라인	1:100	1L	100L	매일
계사 준비실	라이프라인	1:200	1L	200L	매일 마감 후

- 선정된 시범농가의 차단방역 수준을 파악을 위한 소독 시스템 설문조사 실시하여 시범농가에 대한 차단방역 수준을 평가하였음.
- 차량소독 시설은 대부분 라이프라인으로 사용하고 있는 것으로 확인되었음.

가. 출입차량 및 운전자(방문자)	
차량소독 시설유형	○ 고정식(), 터널식(■), 이동식 고압분무기(), 수동() ○ 소독조(), 생석회도포(), 기타()
소독약	○ 유형(), 제품명(라이프라인), 희석배수(), 기타
소독의 주체	○ 농장 종사자가 소독(■), 차량운전자가 직접소독()
소독방법	○ 차량바퀴(), 외부전체(■), 차량내부()
소독실시 절차	○ 농장입구에서 약 (50)m에서 떨어진 지점에서 (터널)식 차량소독 → 농장입구에서 ()소독, 대인소독기 없음
운전자(방문자) 소독방법	○ 전신소독 : 분무형(), UV형() ○ 부분소독 : 손소독(), 신발소독() - 손소독(소독약명 :), 신발소독(소독약명 :)
기타사항	○ 개인 방역 사용품목: 1회용 비닐장화(), 방역복(), 장갑() ※ 운전자 휴대(), 농장제공(■) ○ 개인소독기 보유 및 사용여부() ○ 파레트, 합판 소독방법 :
나. 가축사육시설 안에 있는 시설물의 방역사항	
소독조 설치여부	○ 관리사무실(), 사료창고(), 각 축사 출입구(■), 집란실()
다. 농장주(종사자)의 축사 출입시 방역조치	
농장전용 신발구비	○ 외출용과 작업용 신발 구분 여부 : - 가금의 경우 계사전용 신발 구비여부 : 외출용(), 농장용(), 축사용()
축사 출입 시 소독실시 절차	○ 농장용 () 착용 → 축사앞 () 소독 → 축사 출입
라. 농장내 방역조치	
소독장소 및 빈도	○ 축사외부(), 축사내부(), 축사주변(), 기타
소독장소별 소독약	○ 축사외부, 내부, 기타 : - 유형()(), 제품명(), 희석배수()
소독장치	○ 고압분무기(), 수동분무기()
마. 소독실시기록부 비치 및 기록사항	
기록부 비치여부	
기록부 기록유지	

[그림] 농가 내 차단방역 인식 재고와 설치 환경에 대한 설문지

4. 국내 조류인플루엔자 발생 동향 및 전파 경로 관련 문헌 조사

4.1 국내 고병원성 조류인플루엔자 발생 동향 및 전파 경로를 파악하기 위한 관련 문헌 및 자료 조사 실시

■ 국내 발생 고병원성 조류인플루엔자 동향 관련 문헌 조사

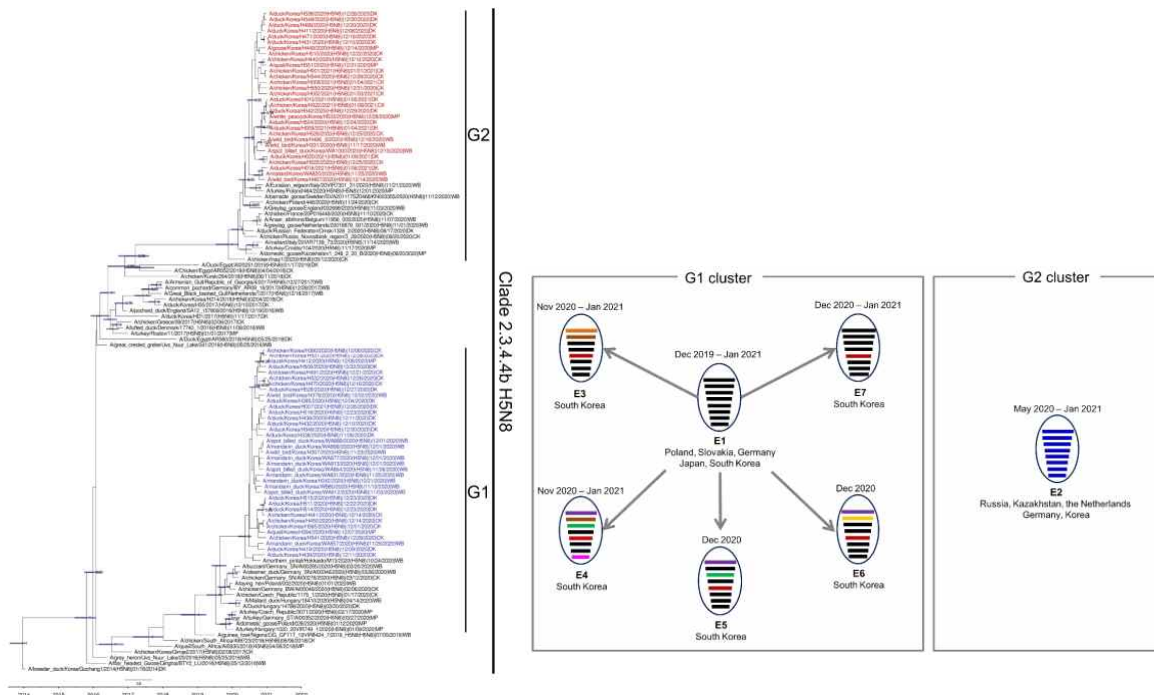
- 국내에서는 H5N1형 HPAI가 2003년에 최초로 발생하여 2006년, 2008년, 2010년, 2014년, 2016년, 2018년까지 총 일곱 번의 발생을 기록.

- 2014년 이전까지 발생한 적이 없었던 H5N8형 HPAI감염이 야생조류 및 가금 농장에서 최초로 발생하였고, 2016년 3월 가금 농장에서 재발생하였음. H5N8형 HPAI는 이전의 발생 사례들과 비교해 경미한 임상증상 발현 및 연장된 발생 지속 기간 등의 특징을 가져 가금 농가의 피해가 급증함.
- 2016년 10월에는 국내 발생 사례가 없던 H5N6형 HPAI가 국내 야생조류 분변에서 최초로 검출되었고, 이후 발생한 H5N8형 HPAI와 함께 가금 농장을 중심으로 전파 되었음.



[그림] 국내 발생 HPAI 현황 및 피해 규모 (출처: 농림축산식품부)

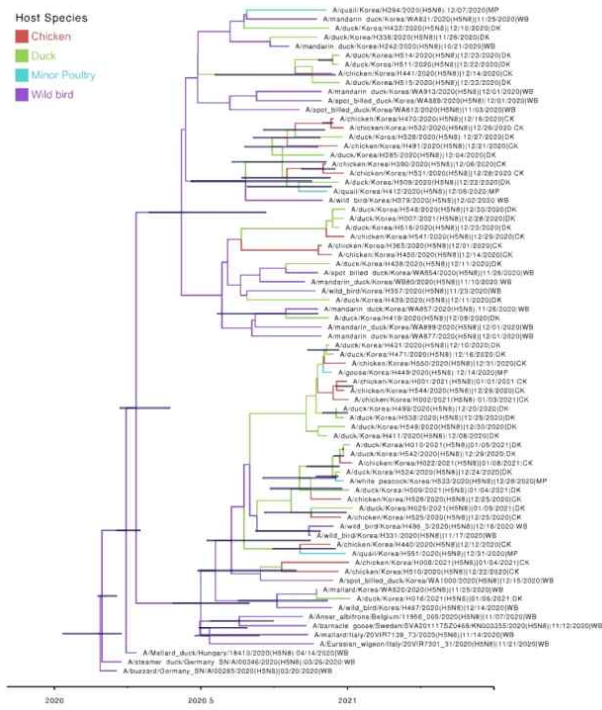
- 2020년부터 2021년까지 국내에서 발생된 고병원성 조류인플루엔자 바이러스에 대한 유전자 분석 결과 G1가 G2로 구분되어지는 것을 확인하였음.



[그림] 국내 발생 고병원성 조류인플루엔자의 유전적 분석 결과

- G1에 해당하는 바이러스의 경우 2019년 말부터 2020년초까지 유럽에서 유행한 H5N8 바이러스와 2020년 말 유럽발 H5N8, 유라시아의 저병원성 조류인플루엔자의 유전자가 혼합된 특성을

나타내었으나, G2의 바이러스는 유라시아 대륙의 저병원성 조류인플루엔자 바이러스로만 구성되어진 것으로 확인되었음.



[그림] 발생 가금류에 따른 고병원성 조류인플루엔자의 유전적 상동성 비교 결과

- 또한, 위 논문의 분석 결과 야생물새에서 집오리, 집오리에서 닭 그리고 집오리에서 기타 가축용 조류로의 바이러스 전파가 빈번하게 일어나는 것을 확인할 수 있었음.
- 위의 결과를 토대로 보았을 때, 최근 국내에는 다양한 유형의 고병원성 조류인플루엔자가 유입되고 있음을 확인할 수 있었으며 전파의 주요 원인은 철새(야생물새)인 것으로 추측할 수 있음. 집결지에 모인 철새들 간 각 나라의 바이러스들이 그 사이에서 유전적 변이를 일으키며 국내로 날아와 집오리를 중간 매개체로 하여 닭에 전염된다는 것을 유추할 수 있음.

■ 국내 발생 고병원성 조류인플루엔자 전파 경로 관련 문헌 조사

- 최근 이어지고 있는 대규모 발생을 통해 확인된 AI의 국내 유입 및 전파 경로를 좀 더 구체적으로 분석해보면, 중국의 재래시장에서 다양하게 재조합된 AI 바이러스가 중국과 한국 간을 이동하는 야새조류를 통해 국내로 유입된 후, 철새도래지 근처 방역 취약 오리 농가에서 1차적으로 확산되는 양상을 나타냄.
- 오리 농가 밀집 지역에서 증폭된 고농도의 바이러스는 주변 산란계 농가에 쉽게 전파될 수 있으며, 이는 농장간 인적,물적 이동요소가 많은 산란계 산업의 특성 상 발생 초기 전국 단위의 궤멸적 전파로 이어지게 됨.
- 최근 (주)카브에서 발표한 연구 보고에 따르면 AI 감염 위험에 기여하는 변수는 총 37개 중 6개로 나타났음. 사육 농장의 위치가 산 또는 계곡, 하천 또는 강 옆인 경우, 주변 농장과의 거리가 500m-1km일 경우, 농장 주변 3km 이내에 AI 발생 농가가 있는 경우, 단위 면적당 사육마리수가 21-22수인 경우, 가축 운반 차량의 출입 주기가 3개월-6개월인 경우, 해당 농가에서 AI 발생이 있었던 경우에 발생 위험이 높은 것으로 분석되었음.

세부항목	수준	양성농장	음성농장	OR	P-value	
5	사육농장 위치	논	3	13		
		밭	6	18	6.2593	0.6438
		산 또는 계곡	12	16	14.0833	0.114
		하천 또는 강 옆	6	7	16.0952	0.1219
		기타(도로변 등)	4	8	9.3889	0.3829
6	주변농장과의 거리	3km 이상	4	15		
		1~3km	8	15	7.5	0.331
		500m~1km	8	9	12.5	0.1054
		100m~500m	5	11	6.392	0.4939
		100m 이내	6	12	7.0312	0.4037
7	농장 주변 3km 이내 HPAI발생농가 유무	무	3	44		
		유	28	18	334.6173	0
22	단위 면적당 사육마리수 (1m ² 당)	20수 이내	25	50		
		21~22수	5	4	5	0.1995
		23~24수	0	6	0	0.9917
		24~26수	0	0		
		27~28수	0	1	0	0.9966
		29수 이상	1	1	4	0.6291
26	가축 운반 차량의 출입주기	6개월 이상	18	40		
		3개월~6개월	12	12	4.9383	0.1083
		1개월~3개월	1	9	0.5487	0.2001
		1주~1개월	0	0		
		1주 1회 이상	0	1	0	0.9919
36	주변 및 해당 농가 시 발생 여부	반경 3km 이내 발생 X	1	42		
		반경 3km 이내 발생 O	0	17	0	0.9952
		해당 농장 1회	22	2	19404	0
		해당 농장 2회	8	1	14112	0.0001
		해당 농장 3회	0	0		
		해당 농장 3회 이상	0	0		

[표] 조류인플루엔자 감염 위험에 기여하는 변수

- 발표된 다수의 논문에 따르면, 고병원성 조류인플루엔자 clade 2.3.4.4 바이러스는 북반구의 철새 이동경로와 일치하는 것을 확인할 수 있었음.

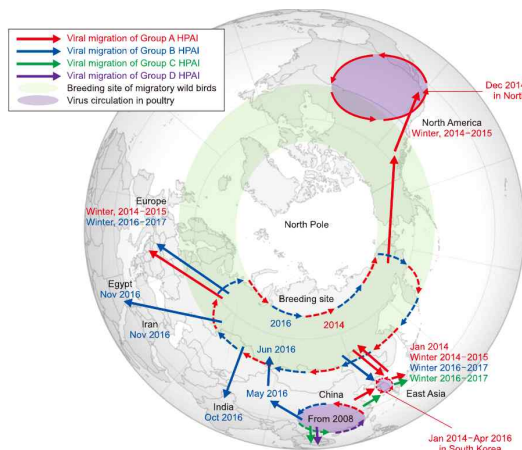


Fig. 1. Geographic map showing movement patterns of highly pathogenic avian influenza (HPAI) clade 2.3.4.4 viruses.

Table 1. Asian H5 highly pathogenic avian influenza (HPAI) clade 2.3.4.4 experimental infections

Species (age)	Virus	Route of infection (dose)	Morbidity, % (total n) ^a	Mortality, % (total n) ^a	Mean death time (d) ^b	Transmission confirmation (dose) ^c	Reference
Pekin duck (4 wk)	A/duck/Eastern China/1.02/10/2010 (H5N2)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (5/5)	0 (0/5)	2.5	Yes	[14]
Pekin duck (4 wk)	A/duck/Eastern China/1.03/11/2014 (H5N2)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (5/5)	0 (0/5)	2.5	Yes	[14]
Pekin duck (4 wk)	A/govse/Eastern China/50513/2013 (H5N6)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (5/5)	0 (0/5)	2	Yes	[14]
Pekin duck (4 wk)	A/duck/Eastern China/50711/2014 (H5N6)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (5/5)	20 (1/5)	2	Yes	[14]
Pekin duck (4 wk)	A/govse/Eastern China/1.1204/2012 (H5N8)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (5/5)	20 (1/5)	1.5	Yes	[14]
Pekin duck (4 wk)	A/duck/Eastern China/3.11/09/2014 (H5N8)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (5/5)	0 (0/5)	2	Yes	[14]
Chicken - Leghorn (6 wk)	A/duck/Eastern China/1.02/10/2010 (H5N2)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (10/10)	100 (10/10)	Before 4 or 5	Yes	[14]
Chicken - Leghorn (6 wk)	A/duck/Eastern China/1.01/11/2014 (H5N2)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (10/10)	100 (10/10)	Before 4 or 5	Yes	[14]
Chicken - Leghorn (6 wk)	A/govse/Eastern China/50513/2013 (H5N6)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (10/10)	100 (10/10)	Before 4 or 5	Yes	[14]
Chicken - Leghorn (6 wk)	A/duck/Eastern China/50711/2014 (H5N6)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (10/10)	100 (10/10)	Before 4 or 5	Yes	[14]
Chicken - Leghorn (6 wk)	A/duck/Eastern China/1.1204/2012 (H5N8)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (10/10)	100 (10/10)	Before 4 or 5	Yes	[14]
Chicken - Leghorn (6 wk)	A/duck/Eastern China/3.11/09/2014 (H5N8)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	100 (10/10)	100 (10/10)	Before 4 or 5	Yes	[14]
Mallard duck (4 wk)	A/govse/langsu/QD/5.2014 (H5N8)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	nd	nd	nd	Yes	[19]
Mallard duck (4 wk)	A/govse/Shandong/WFSC1/2014 (H5N8)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	nd	nd	nd	Yes	[19]
Mallard duck (4 wk)	A/govse/Yangzhou/5420/2014 (H5N8)	IN (6 log ₁₀ ED ₅₀)	nd	nd	nd	Yes	[19]
Chicken - Leghorn (4 wk)	A/chicken/Miyazaki/72014 (H5N8)	IN (2-7 log ₁₀ ED ₅₀)	0 (0/5) (2 log ₁₀ ED ₅₀)	0 (0/5) (2 log ₁₀ ED ₅₀)	3.8	nd	[19]

[그림] 고병원성 조류인플루엔자와 오리류 철새의 상관관계

- 또한, 다수의 철새에 바이러스를 강제적으로 감염시켰을 시에 대부분의 조류에 감염이 되는 것을 확인할 수 있었으나, 국내에 막대한 경제적 피해를 야기한 H5N8형의 고병원성 조류인플루엔자의 경우 Mallard duck에는 폐사를 유발하지 않으며, 바이러스를 shedding하는 캐리어로서의 역할을 하는 것으로 확인

- 이를 통하여 고병원성 조류인플루엔자에 감염된 오리류 철새들이 북극을 기점으로 하여 모여들게 되고 무리 안에서 바이러스가 전파된 후 각 나라로 질병을 전파하고 있는 것으로 추측됨.

IV. 위탁연구기관 (파이프트리 스마트팜 주식회사)

1. 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 개발

1.1 주관기관에서 기존 사용한 장비와 파이프트리외의 IoT 장비의 사양 취합 및 개발 제공으로 본 연구에서 필요로 하는 H/W 시스템 구축 및 기술 제공

- 스마트팜 기술은 각각 농장의 축사 환경과 사육 상태 그리고 질병 상태를 모니터링할 수 있는 하드웨어 장비로 구성

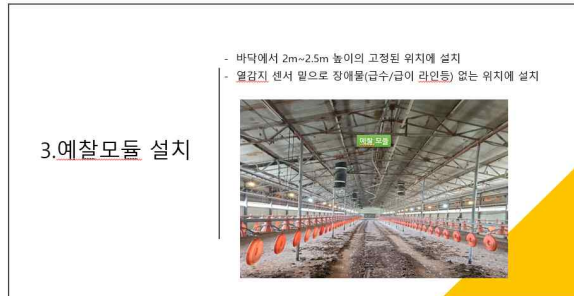
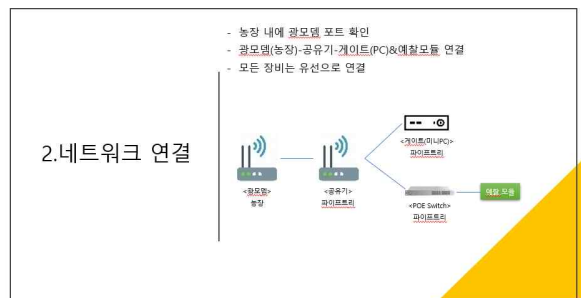
- 데이터 관리의 효율성과 보완성을 위한 네트워크 시스템을 함께 구축

- 최적화된 현장 적용을 위한 설치의 최소 요건을 설정

1) 설치 장소는 크게 관리사와 계사로 구분되어야 하며, 계사에는 데이터를 수집 및 중앙 네트워크로 전송할 수 있는 예찰 모듈과 PoE switch가 설치되어야 함. 설치모듈의 경우 바닥에서 2m ~ 2.5m 높이의 고정된 위치에 설치하며 열감지 센서에 장애물이 없는 위치에 설치해야함

2) 관리사에는 계사로부터의 데이터를 저장 및 1차적으로 필터링 할 수 있는 게이트(미니PC)와 더불어 클라우드 시스템으로 필터링된 데이터를 공유할 수 있는 환경을 위해 공유기가 설치되어야 함

3) 농장 내에는 광모뎀 포트가 설치되어 있어야 하며 모든 장비는 유선으로 연결되어있어야 함



[그림] 예찰모듈의 현장 적용을 위한 시방서

- 하드웨어 시스템

1) 축사 환경

. 온습도 모듈 : 축사에 일정 간격으로 설치하여 축사 전체 온도와 습도를 측정하며, 이상 상태를 감지하면 모바일 시스템을 통해 농장주에게 정보를 전달

. 환경 모듈 : 축사 중앙에 설치하여 유해 가스(NH3, CO2, CO)를 측정하며, 이상 상태를 감지하면 모바일 시스템을 통해 농장주에게 정보를 전달

. 사료빈 모듈 : 각 축사 별 연결되어 있는 사료빈의 상단에 설치하여 잔량을 측정하며, 사료 보충이 필요한 시점에 모바일 시스템을 통해 농장주에게 정보를 전달

. CCTV : 축사 중앙 상부에 설치하여 가축의 상태를 실시간 관찰하며, 가축의 활동성을 평가하여 모바일 시스템을 통해 농장주에게 정보를 전달

2) 사육 상태

. 통합 체중계 : 축사 내부에 설치하여 가축의 무게와 면적을 측정하며, 축사 내 가축의 무게와 평균 체중 및 분산을 추정하여 농장주에게 정보를 전달

. 도/폐사 저울 : 각 축사 별 전실에 설치하여, 도/폐사한 가축의 무게를 통해 개체 수를 추정하여

농장주에게 정보를 전달

. 유량 모듈 : 각 축사별 물탱크에 설치하여 전체 음수량을 측정하며, 개체 별 음수량을 추정하여 농장주에게 정보를 전달

3) 질병 상태

. 예찰 모듈 : 열화상 카메라와 마이크로 구성되어 축사 내부에 설치하며, 가축의 체온 변화와 울음 소리의 변화 등 특이 사항의 발생을 감지

- 네트워크 시스템

. Gateway : 축사 내에 설치된 모듈로부터 정형,비정형 데이터를 수집하고 인터넷을 통해 Core Platform으로 수집 데이터를 전송, 또한 질병 예찰 기능의 이상 감지 모델을 구동하여 비정상 데이터를 감지하고, CCTV 이미지 분석을 통해 닭 무게 예측 모델을 구동하는 등 Edge AI 기능을 담당

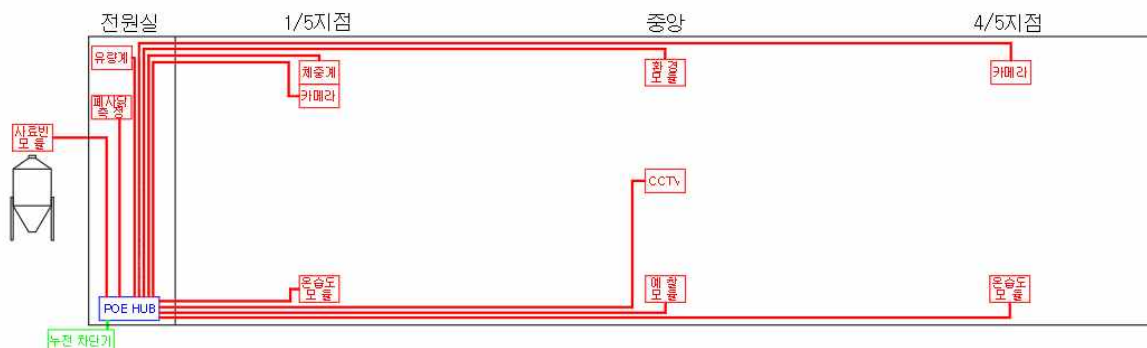
. DDNS : Gateway 관리 및 원격 접속을 위한 IP를 제공하며, Gateway와 모듈에 원격으로 제어 명령을 전송하여 고장 진단 및 기능을 업데이트할 수 있도록 한다.



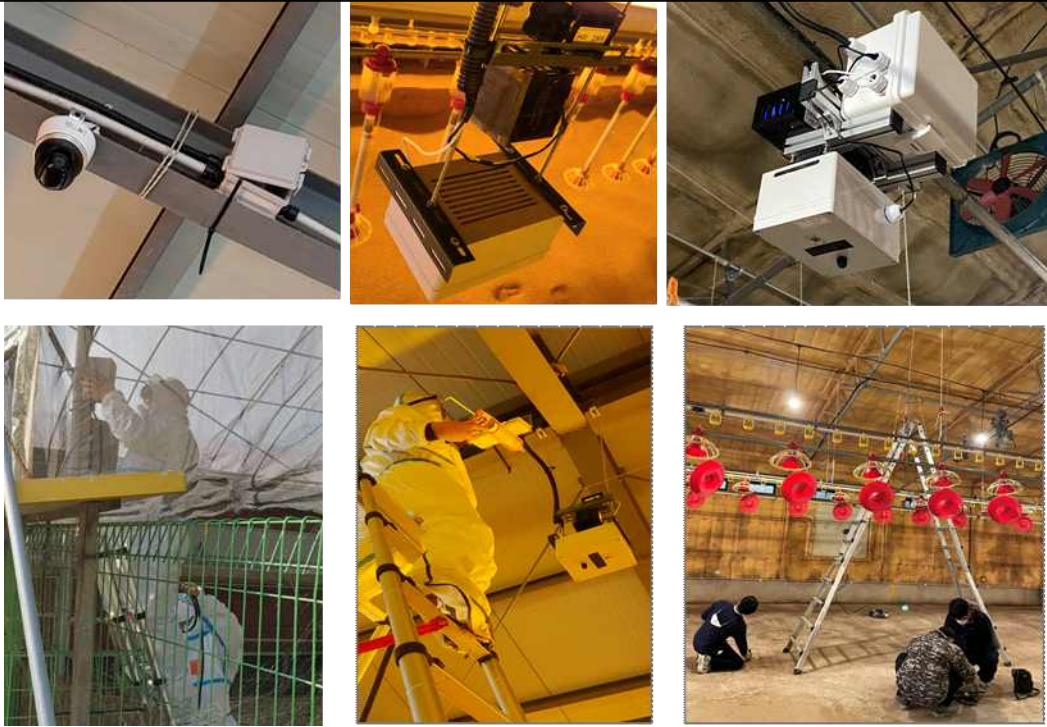
[그림] 모듈 이미지 (좌 : 온/습도 모듈, 환경 모듈 / 중앙 : CCTV / 우 : 사료빈 모듈)



[그림] 모듈 이미지 (좌 : 통합 체중계, 중앙 : 도/폐사 저울, 우 : 예찰 모듈)



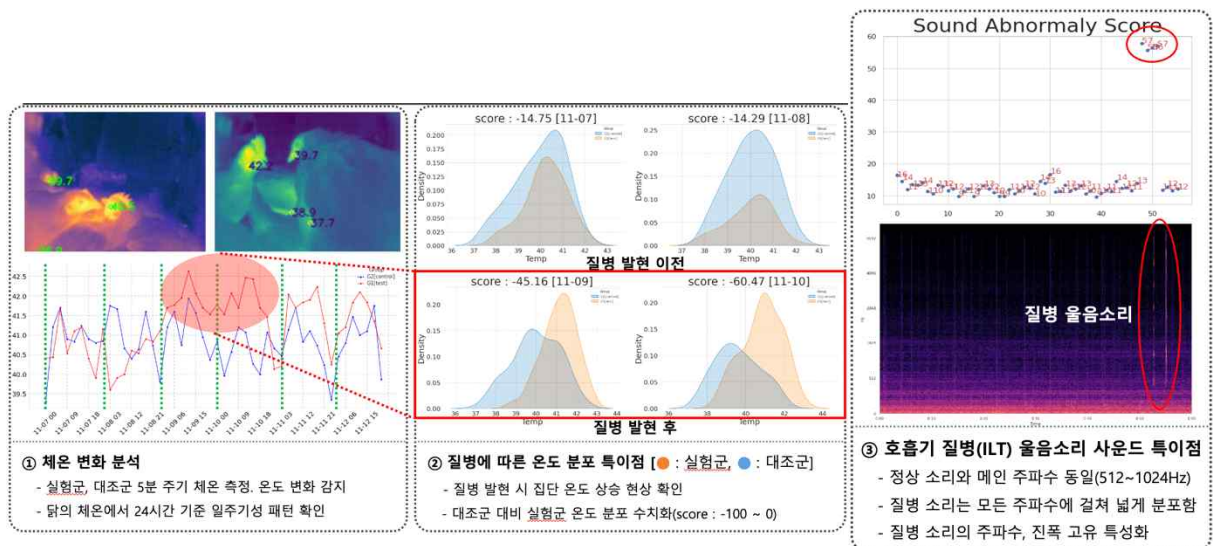
[그림] 시스템 구성도 및 설치 (축사 내부 모듈 설치 사양)



[그림] 설치 예시 (좌 : 알찬유정란, 중앙; 우 : 체리부로 상향농장)

1.2 선행 개발된 이상감지 기법의 3가지 인공지능 알고리즘 활용과 지속적인 고도화를 진행하며, 종합적인 데이터의 딥러닝 기술제공 및 분석 데이터에 대한 결과 공유

- 모델 검증 단계에서 체리부로 상향 농장 2개 계사 내 21.08.17 ~ 21.11.30일까지 약 5개월 간 데이터를 수집
- 질병에 감염되지 않은 정상 상태의 빅데이터 확보는 가능하였으나, 운영 기간 내 특이할 만한 질병 발생이 없어 알고리즘의 성능 평가가 용이하지 않음
- 질병 데이터 확보와 모델 성능 검증을 위하여 실험실내 감염모델실험을 통한 인위적 환경을 조성 후 평가 진행
- 대조군을 포함한 질병 감염된 실험군을 기준으로 소리 데이터와 열화상 데이터를 수집하였으며 실제 체온과 비교하기 위하여 닭의 심부체온을 측정하여 비교 분석



[좌 : 열화상을 통한 질병 감지 결과, 우 : 질병 울음소리 분석 결과]

- 질병 예찰을 위한 데이터로 사운드 데이터와 열화상 데이터를 활용하였으며, 질병 감지의 즉시

성은 사운드에 의한 인공 지능 모델의 유의미한 검증 결과를 도출

- 개별 개체에서 발현 되는 소리만으로도 질병 감지가 가능하였으나 다만 이 모델은 호흡기 증상이 발현되어야 감지 가능한 한계가 존재
- 열화상 데이터는 개별 체온 측정의 오차를 상쇄하기 위하여 군집 단위의 통계값을 측정
- 일반화 할 수 있는 결론에 도달하기 위해서는 복수 개의 데이터가 필요하지만, 이를 통해 체온 변화의 이상 감지가 가능하다는 결론 도출
- 발열이 있는 질병의 감지가 가능하며, 호흡기 질병 발생의 근거로도 활용 가능성을 확인하였음
- 질병 감지 시간은 발현 시점 기준 3시간 이내이며, 24시간 이상 소요되는 현재의 질병 감지 소요 시간에 비해 의미 있는 시간 단축이 가능
- 닭의 심부 온도 측정을 통한 질병 감지도 개별 온도가 아닌 개체 군의 평균 온도로 결론 낸다는 점에서 열화상 데이터의 처리 방식과 거의 동일
- 실험 결과 또한 열화상 데이터의 감지 시점과 심부 온도 측정에 의한 결과 측정 시점의 차이가 거의 없었으며, 이는 열화상 데이터와 심부 온도의 변화 추이가 유사함을 확인
- 결론적으로 사운드와 열화상 데이터를 통한 질병 감지는 사람을 통한 방법보다 최소 24시간 이상 빠르게 감지가 가능하다는 것을 확인

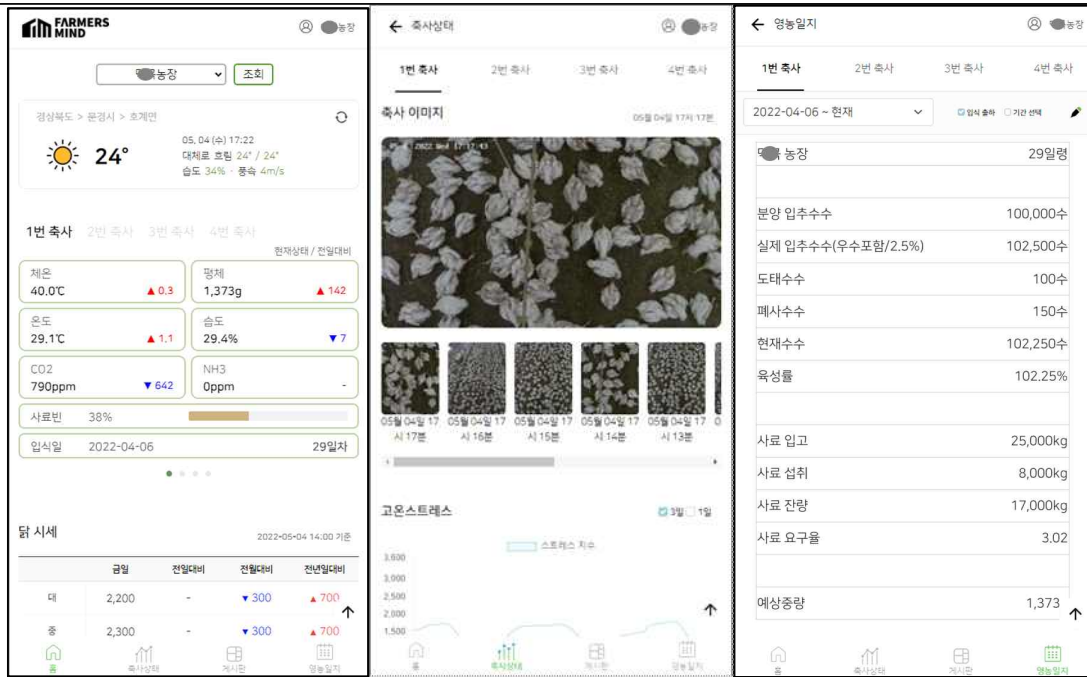
2. 스마트팜 모바일 시스템 구축

2.1 IoT 시스템에서 서버 ICT 플랫폼으로 연결되는 아키텍처 구축 및 분석 서버 개발 후 각 기관이 사용 할 수 있는 모바일 시스템으로 개발

- 농장에 설치한 모듈을 통해 수집한 데이터를 저장할 수 있는 데이터 플랫폼(Core Platform)을 개발
- 축적된 데이터는 무게 예측 및 질병 예찰 등 인공지능 알고리즘 개발 및 농장 별 분석 및 연구 목적으로 사용
- 농장주가 농장을 관리하는데 사용할 수 있도록 분석한 정보를 모바일과 웹으로 제공하고 있으며, 질병에 관련된 정보를 취합한 통합 관리 솔루션을 개발하여 연구소와 지자체에서 사용할 수 있도록 고도화 진행 중

1) 농장 관리 (농장주)

- 사육 관리 : 축사별 실시간 가축의 육성 정보 및 질병 정보를 기반으로 농장주가 농장의 현재 상황을 요약하여 파악할 수 있는 편의성을 제공
- 환경 관리 : 축사 별 내부 CCTV 영상과 축사의 환경 상태 이력을 제공하여 이상 상태의 발생 시점과 원인 파악 및 조치를 할 수 있도록 함
- 영농 일지 : 농장의 사육 상태를 종합한 정보를 자동으로 기입하여, 농장의 운영 상태 파악 및 수익성 검토와 인증 갱신의 편의성을 제공



[그림] 스마트팜 모바일 시스템 (좌 : 사육 관리, 중앙 : 환경 관리, 우 : 영농 일지)

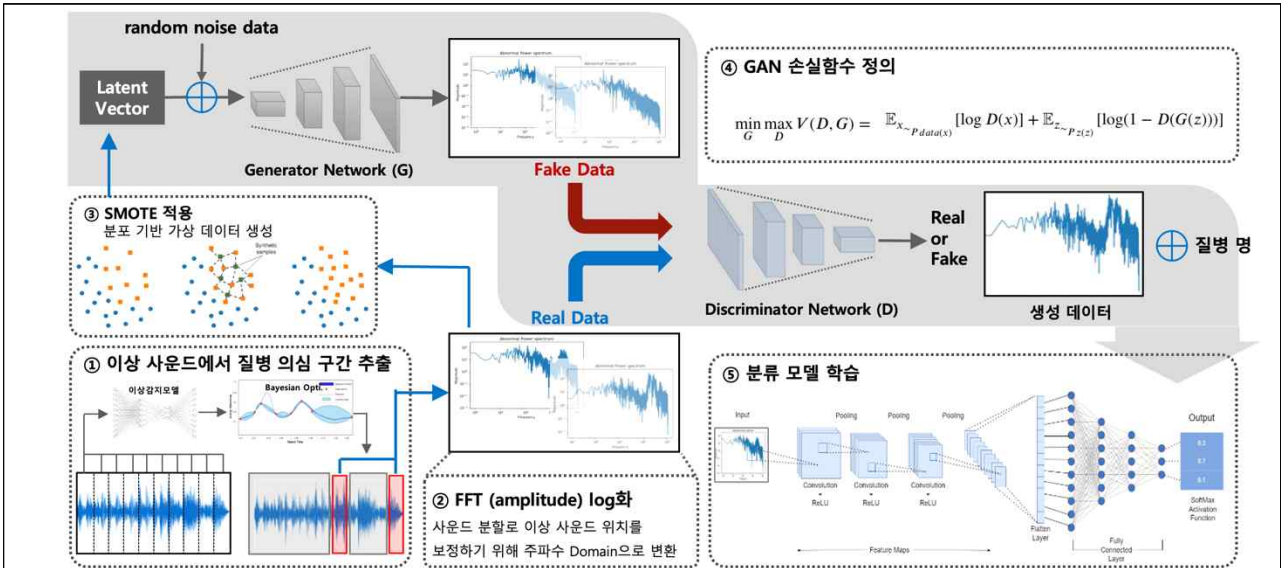
2) 질병 관리 (연구소, 지자체)

- 농장별 도/폐사 현황 : 농장 별 도/폐사 수치를 취합하여, 방역 기간에는 매일 일반 기간에는 월 1회 지자체에 정보를 업데이트하여 전달
- 농장별 분변 검사 결과 : 농장 별 분변 검사를 실시한 사진(검사 실행 과정, 검사 결과)과 검사 결과 및 검사 시점의 정보를 주 1회 업데이트하여 전달
- 농장별 질병 예찰 결과 : 질병 예찰 모델에 의해 질병 감염이 의심되는 경우 지자체에 해당 농장의 질병 감염 의심 정보를 전달
- 전국 질병 발생 현황 : 전국 농장의 질병 감염 발생 정보를 업데이트하여 전염 경로와 확산 수준을 실시간 파악할 수 있도록 함

3. 시스템 개선사항 확인 및 적용

3.1 주관기관 및 제2협동기관으로부터 추가 보완 및 개선 사항 취합 후 기술적 피벗팅 적용

- 현 질병 감지 시스템은 호흡기 질병의 소리 특징을 감지하여 인공지능 알고리즘으로 평소와 다른 소리임을 찾아내는 anomaly detection 방식이며 실제 그 효용은 본 연구과제를 수행하면서 검증하였음
- 닭의 평소 주 주파수와 함께 넓은 범위의 주파수에서 소리가 발생하나, 질병에 감염된 닭에서는 빌생기관에서 갈라짐이 발생하여 소리가 특정 주파수에서만 나타나는 무생체 소리가 발생
- 위와 같은 특징은 소음에 강건하며, 질병 발현 시 즉시 감지 가능
- 다만, 비정상 데이터의 경우 충분한 확보가 어려워, 비정상 소리를 가상으로 생성하는 기법을 개발
- 비정상 소리를 고차원의 벡터로 변환한 후 특징 부분에 대한 over-sampling을 적용하고, 이를 인공지능에 적용
- GAN (generative adversarial network) 생성자의 특징인 가상 데이터 생성 능력을 활용하여 얻고자 하는 가상 소리를 만들고 실제 질병 소리와 비교 학습하여 최종 가상 소리 데이터를 확보
- 가상 데이터를 통하여 질병 데이터 부족 문제를 해결하여 질병 감지 인공 지능 모델의 성능을 고도화하였음.
- 생성한 특정 질병 가상 데이터는 향후 여러 가지 질병 데이터 수집 후 질병 분류 모델에 활용 예정



[그림] 가상 데이터 생성 방법 및 활용 방안

- 질병 감지를 위한 모델은 모두 농장에 위치한 edge network의 gateway라는 서버에서 독립적으로 실행
- 클라우드 상의 플랫폼의 역할은 각 농장의 결과 수집 및 인공 지능 업데이트 모델 전송 등 관리적인 역할에 한정되어 질병 감지 알고리즘에 직접 관여하지 않음으로써 농장과 플랫폼 사이의 인터넷 통신이 단절되더라도 질병 감지는 여전히 수행될 수 있음
- 모든 장비는 부품 선정 및 제작을 자체 진행하여 왔으며, 지난 1여년간의 노하우를 토대로 계속 발전시켜 왔다. 작년 8월 기준, 다수 농장 설치를 위해 양산중에 있음

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

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명	연도		1단계 (2019~2021)	계	가중치 (%)	
	전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	논문	목표(단계별)	1 (비SCI)	1	-
실적(누적)			0	0		
특허출원		목표(단계별)	1	1	15%	
		실적(누적)	1	1		
학술발표		목표(단계별)	1	1	10%	
		실적(누적)	1	1		
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시 (이전)	목표(단계별)	0	0	-	
		실적(누적)	1	1		
	제품화	목표(단계별)	1	1	20%	
		실적(누적)	1	1		
	고용창출	목표(단계별)	1	1	15%	
		실적(누적)	8	8		
	정책활용	목표(단계별)	1	1	20%	
		실적(누적)	0	0		
	인력양성	목표(단계별)	1	1	15%	
		실적(누적)	1	1		
	계					

* 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, 신물질 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, 설계 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).

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

[과학적 성과]

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	대한수의학회 2021년 추계국제학술대회	김규직	2021-10-28	군산 새만금센터	대한민국

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신물질, 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	양계 데이터 처리 방법 및 장치	대한민국	파이프트리 스마트팜 주식회사	2021-12-29	10-2021-0191558						

○ 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
	√									

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	스마트팜 실시간 모니터링 제품	2022-03-31	파이프트리 스마트팜 주식회사	산란계 및 종계 농장	스마트팜 기술	1년	-	-

□ 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	전용실시	“열화상 카메라와 체온계로 측정된 닭의 체온 측정치의 상관관계 및 보정에 필요한 기술”에 관한 기술이전(Know-How)	파이프트리 스마트팜 주식회사	2022-03-30	7,000,000 원	7,000,000 원

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	yyyy년	
1	연구개발 및 플랫폼 개발	파이프트리 스마트팜 주식회사	8명		8명
합계					

□ 고용 효과

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

[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1	석사졸업	2022		1				1						

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

계획에는 없었던 기술이전 성과 1건 발생함
 연구개발단계에서 유의미한 결과가 도출되어 주관기관인 건국대학교로부터 위탁기관인 파이프트리 스마트팜 주식회사로 기술이전을 실시하였음.

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<p>[1차년도]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 실용화 가능한 조류인플루엔자 조기발견 시스템 포함 스마트팜 기술 개발 ○ 개발된 조류인플루엔자 조기발견 시스템의 국내 종계/산란계 사육 농가 설치 및 운영 ○ 조기발견 시스템 운영기간 동안 발생하는 이상 징후 원인 확인 ○ 국내 유행 조류인플루엔자 바이러스 특성 분석 	<p>[1차년도]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주관연구기관 (건국대학교 수의과대학 남상섭 교수) - 조류인플루엔자 조기발견 관련 활력징후 관찰 선행연구 결과 제공 - 산란계 및 종계 농가에 설치된 시스템으로부터 전송되는 활력징후 데이터 수집 및 분석 - 농가 내 조류인플루엔자 포함 기타 질병 항원 및 항체 모니터링 결과 분석 - 구축된 조류인플루엔자 조기발견 시스템 평가 및 보완 - 선정된 시범농가에서의 소독시설 효능 평가 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제1공동연구기관 (건국대학교 수의과대학 김우석 교수) - 스마트팜 시스템과 농가에서 측정된 출하 시 무게 값 간의 비교분석 - 스마트팜 시스템 내 행동패턴 분석 결과 토대 질병 예찰 가능성 확인 - 호흡기 질병 백신 접종 또는 질병 감염 이후의 소음도 측정 변화 분석 - 조류인플루엔자 조기발견을 위한 스마트팜 시스템 정책건의 	95%
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제2공동연구기관 (주식회사 체리부로) - 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 설치 관련 농가 협조 - 시범농가에서의 주기적인 조류인플루엔자를 포함한 질병 항원 및 항체 모니터링 실시 - 선정된 시범농가에서의 소독제 사용 이력 및 설문조사 실시 - 국내 조류인플루엔자 발생 동향 및 전파 경로 관련 문헌 조사 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위탁연구기관 (파이프트리 스마트팜 주식회사) - 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함한 스마트팜 기술 개발 - 스마트팜 모바일 시스템 구축 - 시스템 개선사항 확인 및 적용 	100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

- 논문(비SCI) 1건 목표를 달성하지 못하였음. 본 연구개발과제를 수행하며 도출된 농장에서의 방역 점검에 대한 결과를 바탕으로 현재 가금학회지에 투고 진행중에 있음.
 - 정책활용 1건을 달성하지 못하였으나 본 연구개발과제를 수행하며 애로사항이 있었던 스마트팜 기기의 성능 검증에 대한 표준화 재고를 목표로 추후에 정책 건의를 진행하고자 함
-

2) 자체 보완활동

- 가금학회지의 투고된 논문 1건 리비전 과정에 있어 성실히 수행할 예정 혹은 본 연구개발과제를 통해 도출된 실험 결과를 바탕으로 추가적인 논문 투고 방향도 검토 예정
 - 본 연구개발과제 수행 결과를 바탕으로 스마트팜 기기의 검증 표준화 재고를 위하여 정책 건의 진행 예정
-

3) 연구개발 과정의 성실성

- 1년간의 과제 수행기간 동안 스마트팜 모듈 기기의 현장 적용 뿐만 아니라 결과를 바탕으로 한 현장 전문가들과의 논의로 축주들의 애로사항들을 해결할 수 있는 현실적인 개선점들을 도출 및 구체적인 고도화 방안들을 마련 할 수 있었음.
 - 현장 적용 시의 질병 감지 어려움에 대한 부분을 실험실내 동물감염모델을 통해 보완할 수 있었으며 더불어 스마트팜 기기의 질병조기인식능력을 검증할 수 있었음.
-

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 본 연구과제를 통해 개발된 질병조기인식능력을 포함한 스마트팜 모듈 기기가 현장에 적용된다면, AI와 같은 국가 재난형 질병의 발생을 조기에 발견하여 추후 피해규모를 축소할 수 있으며, 질병 뿐만 아니라 사육 환경에 대한 실시간 점검 또한 가능케하여 축산농가의 인력 비용 절감 및 생산성 증대에 기여하여 그에 따른 사회적 경제적 이득을 최대화할 수 있을 것으로 기대됨.
- 또한, 본 과제를 통해 발굴된 개선 사항들이 적용된 스마트팜 기기를 향후 돼지농가 및 축우농가 등 타 축종에 적용하게 된다면 우리나라 축산 산업의 전반적인 경쟁력 강화 및 국내 축산 농가의 생산성 향상을 도모할 수 있을 것임.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 현장 적용 방안
 - 본 과제를 통해 개선된 스마트팜 모듈 기기의 현장 적용 확대 및 고도화 방안들을 지속적으로 마련할 계획
 - 현장 적용을 통해 수집한 데이터들을 바탕으로 인공지능의 지속적인 학습 계획. 이를 통한 인공 지능 모델 성능의 성공적인 고도화 방안 마련
- 산업화 방안
 - 한국의 지속적인 인구 감소는 피할 수 없는 사회적 흐름이며 이에 따라 농촌 인구 또한 급격히 감소함에 따라 축산 농가의 인력 절감에 대한 필요성은 지속적으로 늘어날 것으로 예상
 - 이에 검증된 스마트팜 기기의 현장 적용을 통한 사육 환경 및 질병 인지의 역할을 수행하며 인력난 해결에 도움이 될 수 있다 판단됨.
- 정책 활용 방안
 - 본 과제 수행 분야의 주무부처인 국가기술표준원 및 국립전과연구원, 농림축산검역본부 동물방역과와의 협의를 통해 이후 제시될 정책 건의의 채택이 이루어질 수 있도록 노력할 예정

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE	
	비SCIE	1
	계	
국내논문	SCIE	
	비SCIE	
	계	
특허출원	국내	1
	국외	1
	계	2
특허등록	국내	
	국외	
	계	
진료지침개발		
신의료기술개발		
성과홍보		
포상 및 수상실적		
정성적 성과 주요 내용		

< 별첨 자료 >

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

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		121010-1	
사업구분	가축질병대응기술개발사업				
연구분야	동물 질병예방		과제구분	단위	
사업명	가축질병대응기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발		과제유형	개발	
연구개발기관	건국대학교 산학협력단		연구책임자	남상섭	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021.04.01. - 2022.03.31	449,000	74,834	523,834
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계	-	449,000	74,834	523,834
참여기업	주식회사 체리부로, 파이프트리 스마트팜 주식회사				
상대국	상대국연구개발기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2022.03.31

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
건국대학교 산학협력단	교수	남 상 섭

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	
-----	--

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	121010-1		
사업구분	가축질병대응기술개발사업				
연구분야	동물 질병예방		과제구분	단위	
사업명	가축질병대응기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발		과제유형	개발	
연구개발기관	건국대학교 산학협력단		연구책임자	남상섭	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021.04.01. - 2022.03.31	449,000	74,834	523,834
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계	-	449,000	74,834	523,834
참여기업	주식회사 체리부로, 파이프트리 스마트팜 주식회사				
상대국	상대국연구개발기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

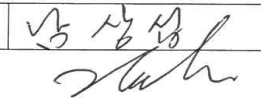
2. 평가일 : 2022.03.31

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
건국대학교 산학협력단	교수	남 상 섭

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.

확약	
----	---

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

본 과제를 통해 스마트팜 모듈 기기의 현장 적용 및 실험실내 감염모델실험을 통해 스마트팜 기기의 검증 시 필요점들을 발굴할 수 있었으며, 발굴된 개선점들을 바탕으로 스마트팜 기술의 고도화를 성공적으로 이루어 낼 수 있었음.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

본 연구과제를 통해 개선된 스마트팜 모듈 기기를 적극적으로 활용한다면, 고병원성 조류인플루엔자 바이러스와 같은 국가 재난형 질병의 발생 시 농장에서의 조기 발견 및 전파 위험을 최소화 할 수 있을 것이라 기대됨. 또한, 검증된 스마트팜 기기의 현장 적용을 통한 사육 환경 및 질병 인지의 역할을 수행하며 인력난 해결에 도움이 될 수 있다 판단됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

축산 농가의 인력 절감 필요성이 증대됨에 따라 본 과제를 통해 발굴된 스마트팜 기기를 활용한다면, 질병 뿐만 아니라 사육 환경에 대한 실시간 점검 또한 가능케하여 축산농가의 인력 비용 절감 및 생산성 증대에 기여할 수 있을 것이라 사료됨. 또한 개선 사항들이 적용된 스마트팜 기기를 향후 돼지농가 및 축우농가 등 타 축종에 적용하게 된다면 우리나라 축산 산업의 전반적인 경쟁력 강화 및 국내 축산 농가의 생산성 향상을 도모할 수 있을 것이라 기대됨.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

1년간의 과제 수행기간 동안 개발된 스마트팜 기기의 현장 적용을 통한 개선안 발굴과 더불어 실험실내 감염모델실험을 통해 다방면으로의 검증 및 고도화 작업을 진행할 수 있었음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 보통

연구개발과제의 수행기간을 고려하여 기술이전 및 제품화 성과를 우선적으로 시행하였으며, 연구개발과제의 결과물을 바탕으로 특허출원 및 논문화 등의 후속작업을 성실히 수행할 예정임.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
실용화 가능한 조류인플루엔자 조기 발견 시스템 포함 스마트팜 기술 개발	20	100%	하드웨어 시스템 및 네트워크 시스템으로 이분화하여 개발 진행 축사 환경, 사육 상태 및 질병 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있는 스마트팜 기술을 개발하였음
개발된 조류인플루엔자 조기발견 시스템의 국내 종계/산란계 사육 농가 설치 및 운영	20	100%	농장 현장 적용을 통한 스마트팜 기술의 실용화 가능성 검증 및 개선안 발굴
조기발견 시스템 운영기간 동안 발생하는 이상 징후 원인 확인	10	100%	실험실내 감염모델실험을 통한 질병감염의 조기 발견이 이루어질 수 있는 이상 징후들을 검증
국내 유행 조류인플루엔자 바이러스 특성 분석	10	100%	여러 문헌들을 조사하여 국내 발생 고병원성 조류인플루엔자들의 유전적 분석 및 전파 경로 특성 파악
합계	100점		세부 연구 목표 수행 완료

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

과제 협약시 본 과제팀이 제시하였던 연구목표를 수행기간 내에 대부분 달성하였으며 높은 수준의 연구결과를 도출할 수 있었음. 본 연구과제를 통해 조류인플루엔자 조기발견 시스템을 포함 스마트팜 기술을 개발 할 수 있었으며, 현장 적용을 통한 실용화 가능성 및 기술의 고도화를 위한 개선방안들을 도출해낼 수 있었음. 특히 질병의 조기발견 시스템의 경우, 실험실내 감염모델실험을 통한 기기의 질병조기인식능력을 검증하는 등 목표 달성에 있어 적극적으로 수행함. 본 과제를 통해 발굴된 스마트팜 기기 기술은 질병의 조기인식 뿐만 아니라 가축 사육시의 여러 애로사항들에 대해 적극 대응할 수 있을 것으로 기대함.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

과제 협약 이후 전세계적으로 COVID-19이 발생하였고 과제 종료 시점까지 지속되어 장기화된 상황. 이로 인해 일정 지연 등의 문제로 인해 일부 미달성된 목표가 존재하나 이는 과제 종료 이후에도 추적하여 달성할 계획임.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

발굴된 스마트팜 기기 기술들을 적극적으로 국내농장에 도입하게 된다면 우리나라 가금 산업의 전반적인 경쟁력 강화 및 국내 가금 농가의 생산성 향상을 도모할 수 있을 것이며, 특히 농촌 인구 인구의 감소로 인한 농장의 인력난 해소에 상당한 도움이 될 수 있을 것이라 기대함.

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	수의>수의예방>동물질병관리	
연구과제명	농장주의 효율적인 질병 인지를 위한 조기 예찰 시스템 개발				
주관연구개발기관	건국대학교 산학협력단			주관연구책임자	남상섭
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타		총연구개발비
	449,000,000	59,118,000	-		523,834,000
연구개발기간	2021. 04. 01. - 2022. 03. 31.(12개월)				
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
①실용화 가능한 조류인플루엔자 조기발견 시스템 포함 스마트팜 기술 개발	하드웨어 시스템 및 네트워크 시스템으로 이분화하여 개발 진행 축사 환경, 사육 상태 및 질병 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있는 스마트팜 기술을 개발하였음
②개발된 조류인플루엔자 조기발견 시스템의 국내 종계/산란계 사육 농가 설치 및 운영	농장 현장 적용을 통한 스마트팜 기술의 실용화 가능성 검증 및 개선안 발굴
③조기발견 시스템 운영기간 동안 발생하는 이상 징후 원인 확인	실험실내 감염모델실험을 통한 질병감염의 조기 발견이 이루어질 수 있는 이상 징후들을 검증
④국내 유행 조류인플루엔자 바이러스 특성 분석	여러 문헌들을 조사하여 국내 발생 고병원성 조류인플루엔자들의 유전적 분석 및 전파 경로 특성 파악

* 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 (타연구활용영역)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T P A T E N T	건 수	기술 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	
											S C I		비 S C I	논 문 평 관 I F					
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건		
가중치	15						20						15		15	20			
최종 목표	1						1					1	1		1	1			
당해 목표	1						1					1	1		1	1			

년도	실적	1			1	7	1		8		0	1	1	0
달성률 (%)		100			100		100		100		0	100	100	0

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	열화상 카메라와 체온계로 측정된 닭의 체온 측정치의 상관관계 및 보정에 필요한 기술
②	
③	

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		√					√			
②의 기술										
③의 기술										
·										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	개발 기술의 고도화 및 현장 적용으로부터 데이터 수집 등을 통한 피드백으로 기술의 고도화 계획. 해당 기술을 추후 축산 관련 시설에 배포 및 현장 적용 하여 시설 개선 표준화와 수준 향상을 촉진할 수 있을 것으로 기대
②의 기술	
③의 기술	

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	명	건	건	
가중치	15					20			15					15	15	20			
최종목표	1					1			1			1		1	1	1			

연구기간내 달성실적	1				1	7	1			8				0	1		1	0	
연구종료후 성과장출 계획		1												1					1

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	열화상 카메라와 체온계로 측정된 닭의 체온 측정치의 상관관계 및 보정에 필요한 기술		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	7,000천원
이전방식 ²⁾	<input checked="" type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	1년	실용화예상시기 ³⁾	2022년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원 전문기관)에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.