

RS-202
3-00230
972

액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발

2024

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
농업분야창의도전형융복합모델개발사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004519-01

액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발

2024.01.30.

주관연구기관 / 주식회사 제네시스에고
공동연구기관 / 네오딘바이오벳

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

최종보고서

보안등급

일반(), 보안()

중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업명		농업분야창의융합사업(농업분야혁신사업)			
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)	시장창출형					
공고번호	농림축산식품부 공고 제 2023-22호(2023.1.12.) 및 제 2023-70호(2023.2.17.)			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	-					
				연구개발과제번호	RS-2023-00230972					
기술분류	국가과학기술 표준분류	LA0706	50	LB0603	30	LC0215	20			
	농림식품과학기술분류	CA0302	50	RB0102	30	RB0201	20			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발								
	영문	Development of canine cancer prediction system using liquid biopsy								
연구개발과제명	국문	액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발								
	영문	Development of canine cancer prediction system using liquid biopsy								
주관연구개발기관	기관명	주식회사 제네시스에고		사업자등록번호	694-87-02594					
	주소	서울 금천구 가산동로 1200호		법인등록번호	110111-8277299					
연구책임자	성명		권창혁		직위		대표이사			
	연락처	직장전화		휴대전화		[Redacted]				
		전자우편		국가연구자번호		[Redacted]				
연구개발기간	전체		2023. 04. 01 - 2023. 09. 30(0년 6개월)							
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2023. 04. 01 - 2023. 09. 30(0년 6개월)							
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()				합계		연구 발외 지원금	
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계		
총계	50,000	1,250	11,250			51,250	11,250	62,500		
1단계	1년차	50,000	1,250	11,250			51,250	11,250	62,500	
	n년차									
n단계	1년차									
	n년차									
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고				
	역할	기관유형								
공동연구개발기관	네오딘바이오 넷	조유진	실장			공동	중소기업			
위탁연구개발기관										
연구개발기관 외 기관										
연구개발담당자 실무담당자	성명		고우현		직위		선임연구원			
	연락처	직장전화		휴대전화		[Redacted]				
전자우편		국가연구자번호		[Redacted]						

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

2023년 9월 27일

연구책임자: 권 창 혁 (인)

주관연구개발기관의 장: 권창혁 (직인)
공동연구개발기관의 장: 안덕준 (직인)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발”(개발기간 : 2023.04.01 ~ 2023.09.30)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024. 01. 30.

주관연구기관명 :주식회사 제네시스에고 (대표자) 권창혁 (인)
공동연구기관명 :네오딘바이오벳 (대표자) 인덕준 (인)



주관연구책임자 : 권창혁
공동연구책임자 : 조유진

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

사업명	농업분야창의도전형융복합모델개발 사업	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)					
내역사업명 (해당 시 작성)	시장창출형	연구개발과제번호	RS-2023-00230972				
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LA0706	50	LB0603	30	LC0215	20
	농림식품 과학기술분류	CA0302	50	RB0102	30	RB0201	20
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발						
연구개발과제명	액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발						
전체 연구개발기간	2023. 04. 01 - 2023. 09. 30(0년 6개월)						
총 연구개발비	총 62,500천원 (정부지원연구개발비: 50,000천원, 기관부담연구개발비: 2,500천원, 지방자치단체지원연구개발비: 천원, 그 외 지원연구개발비: 천원)						
연구개발단계	기초[] 응용[<input checked="" type="checkbox"/>] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 작성)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<p>사람의 암 진단에 활용되고 있는 액체 생검 기법을 반려견에 적용하여, 반려견의 암 조기 스크리닝 기술을 개발하고 산업화한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유방암, 혈액암, 피부암 등 반려견의 주요 암에 대한 혈액 샘플을 수집 - 데이터 분석 시 사용할 시퀀싱 최소 용량(Depth)을 정의하고, 자동화된 전처리 프로그램을 완성 - 다양한 딥러닝 모델과 인자를 적용하여 민감도가 높은 암 스크리닝 플랫폼 완성 - 데이터 분석 파일부터 결과 보고서 파일까지 자동 생성되는 One-Stop 플랫폼 구성 - 딥러닝 기반의 세계 최초 반려견 분석 특허 기술 확보 					
	전체 내용	<p>(1)개념연구(기획)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 샘플을 수집할 거점 병원 선정 및 샘플 처리를 위한 직원 교육 실시 ○ 참여 동물의 정보 수집을 위한 맞춤 설문지 제작, 샘플 및 결과 공유 방법 결정 ○ cfDNA 추출 실험 프로토콜 테스트 및 NGS 실험 방법 세팅 ○ 테스트 샘플을 이용하여 반려견의 시퀀싱을 수행할 최소 데이터 용량을 정의 ○ 다양한 CNN 기반의 딥러닝 모델들의 세팅 및 테스트 수행 ○ 암 관련 중요 인자 추출을 위한 Feature selection, importance 및 					

	샘플 정규화 방법의 결정	
	<p>(2)선행연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 500개(정상 100, 암 400개) 이상 개체의 혈액 및 조직 샘플을 확보 ○ 수집된 샘플의 cfDNA 추출 및 NGS 시퀀싱 실시 ○ 생산된 NGS 데이터에서 암 인자를 자동으로 추출하는 프로그램 개발 ○ Fragment size, CNV, Mitochondria 등의 인자를 이용한 다양한 CNN 기반의 딥러닝 모델 테스트 ○ 암 관련 중요 인자 추출을 위한 새로운 방법의 적용 <p>(3)심화연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유방암, 혈액암, 피부암을 포함하는 1500개(정상 100, 암 1400개) 이상의 샘플 확보 ○ 선행연구의 단점을 보완하기 위해 다양한 cfDNA 추출 방법 및 NGS 실험 프로토콜 테스트 ○ 수집한 샘플의 cfDNA 추출 및 NGS 시퀀싱 완료 ○ 실제 데이터를 적용한 다양한 CNN 기반의 딥러닝 모델의 적용 및 Sensitivity 정의 ○ 선행연구의 단점을 보완하기 위해 암 관련 중요인자 추출을 위한 다양한 방법의 적용 ○ Graph-embedded GANs(Generative Adversarial Networks) 모델을 적용한 암 관련 인자의 추출 및 적용 ○ Fastq 파일에서 레포트까지 자동 생성되는 One-Stop 플랫폼의 개발 ○ 수술 이후 cfDNA의 변화과정에 대한 모니터링 확인 ○ 딥러닝 기반의 세계 최초 반려견 분석 특허 기술 확보 	
	1단계 (해당 시 작성)	<p>목표</p> <hr/> <p>내용</p>
	n단계 (해당 시 작성)	<p>목표</p> <hr/> <p>내용</p>

연구개발성과	정성적 평가
--------	---------------

추진 목표	달성 내용	달성도 (%)
○ 동물병원 선정 및 교육 실시	○ 동물병원 28곳을 선정과 교육, 협약서 4군데 교환 및 실제 7곳의 동물병원을 선정, 34 개 샘플 수령 및 NGS 실험까지 전체 과정을 수행함	○ 200
○ 견주/병원 설문지 제작	○ 제작한 설문지를 7곳의 동물병원 배포	○ 100
○ 병리조직 염색 및 판별	○ 34 개 샘플 수령과 조직검사 이후에 결과지 수령	○ 200
○ cfDNA 추출 및 NGS 실험 세팅	○ 34개의 샘플의 cfDNA 추출, NGS 세팅 및 실험까지 수행하고 분석까지 완료함	○ 200
○ 최적 Depth 테스트	○ 2X에서도 가능하기 때문에 원가를 더 많이 낮출 수 있음	○ 200
○ CNN 기반 모델 세팅 및 테스트	○ 모든 모델을 세팅하고 테스트 완료함	○ 100

정량적 평가

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2023.4~2023.9)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표	특허	목표(단계별)	특허 0건	0건	
		실적(누적)	특허 2건	2건	200%
연구개발과제 특성 반영 지표	투자유치	목표(단계별)	0	0	
		실적(누적)	145,000	145,000	200%
	매출액	목표(단계별)	0	0	
		실적(누적)	55,000	55,000	200%
	수출액	목표(단계별)	0	0	
		실적(누적)	10,000	10,000	200%
	홍보	목표(단계별)	0	0	
		실적(누적)	2	2	200%
계					

**연구개발성과
활용계획 및
기대 효과**

- 합리적인 비용으로 상업화 가능
 - Low-depth 기반의 WGS 기술을 이용하면 2X 이하의 데이터로 조기 진단이 가능하기 때문에 비침습산전진단과 비슷한 원가 20만원의 가격에 암을 조기에 발견 가능하고 상업적인 서비스뿐만 아니라 전 세계의 사업도 가능함.
 - 매년 4조 이상의 새로운 암 진단 시장을 개척하고, 본 기술의 해외 수출뿐 아니라 국제 협력을 통한 반려견 유전자 진단 기술을 선도할 수 있음.
- 반려견 연구 최초 다량의 액체생검 논문 및 특허 확보 가능
 - 반려견의 암 예측 시스템 개발로 실험 및 분석에서 다량의 논문과 특허 확보 가능
 - 반려견의 암진단 기술로 비싼 경주용 말, 종돈, 한우의 암 진단 기술로 활용 가능
 - 아직 연구되지 않은 cfRNA 연구로 확장하여 cfDNA와 cfRNA의 종합적인 연구로 활용 가능
- 액체생검 기술로 암의 학문적 이해와 암 정복에 도전도 가능
 - 조기에 암을 진단하여 예방을 하면 암 걸리는 반려견을 급격히 줄 뿐만 아니라 전체 암을 타겟팅 함으로서 암 정복(Cancer-free)도 가능할 것으로 예상함
 - ctDNA의 뉴클레오솜과의 관련성 연구와 전체 병기 단계를 관찰함으로 새로운 암 매커니즘을 밝힐 수도 있을 것으로 예상
- 암 조기 진단으로 암 사망률을 줄이고 생존을 향상
 - 45% 이상의 반려견이 암에 걸려서 1000만원 이상의 수술비가 들어가고 있는데 조기

에 진단함으로써 의료비를 급격히 줄일 수 있을 뿐만 아니라 가족인 반려견의 수명을 늘릴 수 있음

- 반려견의 암을 조기에 발견시 사망률을 줄이고 생존율을 늘림으로서 고령화로 인한 진단 시장과 치료제 시장을 키우는 역할을 할 수 있음

○ 진단 기술의 확보로 사람의 암 조기 진단도 가능

- 반려견의 1년은 사람의 5년이기 때문에 2년의 관찰만 하면 암의 진행 단계 전체를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 사람의 조기암 시장인 23조 규모(BCC research)에도 도전해 볼 수 있음

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										
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)	딥러닝		반려동물		액체생검		조기암		무세포 DNA			
영문핵심어 (5개 이내)	Deep learning		Pet		Liquid biopsy		Early cancer		cell-free DNA			

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	7
제 2 장 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	13
제 1 절 연구개발과제의 최종 목표	13
제 2 절 연구개발과제의 단계별 내용	13
제 3 장 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	15
제 1 절 연구수행 결과	15
제 2 절 목표 달성 수준	29
제 4 장 목표 미달 시 원인분석	30
제 5 장 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	31
제 6 장 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	32

제 1 장 연구개발과제의 개요

1) 반려동물 인구의 증가와 노령화



[그림] 반려동물 산업 증가 및 반려동물 인구 증가 현황표

※ 출처 : 농촌경제연구원 홈페이지

가. 반려동물 인구 증가

○ 고령화와 독신가구 증가에 따른 경제성장 등에 의해 국내뿐만 아니라, 미국, 유럽, 일본 등에서도 반려동물 수가 급격하게 증가하고 있음. 국민 1인당 GDP 수준이 1만 달러에 도달한 경우 반려동물 문화가 시작되고, 2만 달러의 경우 더욱 발전하며, 3만 달러인 경우 인격화 단계에 다다르게 되는 것으로 알려져 있음.

○ 따라서 최근 반려동물 수의 증가와 함께 반려동물 보호자의 의료분야에 대한 품질 요구수준이 높아지고 있는 추세임.

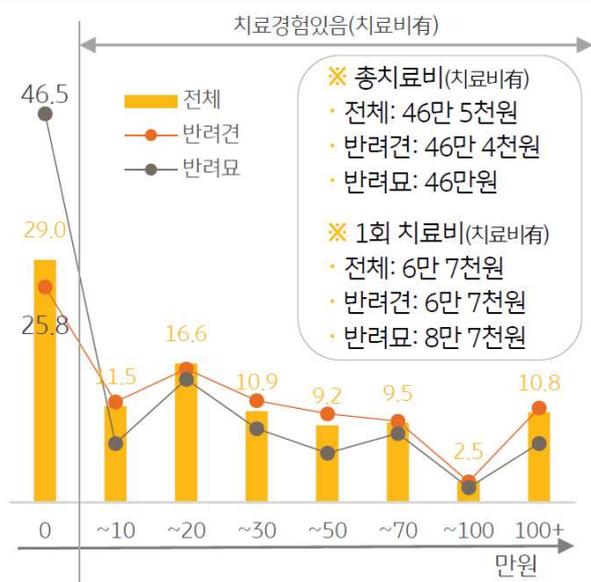
나. 반려동물 노령화 및 치료비 증가

○ 2021년 한국 반려동물보고서에 따르면, 반려견의 나이가 증가함에 따라 치료비 지출도 증가하는 추세를 보이는데 특히 그림 III-23 에서 보이는 것처럼 6~7세를 기점으로 치료비 지출금액이 상승하는 것을 알 수 있음. 이는 반려견의 경우 7세 이상 시 노령화가 시작되는 것으로 판단하는 수의학적 관점과도 일치하는 결과임.

○ 반려동물 보호자의 의료분야에 대한 품질 요구수준이 높아지고 좀 더 건강하고 오랫동안 가족과 같은 반려동물과 지내고자 하는 요구가 생겨나면서 정기적인 검진을 통해 반려동물 질병의 예

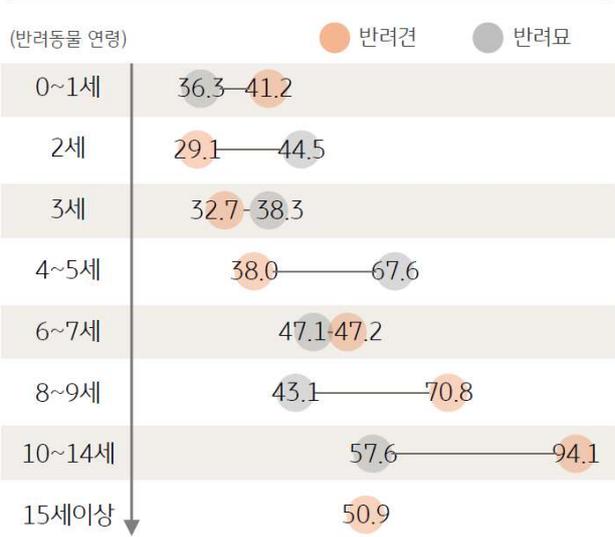
방 및 조기 진단의 필요성이 대두되고 있음. 그림 III-23에서 보는 것처럼 반려견의 전 연령에서 정기건강검진에 사용하는 치료비가 피부 질환 치료에 이어 두 번째로 많은 것을 알 수 있음.

그림III-22 | 지난 2년간 반려동물 총치료비 (단위:%)



주) 전체 n=1000, 반려견 n=690, 반려묘 n=170

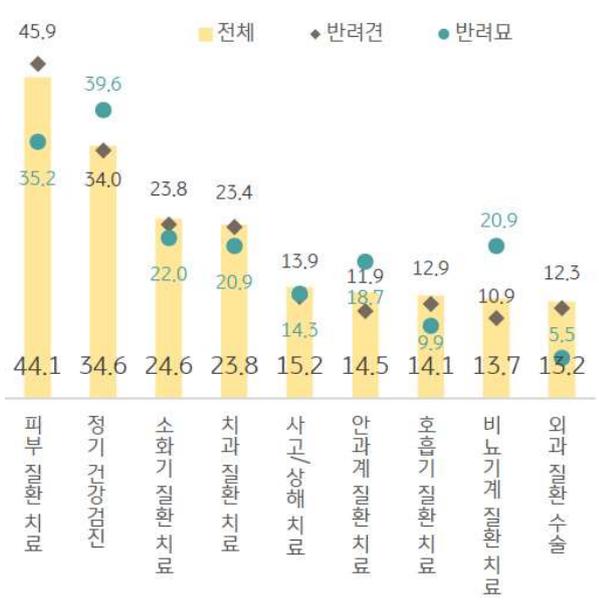
그림III-23 | 반려견/반려묘 연령별 총치료비 (단위:만원)



주1) 치료비가 있는 경우만반려견 n=619, 반려묘 n=198

주2) 반려묘의 경우 15세이상인 경우가 n=3으로 상기 분포에서 제외

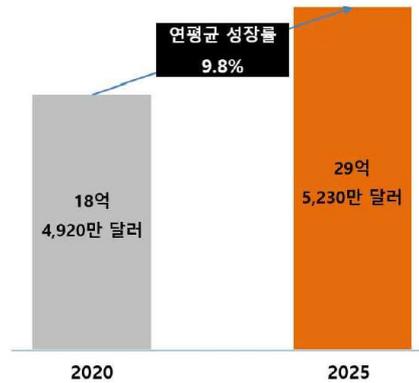
그림III-24 | 지난 2년간 반려동물의 치료비 지출 이유 (복수응답, 단위:%)



주) 치료비가 있는 경우만 전체 n=710, 반려견 n=619, 반려묘 n=198

치료 이유	반려견			반려묘		
	1~3세 (269)	4~7세 (203)	8세이상 (147)	1~3세 (115)	4~7세 (52)	8세이상 (31)
피부 질환 치료	42.0	45.8	51.0	38.3	46.2	32.3
정기 건강검진	37.5	30.0	32.7	33.0	48.1	29.0
소화기 질환 치료	29.7	26.1	15.0	25.2	26.9	32.3
치과 질환 치료	25.7	23.2	23.1	25.2	30.8	12.9
사고/상해 치료	15.2	19.2	10.2	20.0	21.2	9.7
안과계 질환 치료	14.5	9.9	18.4	22.6	25.0	9.7
호흡기 질환 치료	14.1	16.3	13.6	17.4	19.2	12.9
비뇨기계 질환 치료	11.9	12.8	13.6	17.4	23.1	29.0
외과 질환 수술	11.5	13.3	21.1	19.1	17.3	-

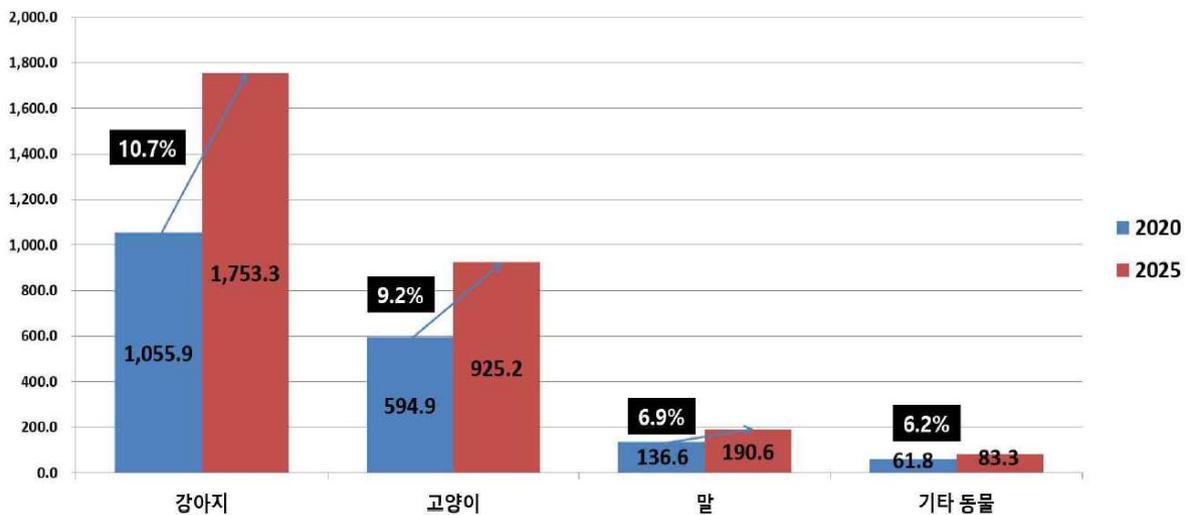
2) 반려동물 진단 시장의 확장



※ 출처 : MarketsandMarkets, Companion Animal Diagnostics Market, 2020

가. 글로벌 반려동물 진단 시장 규모 및 전망

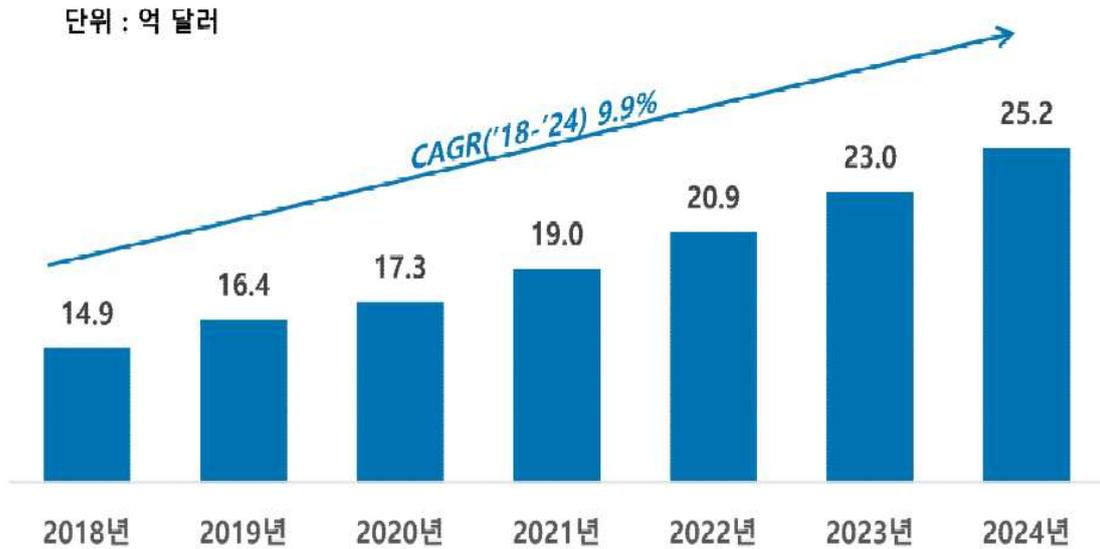
○ 2021년 연구개발특구진흥재단에 따르면 전 세계 반려동물 진단 시장은 2020년 18억 4,920만 달러에서 연평균 성장률 9.8%로 증가하여, 2025년에는 29억 5,230만 달러에 이를 것으로 전망됨. 더불어 전 세계 반려동물 진단 시장은 동물 종류에 따라 강아지, 고양이, 말, 기타 동물로 분류되는데 강아지는 2020년 10억 5,590만 달러에서 연평균 성장률 10.7%로 증가하여, 2025년에는 17억 5,330만 달러에 이를 것으로 전망됨.



※ 출처 : MarketsandMarkets, Companion Animal Diagnostics Market, 2020

○ 동물 진단 시장은 농업 생산량 증가, 애완동물을 위한 지출 증가 등으로 향후 5년간 시장 규모가 빠르게 확대되고, 다양한 분야에서 기업들이 참여할 것으로 예측됨. 더불어 선진국의 고령사회 도래, 웰빙에 대한 사회적 분위기 확산, 중국, 인도 등 후발 공업국의 성장에 따른 동물 의로서비스의 수요 증가로 인해 동물 관련 산업의 성장은 계속해서 증대될 것으로 전망됨.

나. 국내 동향

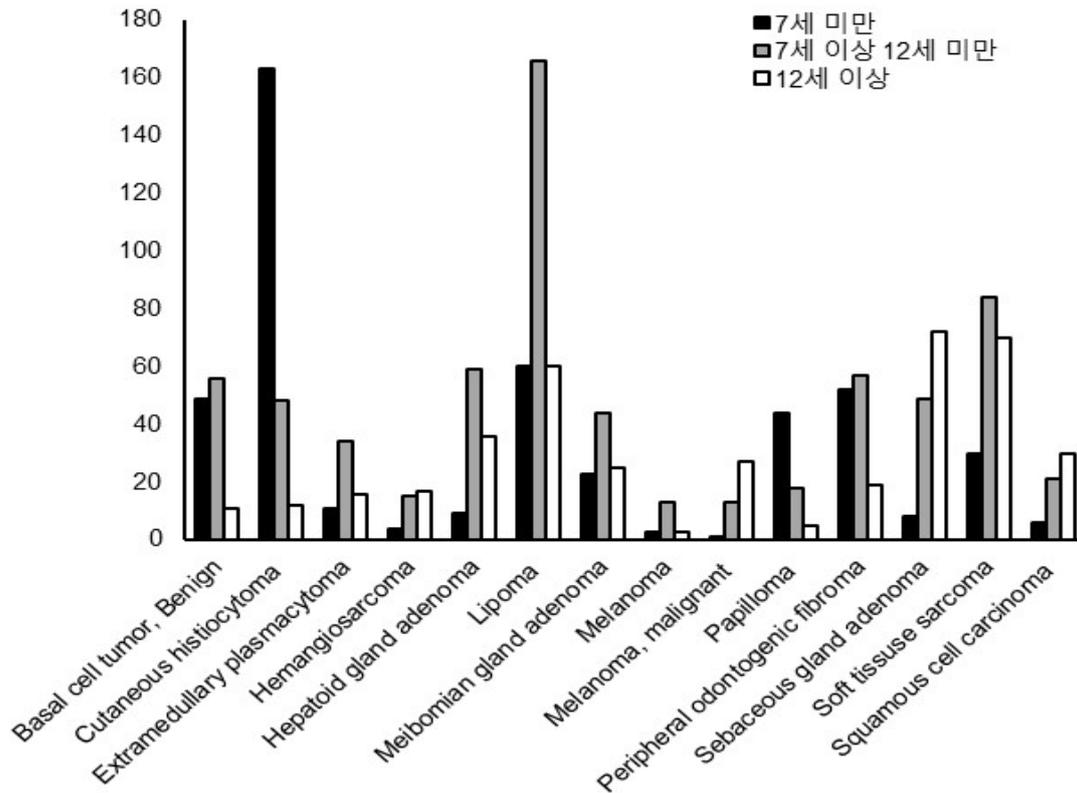


※ 출처 : Pet care in the US, Euromonitor International, 2020

- 국내의 경우 반려동물 관련 시장은 2018년 2조 8,900억 원에서 2020년에는 연간 5조 8000억 원대로 성장하였으며 2021년에는 무려 6조 원의 규모를 넘어설 것으로 전망하였음.
- 한국동물약품협회에 따르면 최근 6년 동안(2021년 기준) 국내 동물용 의약품 수출은 2014년 68억 원에서 2019년 476억 원으로 꾸준히 성장하였으며 국내 펫케어 시장은 2018년 14.9억 달러에서 연평균 9.9%로 성장하여 2024년에는 25.2억 달러에 이를 것으로 전망됨.

3) 반려동물 암 진단 기술 개발의 필요성

가. 반려동물 고령화와 암



○ 2020년 네오딘바이오벳에서 발표한 조직검사 분석 자료(2019년 내역)에 따르면 조직검사로 의뢰된 총 7019건의 샘플 중 종양으로 진단된 것은 총 4557건이며 연령별 암으로 진단된 건수는 7세 미만에서 844건, 7세 이상 12세 미만에서 2319건, 12세 이상에서 1162건이다. 노령화가 시작되는 7세를 기준으로 종양 진단 건수가 상승하는 것을 알 수 있음.

○ 더불어 생존율이 양성 종양보다 낮은 악성 종양인 연부조직육종(sarcoma), 선암종(carcinoma) 등의 진단명이 나이가 증가할수록 건수가 상승하는 것을 볼 수 있음.

나. 부족한 암 진단 기술 시장

○ 현재 반려동물에서의 암 진단은 영상 검사 및 세포조직검사를 통해 진단을 내리고 그 조직을 검사하여 최종 진단명을 내리는 데 진단을 위해 가장 정확한 방법은 수술을 하여 제거한 종괴를 직접 검사하여 진행하고 있음. 이 방법은 정확하지만 환자에게 침습적이고 비용 또한 많이 드는 방법이기 때문에 비침습적이고 저렴하게 조기에 암을 진단할 방법이 부족한 것이 현실임.

○ 우리나라에서 반려동물에게 적용하고 있는 대표적인 스크리닝용 암 표지자로는 바이에틱 사 에니스캔의 마커(cyclic AMP (cAMP) dependent protein kinase (PKA))와 VDI laboratory

(국내 네오딘바이오벳) 사의 cancer panel 마커(Tymidine Kinase 1)가 있음. 그러나 이 마커들은 정상세포에서도 존재하는 것으로 종양 특이 마커라고 할 수는 없으며 이로 인해 검사를 활용하는 동물병원에서도 검사 결과와 실제 진단 간의 차이로 어려움을 겪고 있음.

○ 세포 및 조직 외에 진단에 활용할 수 있는 검체는 혈액이 가장 손쉽게 얻을 수 있는 것인데, 사람의 경우 이 혈액에서 다양한 종양마커들을 확인함으로써 종양의 존재를 스크리닝하거나 진단을 보조하는데 사용하고 있음. 반려동물의 암 진단에 대한 요구가 증대됨에 따라 사람에서 개발되어 있는 마커 및 진단 방법을 동물에게로 확장하여 적용하고자 하는 노력이 필요한 상황임.

○ 액체생검 기술이란 혈장 내 cfDNA 등 세포 유래 물질에서 나온 Big Data를 AI로 분석하는 혈액검사로 질병을 예측, 진단하고, 치료를 위한 중요 정보를 찾는 최첨단 바이오기술로 다양한 암의 발병을 정확하게 검진 할 수 있음. 액체생검 기술은 암의 조기진단, 동반진단, 재발검사, 항암 치료 모니터링 등 암의 전주기에 걸쳐 사용이 가능하여 암의 치료 성적을 높이고 암 사망률을 획기적으로 줄일 수 있는 기술로, 민감도가 높아 정확한 암의 조기진단과 빠른 재발암 진단이 가능함.

제 2 장 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

제 1 절 연구개발과제의 최종 목표

사람의 암 진단에 활용되고 있는 액체 생검 기법을 반려견에게 적용하여, 반려견의 암 조기 스크리닝 기술을 개발하고 산업화 한다.

- 유방암, 혈액암, 피부암 등 반려견의 주요 암에 대해서 조직 및 혈액샘플 2000개를 수집하고 세부 암종을 정의
- 데이터화할 시퀀싱 최소 용량(Depth)을 정의하고, 자동화된 전처리 프로그램을 완성
- 다양한 딥러닝 모델과 다양한 인자를 추출하여 88%의 민감도의 플랫폼을 완성
- Fastq 파일에서 레포트까지 자동 생성되는 One-Stop 플랫폼을 완성하여 산업화함
- 딥러닝 기반의 세계 최초 반려견 분석 특허 기술 확보

제 2 절 연구개발과제의 단계별 내용

(1) 개념연구(기획)

- 샘플을 수집할 거점 병원 선정 및 샘플 처리를 위한 직원 교육 실시(초기 3번 이상, 3달 동안 재교육 수행함)
- 참여 동물의 정보 수집을 위한 맞춤 설문지 제작, 샘플 및 결과 공유 방법 결정
- 최소 8명 이상의 중대형 동물병원, 암 전문 병원, 대학병원을 지속적으로 추가
- cfDNA 추출 실험 프로토콜 테스트 및 NGS 실험 방법 세팅
- 테스트 샘플을 이용하여 반려견의 시퀀싱을 수행할 최소 데이터 용량을 정의
- 다양한 CNN 기반의 딥러닝 모델들의 세팅 및 테스트 수행
- 암 관련 중요 인자 추출을 위한 Feature selection, importance 및 샘플 정규화 방법의 결정

(2) 선행연구

- 500개(정상 100, 암 400개) 이상의 샘플 확보
- 샘플 수집시 질적인 차이를 정형화 하기 위한 미니 센트리퓨즈의 도입 및 테스트
- 병리 조직 염색, 정밀 판독 및 암의 병기 분류, 모호한 결과를 다른 회사에 재판독 요청
- 다양한 cfDNA 추출 방법 및 NGS 실험 프로토콜 테스트

- 100개의 정상, 400개 암 샘플의 cfDNA 추출 및 NGS 시퀀싱 완료
- 데이터 생산에서 암 인자 추출 과정의 자동화된 프로그램을 개발
- 실제 데이터를 적용한 다양한 CNN 기반의 딥러닝 모델 테스트
- 암 관련 중요 인자 추출을 위한 다양한 방법의 적용
- 반려견 특허의 개별국(미국, 중국, 일본, 유럽) 제출

(3) 심화연구

- 1500개(정상 100, 암 1400개) 이상의 샘플 확보
- 병리 조직 염색, FFPE 제작 및 정밀 판독
- 다양한 cfDNA 추출 방법 및 NGS 실험 프로토콜 테스트
- 100개의 정상, 1400개 암 샘플의 cfDNA 추출 및 NGS 시퀀싱 완료
- 실제 데이터를 적용한 다양한 CNN 기반의 딥러닝 모델의 적용 및 1,2기 및 3,4기의 Sensitivity 정의
- 암 관련 중요 인자 추출을 위한 새로운 방법의 적용
- Graph-embedded GANs(Generative Adversarial Networks) 모델을 적용한 암 관련 인자의 추출 및 적용
- Fastq 파일에서 레포트까지 자동 생성되는 One-Stop 플랫폼의 개발
- 수술 이후 cfDNA의 변화과정에 대한 모니터링 확인
- 딥러닝 기반의 세계 최초 반려견 분석 특허 기술 확보(PCT제출)

제 3 장 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

제 1 절 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

개념연구 (1차 년도)							
수행 내용	수행 일정						결과물
	4	5	6	7	8	9	
동물병원 선정 및 교육 실시 (네오딘바이오벳)							<ul style="list-style-type: none"> - 각 동물병원별 cfDNA 전용 튜브의 샘플 채취와 보관 및 배송 방법 결정 ==> 34개 샘플 확보 - 의사 또는 석/박사를 포함한 최소 8명 이상의 중대형 동물병원, 암 전문 병원, 대학병원을 지속적으로 추가하고, FNA 샘플은 제외하여 정밀한 조직 결과만을 선정함 ==> 7개 병원 선정하고 실제 샘플을 수령하고 QC체크 수행 [그림1] - 각 동물병원별 혈액 채취와 보관 방법을 초기에 3번 이상 교육 실시, 매 분기마다 혈액 채취, 튜브 흔드는 방법, 보관 방법에 관한 교육 실시 [그림2]
견주/병원 설문지 제작 (네오딘바이오벳)							<ul style="list-style-type: none"> - 반려견의 기본 정보 확보에 대한 설문지, 건강검진 데이터 정보 획득 및 연구동의에 대한 설문지 입력 방법에 대한 기획 [그림3]
병리조직 염색 및 판별 (네오딘바이오벳)							<ul style="list-style-type: none"> - 병리조직 판별 결과지 ==> 34개 모두 결과지 확보 [그림4]

<p>cfDNA 추출 및 NGS 실험 세팅 (제네시스에고)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Magnetic bead 방식의 cfDNA 추출 방식과 필터 방식의 추출 방법 등의 다양한 방법 테스트 ==> <u>Cancer 샘플에서 짧은 Fragment size를 확인할 있었고, 짧은 영역을 캡처함 [그림 5]</u> - Pippin 장비를 이용한 short reads 추출을 위한 size selection 방법 테스트 - 일반적인 추출 방법과 155bp이하의 다량 추출 방법의 차이에 따른 NGS 결과 차이 확인 [그림6]
<p>최적 Depth 테스트 (제네시스에고)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 CNV(Copy Number Variation) 틀 세팅 및 Fragment size 추출 프로그램 개발 [그림7] - Depth에 따른 CNV, Fragment size, Mitochondria depth 등의 암 관련 인자 추출 및 결과 영향 테스트 - NGS 데이터의 0.5X~2X까지의 depth 차이에 따른 결과 정의 및 최소 용량 결정 ==> 0.1X에서는 퍼짐이 심하고 결과가 달라지지만, <u>1X이상에서는 2X와 동일한 패턴을 확인함</u> [그림7]

<p>CNN 기반 모델 세팅 및 테스트 (제네시스에고)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inception V3, V4, ResNet-152, EfficientNet0~7 모델 등의 최소 7개 이상 모델의 세팅 [그림8] - 추출된 암 관련 인자를 적용한 스크리닝 테스트 및 자동화 프로그램 구현 [Table1] - 암과 정상의 cell-free DNA 차이 확인을 위한 인공지능 (Feature selection, importance) 방법 최소 4개 이상 테스트 [그림9] - 암 샘플 개수 차이에 의한 결과 차이를 보완하는 다양한 샘플 정규화 방법 테스트
--	--

	샘플 수거 방법	담당수의사	전화번호/이메일	구두 승인	유선교육	서면교육	cfDNA tube 발송	협약서
대전	영업사원			X	영업사원	230628	-	-
대전	영업사원			X	230704	230628	-	-
대전	영업사원			O	230727	230728	230731	
청주	영업사원			O	230626	230626	230629	X
청주	영업사원			O	230626	230626	230629	O
창원	택배			O	230626	230629	230629	O
수원	영업사원			O	230629	230629	230629	O
인천	영업사원			X	230629	230629	-	-
청담	영업사원			X	230630	230630	-	-
강서	영업사원			X	230630	230630	-	-
강서	영업사원			X	230630	230630	-	-
강북	영업사원			X	230630	230630	-	-
서대	영업사원			X	230630	230630	-	-
부산	영업사원			O	230630	230630	230720	
안산	영업사원			X	230704	230704	-	-
춘남	택배			X	230704	230704	-	-
강원	택배			X	230704	230704	-	-
부산	영업사원			X	230711	230711	-	-
부산	영업사원			O	230711	230711	230713	
부산	영업사원			X	230711	230711	-	-
춘남	택배			X	230711	X	-	-
경남	택배			O	230711	230711	230720	
시흥	영업사원			X	230719	230719	-	-
의정부	영업사원			X	230719	230719	-	-
양산	택배			X	230721	230721	-	-
고양	영업사원			O	230727	230727	230727	O
구리	영업사원			O	230727	230727	230727	
부평	영업사원			O	230803	230803	230803	

병원	샘플 수
대전	8
청주 병원	3
청주 병원	6
창원 병원	2
수원 병원	7
고양	4
24시	4
총샘플	34

[그림1] 초기 홍보 시 총 28 병원이 샘플 교육을 받을 의사를 밝혔고 방문 또는 유선 교육 후 실제 참여하겠다고 한 병원은 11군데, 교육 후 협약서 발송 또는 직접 의뢰한 병원은 총 7곳임. 영업사원이 관리하는 병원은 지속적인 방문으로 샘플 의뢰의 피드백(샘플교육 및 애로사항 경청)과 참여 독려를 수행. 택배 거래 병원의 경우 주 1회 정기 연락으로 참여 상황과 애로사항 경청 및 처리.



1. 혈액 채취용 튜브 : Roche cell free DNA Collection tube
2. 혈액 용량 : 최소 2ml ~ 권장 4ml 이상
3. 혈액 채취 방법
 - ① 실린지로 2ml 이상의 혈액을 천천히 채혈 합니다.
 - ② cell free DNA Collection tube에 채혈된 혈액을 천천히 주입합니다.
 - * 보틀에 혈액 주입 시 유의사항
 - 보틀의 뚜껑을 열지 않습니다.
 - 뚜껑의 고무 패킹에 니들을 꽂고, 보틀 벽면에 니들 끝을 향하게 한 다음 진공에 의해 혈액이 천천히 흘러나오도록 합니다.
 - ③ 혈액이 주입된 보틀을 10회 이상 천천히 흔들어 보존액과 혈액이 혼합되도록 합니다.
 - ④ 채혈이 완료된 보틀은 상온에서 보관합니다.
4. 혈액 채취 시 주의사항 (흔들 방지)

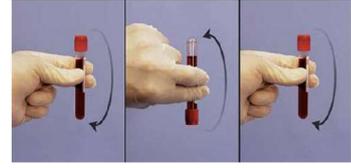
연구에 필요한 시료는 혈장이므로 응혈 되지 않도록 채혈하여야 합니다.

 - ① 너무 얇은 니들을 사용하지 않습니다.
 - ② 채혈 시 너무 강한 힘으로 피스톤을 잡아당기지 않습니다.
 - ③ 보틀에 혈액을 주입 할 때는 뚜껑을 열지 말고 고무 패킹에 니들을 꽂아줍니다.
 - ④ 보틀에 혈액을 주입 할 때에는 피스톤을 힘으로 누르지 말고 진공에 의해 천천히 혈액이 흘러나오도록 합니다.
 - ⑤ 채혈이 완료된 보틀은 상온에서 보관합니다.

cell free DNA collection tube
채혈 및 보관 시 주의사항



- ① 니들을 채혈관 뚜껑의 고무패킹에 찌르고 니들 끝이 보틀 벽면에 향하도록 둡니다.
 - ② 압력으로 인해 천천히 혈액이 흘러나오도록 방지합니다.
 - ③ 2~4ml의 혈액을 채웁니다.
- * 채혈관 뚜껑을 열지 마세요.
* 피스톤을 누르지 마세요.



<8 ~ 10회 이상 교반>

- ④ 혈액이 담긴 보틀을 위 아래로 부드럽게 10회 흔들어주세요.
- * 채혈 즉시 흔들어서 섞어주세요.
* 너무 세게 흔들지 마세요.

튜브는 실온보관 (25°C) 해주세요.

[그림2] 교육자료. 채혈 시 주의사항, cfDNA 튜브의 사용법, 의뢰 시 주의할 부분 안내.

반려동물 유전정보 이용 동의서

반려동물 유래물 기증자 (보호자)	성명	연락처
	주소	

유전정보 이용 및 활용에 관한 정보

- 이 동의서는 기증자의 반려동물로부터 수집된 반려동물의 유래물을 반려견의 질병 관련 연구에 활용하기 위한 것입니다.
- 유전자 정보 이용 동의서에 작성된 보호자의 개인정보는 개인정보 보호법 및 개인정보취급(처리)방침에 따라 취급되며 반려동물 유전자 연구를 진행하는 데에만 사용됩니다.
- 반려동물 유전자 검사 결과로 얻어진 유전정보는 안전하게 보관되며 외부로 유출되지 않습니다.
- 유전자 검사로 얻어진 데이터는 진단 서비스의 발전과 반려동물의 건강 증진을 위한 연구 목적으로 사용될 수 있음을 알려드립니다.
- 연구목적: 암, 당뇨, 관절 등의 질환 연구에 사용됩니다.
- 반려동물의 유래물을 이용하는 연구는 동물보호법 및 생명윤리 및 안전에 관한 법률에 따라서 진행됩니다.
- 수집된 반려동물의 유전정보 및 관련 정보는 법에서 정한 절차에 따라 유관기관, 공동연구기관 등에 제공될 수 있습니다.
- 귀하의 반려동물 유래물 등을 이용한 연구결과에 따른 새로운 약물이나 진단 도구 등 상품개발 및 특허출원 등에 대해서는 귀하의 권리를 주장할 수 없으며, 귀하가 제공한 반려동물 유래물 등을 이용한 연구는 학회와 학술지에 연구자의 이름으로 발표되고 귀하의 개인정보 및 반려동물의 식별 정보는 드러나지 않을 것입니다.

수집되는 보호자의 개인정보 항목

수집 목적	수집된 개인정보는 본 동의서의 서명 및 검색 확인 용도로만 활용됨
수집 항목	이름, 연락처, 주소

수집되는 반려견 관련 정보 항목

연구 목적 및 활용	반려동물의 유래물에서 추출한 유전자를 암, 당뇨, 관절 등의 질환 연구를 위해 활용
반려동물의 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 반려동물 개체 정보 • 반려동물 의료 데이터 (건강검진 또는 진료 결과) • 반려동물의 유전정보 • 개체 사진
반려동물 유래물의 종류 및 수량	<ul style="list-style-type: none"> • 혈액 (2 ~ 4 ml) • 암세포 조직 (5 mm) • 구강 세포 (연방 이용)

수집 동의 거부에 관한 권리 및 그에 따른 제약

- 신청인은 정보 수집에 관한 거부권을 가지고 있으며 거부할 경우에도 반려동물의 진료에는 어떠한 영향을 주지 않습니다.
- 수집 목적 이외의 목적으로는 수집된 정보를 활용하지 않습니다.

위 내용을 확인 하였으며, 보호자 개인정보 및 반려동물 유전정보를 수집·이용하는 데에 동의 하십니까?
(예, 아니오)

신청인(보호자) 동의 서명 (서명 또는 인) _____
년 월 일

반려견의 개체 정보

제공 내용	건종		생년월일 (나이)	
	성별		중성화 여부	
	관련 질병			
	몸무게 (kg)		체장 (cm)	
	털 색상		털 길이	

반려견의 질병에 관한 설문

해당 연구에서는 반려견의 암 초기진단에 관한 연구에서 필요한 반려견의 기초 건강 정보를 수집하고 있습니다. 자세히 답변해주시면 더욱더 정밀한 진단 방법 개발에 도움을 주실 수 있습니다.

1. 반려견이 이전에 암 이외의 다른 질병으로 진단 받은 적이 있습니까?
 ① 네 (1-1. 항목에 대해 답 해주세요.)
 ② 아니오

1-1. 반려견이 다른 질병으로 진단 받은 적이 있다면 어떤 종류의 질병입니까?
 ① 관절, 근육계통 질환 (관절염, 슬개골 탈구 등)
 ② 대사 질환 (비만, 당뇨 등)
 ③ 혈관 질환
 ④ 인구 질환
 ⑤ 비뇨기 질환
 ⑥ 피부 질환
 ⑦ 기타 - 질환 명 : _____

2. 반려견이 이전에 암으로 진단 받은 적이 있습니까?
 ① 네 (2-1. ~ 2-3. 항목에 대해 답 해주세요.)
 ② 아니오

2-1. 진단받은 암의 종류가 무엇입니까?
 진단 명 : _____ (예 : 유방암, 피부암 등)

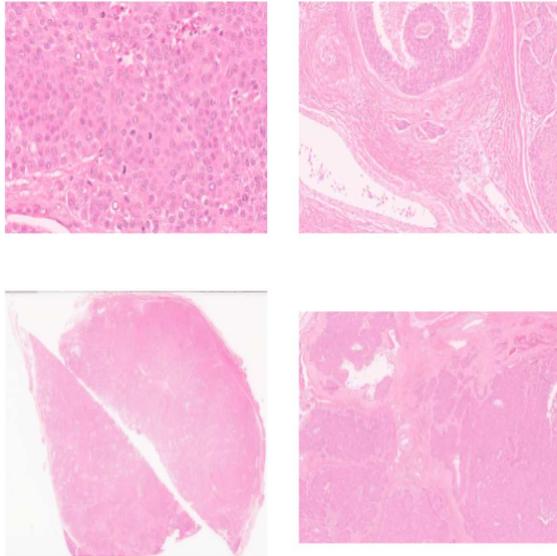
2-2. 최초로 암을 진단 받았을 때 반려견의 연령은?
 연령 : _____ 세

2-3. 암을 진단받고 나서 어떤 치료를 진행하셨습니까?
 ① 할양 치료
 ② 수술
 ③ 치료 하지 않음

연구에 참여해주셔서 감사합니다.

[그림3] 보호자 동의서 및 설문지

Microscope Image



■ DIAGNOSIS

Perianal mass: perianal gland (hepatoid) carcinoma, margin incomplete

■ COMMENTS

의뢰하신 개의 항문 옆 종괴(2 단면 검사 실시)는 perianal (hepatoid) gland (circumanal gland, 항문 주위선, 일종의 피지선임)에서 유래한 악성 종양으로 진단하는 것이 가장 타당성이 있습니다. 종양세포들이 주위 조직으로 강한 침습성을 보이고 매우 높은 유사분열상을 나타내고 있습니다. 또한, tumor emboli 소견도 동반되어 있습니다. 이 항문주위선은 선을 구성하는 세포가 간세포 (hepatocyte)와 매우 유사한 형태를 띠기 때문에 일명 hepatoid gland 라고도 불리고 있습니다. 항문주위선 유래 종양의 경우 유사핵 분열상의 많고 적음 및 종양세포의 침습성을 토대로 양성 및 악성 구분을 하고 있습니다(Tumor in Domestic Animals, 5판, 2017). 종괴의 절제면에서 종양세포가 관찰되고 있으므로 재발 가능성과 종괴 인근 림프절 및 폐 등으로의 전이 여부를 면밀하게 확인하시기 바랍니다. 또한, 지속적으로 환자에 대한 모니터링도 필요합니다.

■ GROSS FINDINGS

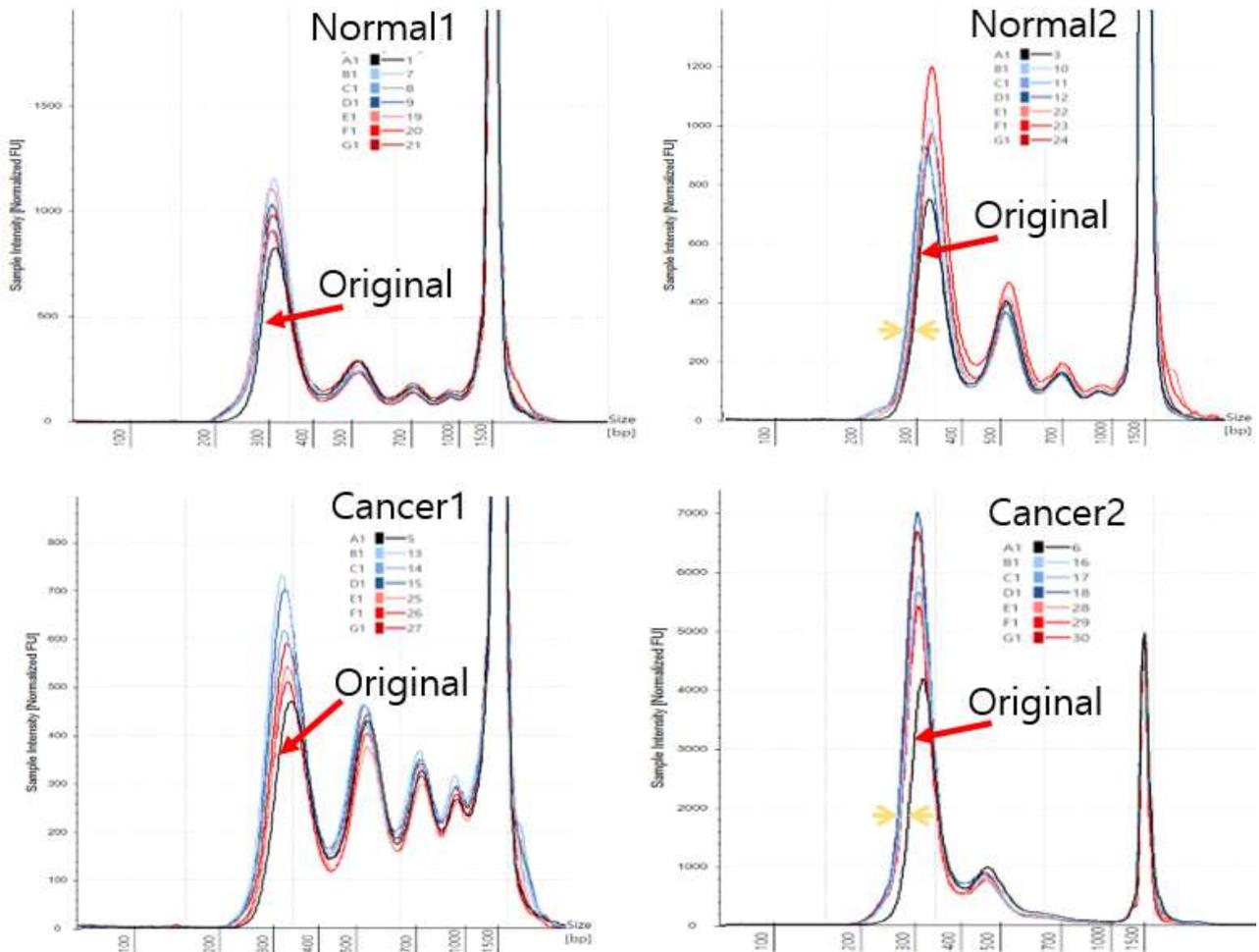
2023. 08. 항문 옆 종괴(크기: 5 cm)

- 의뢰목적: 종양과 염종의 감별, 종양의 양성/악성 여부, Grade 판정, Surgical margin 확인
- 항문주위
- 치료 경력: 스테로이드, 항생제 사용학적 있다고함
- 발생 시기: 저출발견한건 6월달

■ MICROSCOPIC FINDINGS

의뢰하신 항문 옆 조직 2 단면에 대한 병리조직학적 검사 결과, 피하에 일부 주변 결합조직으로 침습성을 보이는 종양성 종괴가 관찰되었습니다(저배율 사진). 종양세포는 solid sheet 한 형태로 증식하거나, 간혹 결합조직으로 이루어진 소엽 구조 내부에서 solid한 양상으로 증식하고 있었습니다(중배율 사진). 종양세포는 다각형이었으며 세포간 경계가 비교적 뚜렷하였습니다. 종양세포는 풍부한 양의 호산성 세포질을 가지고 있었습니다. 핵은 원형이었고 1-2개의 뚜렷한 핵소체를 가지고 있었으며, 다핵세포들도 존재하였습니다. 종양세포의 핵부동중은 경도에서 중등도로 관찰되었으며 유사분열상은 400배 시야상에서 0-4개 빈도로 관찰되었습니다(고배율 사진). 검사 단면에서 tumor emboli 소견도 관찰되었습니다(고배율 사진). 소엽의 중심부에는 낭상으로 확장되어 있었으며, 내강에는 호산성의 물질, 세포붕괴물이 차 있었습니다. 그 외에 다른 특이적인 소견은 관찰되지 않았습니다.

[그림4] 병리조직 진단지



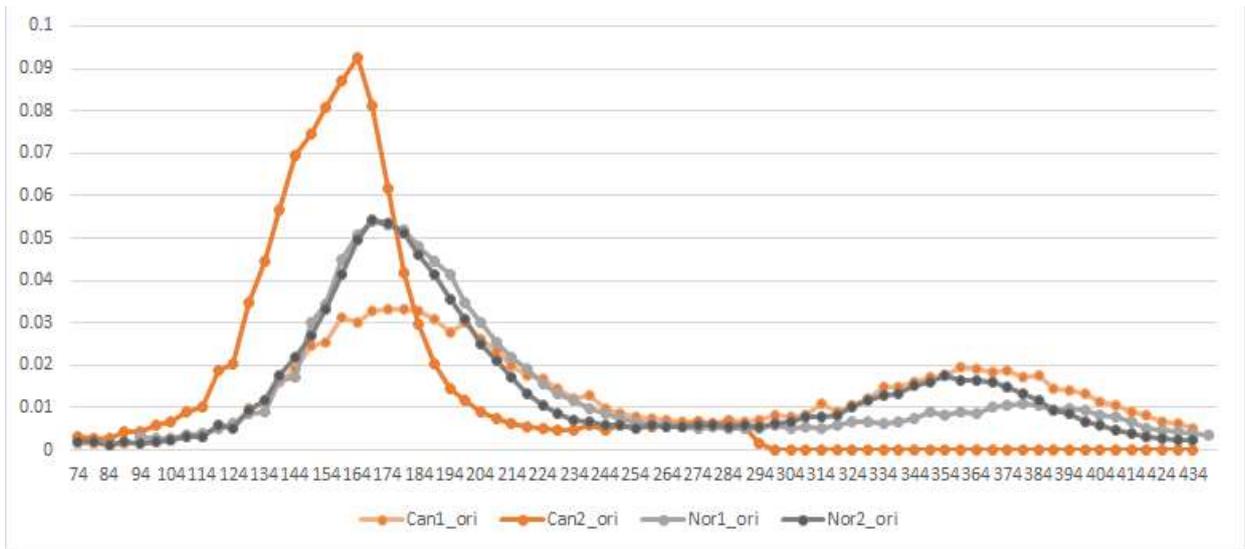
[그림5] Magnetic bead를 Library 제작단계의 End Repair와 Size Selection에서 6단계로 실험

수행

Normal1, Normal2는 세로축 높이(cfDNA 농도)가 비슷하고 패턴도 비슷하지만, Cancer1, Cancer2는 cfDNA농도가 월등히 높거나 낮고, 패턴도 정상 샘플과 차이를 보임.

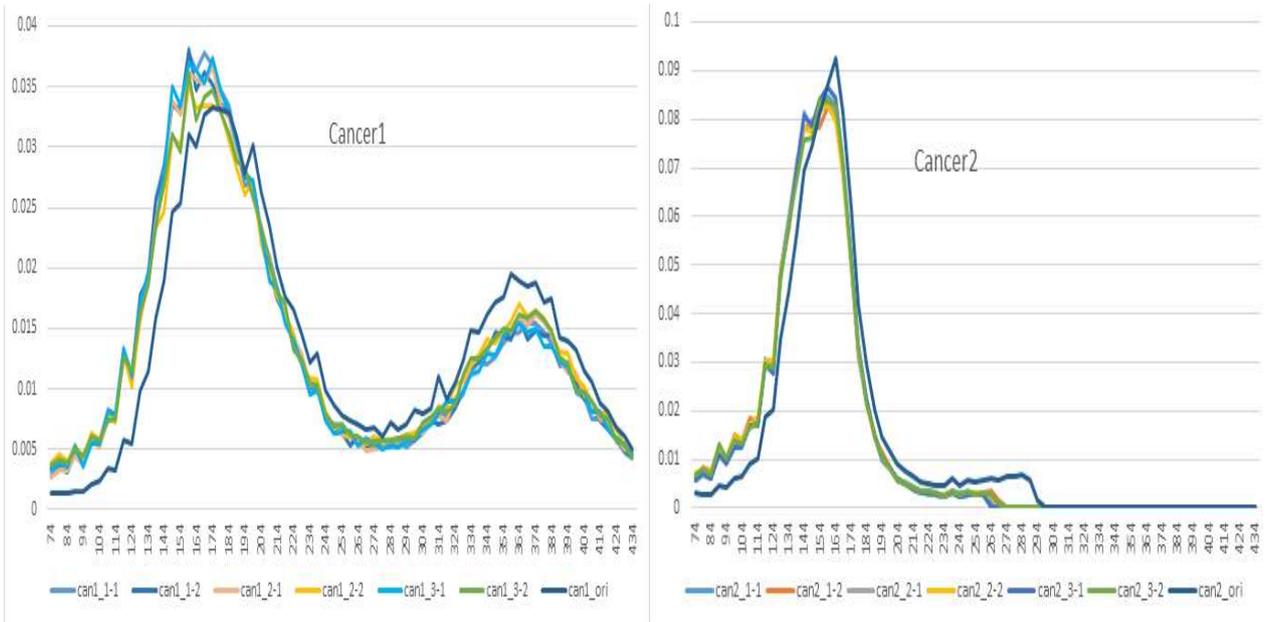
또한, Magnetic bead의 농도 차이를 6단계로 나누어서 실험했을 때 Cancer 2개의 샘플에서 200bp~300bp 사이의 간격이 월등히 많이 나는걸 확인할 수 있는데 Cancer 샘플의 짧은 Fragment size가 많이 존재하고 농도를 다르게 했을 때 나타남을 확인할 수 있음.

[그림6] NGS 결과



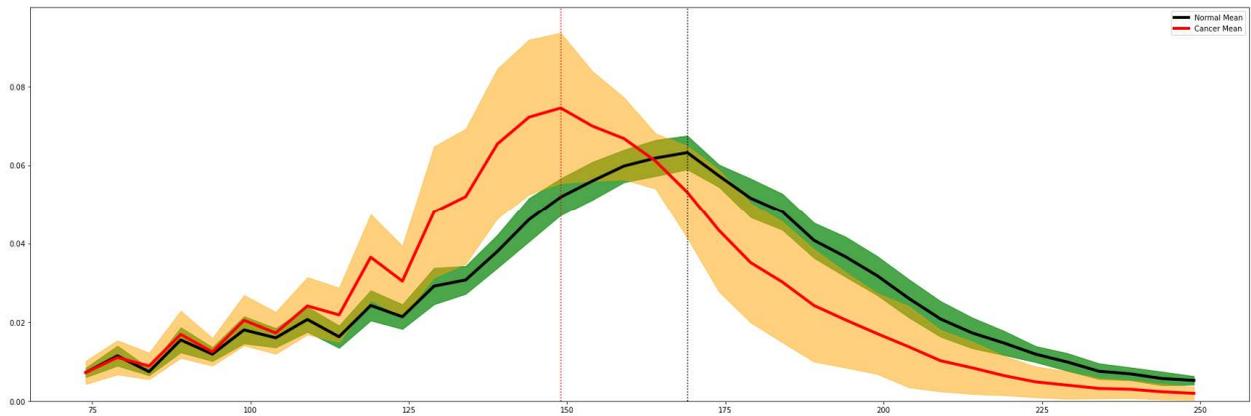
Can1: 피부암(그림5의 Cancer1), Can2: 혈액암(그림5의 Cancer2), Nor1: 그림5의 Normal1, Nor2: Normal2





Ori(프로토콜 추출) 방법과 155bp이하의 추출 방법의 차이에 따른 NGS결과 차이 확인

- bead 비율을 1.2배, 1.4배, 1.6배 등으로 조절하여 155bp 이하의 짧은 DNA조각이 월등히 많이 얻어지는걸 4개의 모든 그래프에서 확인할 수 있고, 최소 20% 이상의 DNA 양을 많이 캡처 해서 획득하는 실험적인 방법을 세팅하였음.

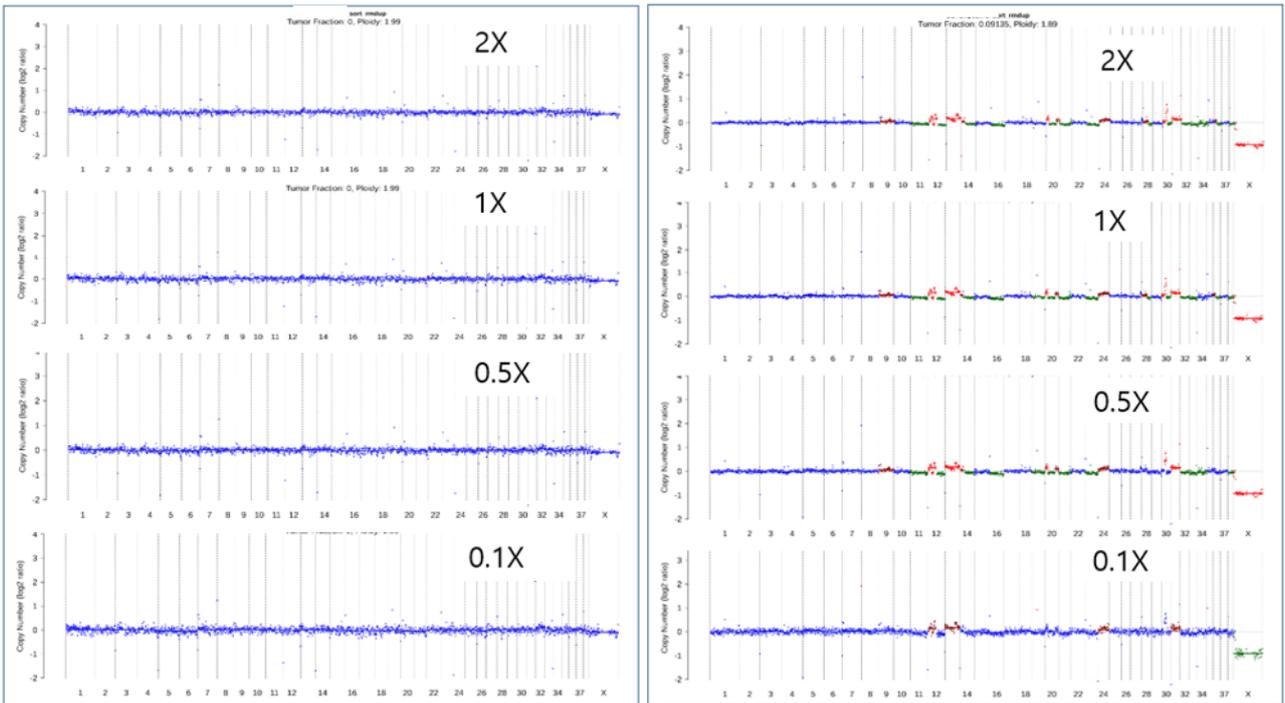


정상 10개(녹색) 샘플과 암(주황색) 샘플 12개의 NGS 결과 비교

- 암 샘플은 전반적으로 짧은 DNA 조각이 많으면서 왼쪽으로 쉬프트 되는 현상을 반려견 샘플에서도 확인 할 수 있음

Normal : Ego_

Cancer : SU_



[그림7] 최적 Depth 테스트

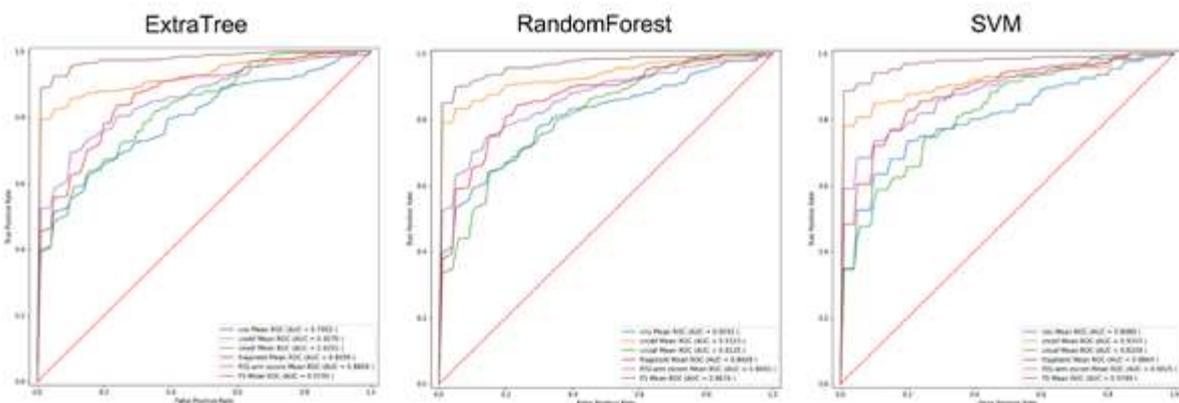
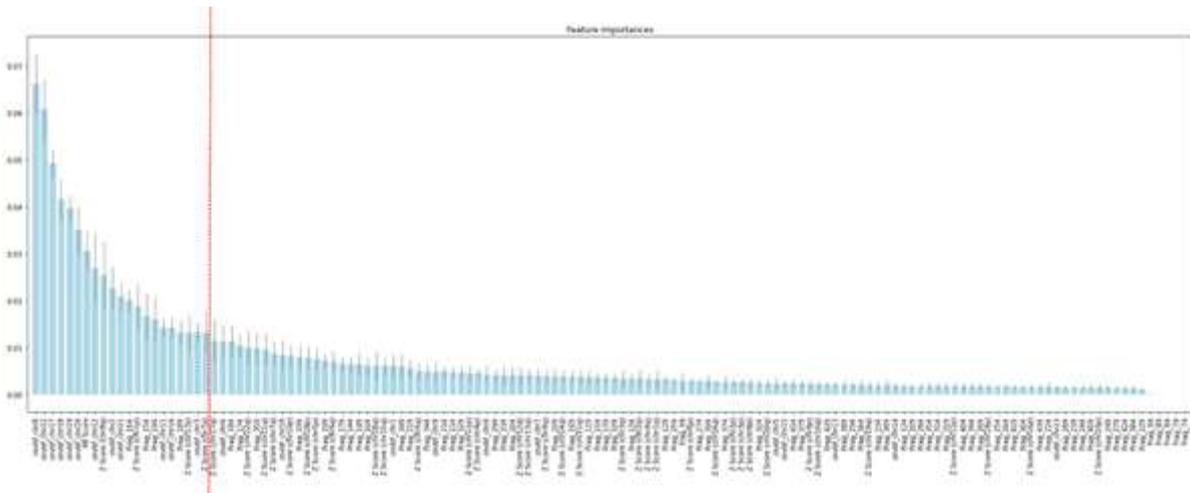
사람 기반으로만 배포되어 있는 Copy Number Variation 툴을 반려건의 염색체 38개에 맞게 세팅 완료 하였고, 왼쪽의 정상 샘플과 오른쪽의 암 샘플의 명확한 차이를 확인할 수 있으며, 0.1X depth에서는 그래프가 2X와 확연히 차이가 남을 확인 할 수 있었고 1X 이상의 depth에서 Copy Number Variation을 해석할 수 있음을 확인함

```

>>> import tensorflow as tf
2023-09-19 11:26:55.519469: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library libcudart.so.11.0
>>> from tensorflow.keras.applications import InceptionV3, InceptionResNetV2
>>> from tensorflow.keras.applications import EfficientNetB0, EfficientNetB1, EfficientNetB2, EfficientNetB3, EfficientNetB4, EfficientNetB5, EfficientNetB6, EfficientNetB7
>>> model = InceptionV3(weights=None)
2023-09-19 11:26:23.321893: I tensorflow/compiler/jit/xla_cpu_device.cc:41] Not creating XLA devices, tf_xla_enable_xla_devices not set
2023-09-19 11:26:23.323130: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library libcuda.so.1
2023-09-19 11:26:26.501874: E tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_driver.cc:328] failed call to cuInit: CUDA_ERROR_COMPAT_NOT_SUPPORTED_ON_DEVICE: failed to initialize CUDA driver
2023-09-19 11:26:26.501935: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_diagnostics.cc:169] retrieving CUDA diagnostic information for host: ubuntu1804
2023-09-19 11:26:26.501944: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_diagnostics.cc:176] hostname: ubuntu1804
2023-09-19 11:26:26.502571: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_diagnostics.cc:200] libcuda reported version is: 470.182.3
2023-09-19 11:26:26.502613: I tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_diagnostics.cc:204] kernel reported version is: 470.141.3
2023-09-19 11:26:26.502622: E tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_diagnostics.cc:313] kernel version 470.141.3 does not match DSO version 470.182.3
2023-09-19 11:26:26.503323: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:142] This TensorFlow binary is optimized with oneAPI Deep Neural Network Library (oneDNN) for the following CPU: AVX512F
To enable them in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compiler flags.
2023-09-19 11:26:26.514156: I tensorflow/compiler/jit/xla_gpu_device.cc:99] Not creating XLA devices, tf_xla_enable_xla_devices not set
>>> model = InceptionResNetV2(weights=None)
>>> model = EfficientNetB0(weights=None)
>>> model = EfficientNetB1(weights=None)
>>> model = EfficientNetB2(weights=None)
>>> model = EfficientNetB3(weights=None)
>>> model = EfficientNetB4(weights=None)
>>> model = EfficientNetB5(weights=None)
>>> model = EfficientNetB6(weights=None)
>>> model = EfficientNetB7(weights=None)
    
```

[그림8] Inception V3, V4, ResNet-152, EfficientNet0,1,2,3,4,5,6,7 모델 세팅 완료

import 명령어로 세팅된 Inception V3, V4, ResNet-152, EfficientNet0~7 모델들을 불러들였고, model 명령어로 객체를 생성한 것을 확인 가능함



[그림9] Feature selection(A,위쪽), 인공지능(B,아래쪽) 방법을 이용한 테스트 결과
 A: cnv 데이터와 cnvbf(155bp 이하), cnvaf(178bp 이상) 영역을 대상으로 Feature selection을 수행한 결과

B: 다양한 인자를 이용하여 인공지능 알고리즘으로 정의한 결과

	ExtraTree (AUC)	RandomForest(AUC)	SVM(AUC)
cnv	0.7952	0.8092	0.8088
cnvbf	0.8875	0.8923	0.8697
cnvaf	0.8255	0.8125	0.8208
Fragment	0.8699	0.8668	0.8844
Feature Selection	0.909	0.9116	0.8949

[Table1] 인공지능을 이용한 cfDNA예측 결과

(2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구 개발 성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2023.4~2023.9)	n단계 (YYYY~YYYY)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허	목표(단계별)	특허 0건		0건	
		실적(누적)	특허 2건		2건	200%
		목표(단계별)				
		실적(누적)				
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	투자유치	목표(단계별)	0		0	
		실적(누적)	145,000		145,000	200%
	매출액	목표(단계별)	0		0	
		실적(누적)	55,000		55,000	200%
	수출액	목표(단계별)	0		0	
		실적(누적)	10,000		10,000	200%
	홍보	목표(단계별)	0		0	
		실적(누적)	2		2	200%
계						

< 연구개발성과 성능지표 >

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

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[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, 신품종, 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	특허	병렬 연결된 인공지능 모델을 이용한 반려 동물의 체고 및 몸무게 예측을 수행하는 전자 장치 및 방법	주식회사 제네시스 예고	2023.08.18	10-2023-0108304					50	√
2	특허	반려견의 암 진단 장치 및 암 진단 방법	주식회사 제네시스 예고	2023.09.26	10-2023-0128892					50	√

○ 지식재산권 활용 유형

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

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

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

표준화

○ 국내표준

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

○ 국제표준

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

[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

사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
1			145,000	145,000	개인투자

사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업 화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품개발	국내/국외		에고핏 혈통분석, 헬스케어 제품의 런칭	제네시스 에고	45,000	10,000	2023	

매출 실적(누적)

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

사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

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

고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

고용 효과

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

비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

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

산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

기술 무역

(단위: 천원)

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

[사회적 성과]

법령 반영

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

정책활용 내용

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

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

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

전문 연구 인력 양성

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

산업 기술 인력 양성

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

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	케이펫펫어	부스	댕댕이 여름맞이하러 코엑스로 모여라!	2023.07.21~23
2	레뷰	네이버(디지털마케팅)	반려견 혈통분석, 헬스케어를 디지털 마케팅으로 홍보한다	2023.07.01~14

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)

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

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

제 2절 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도 (%)
○ 동물병원 선정 및 교육 실시	- 동물병원 28곳을 선정과 교육, 협약서 4군데 교환 및 실제 7곳의 동물병원을 선정, 34 개 암 샘플 수령 및 NGS 실험까지 전체 과정을 수행함 추가로 전문 검사들의 정상건 샘플 40개 수집	○ 200
○ 견주/병원 설문지 제작	- 제작한 설문지를 7곳의 동물병원 배포	○ 100
○ 병리조직 염색 및 판별	- 34 개 샘플 수령과 조직검사 이후에 결과지 수령	○ 200
○ cfDNA 추출 및 NGS 실험 세팅	- 34개의 샘플의 cfDNA 추출, NGS 세팅 및 실험까지 수행하고 분석까지 완료함	○ 200
○ 최적 Depth 테스트	- 2X에서도 가능하기 때문에 원가를 더 많이 낮출 수 있음	○ 200
○ CNN 기반 모델 세팅 및 테스트	- 모든 모델을 세팅하고 테스트 완료함	○ 100

제 4 장 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

없음

2) 자체 보완활동

없음

3) 연구개발 과정의 성실성

없음

제 5 장 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

반려견의 전체 암을 조기에 진단하는 제품은 아직 없기 때문에 본 제품이 개발되면 해외까지 새로운 시장을 개척할 수 있을 뿐만 아니라 독보적인 기술적인 우위를 점할 수 있다.

아직 거의 연구되거나 발표되지 않은 Copy Number Variation, Fragmentation Pattern 등의 기술을 반려견에 적용함으로써 기술을 선도할 수 있고, 관련 특허와 논문 발표로 조기에 많은 권리를 확보할 수 있다.

또한, 아직 한 번도 시도 되지 않은 암 관련 인자 추출과 반려견 암 해석 부분에 딥러닝 기술을 접목함으로써 기술적인 격차를 벌릴 수 있고 모든 관련 기술을 선도할 수 있다.

제 6 장 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 45% 이상의 반려견이 암에 걸려서 1000만원 이상의 수술비가 들어가고 있는데 조기에 진단 함으로서 의료비를 급격히 줄일 수 있을 뿐만 아니라 가족인 반려견의 수명을 늘릴 수 있음
 - 반려견의 암을 조기에 발견시 사망률을 줄이고 생존율을 늘림으로서 고령화로 인한 진단 시장과 치료제 시장을 키우는 역할을 할 수 있음
 - Low-depth 기반의 WGS 기술을 이용하면 2X 이하의 데이터로 조기 진단이 가능하기 때문에 암 전체를 스크리닝 하는 제품이 원가 20만원의 가격에 암을 조기에 발견 가능하여 아이엠 디티의 65개 협력병원과 서울대/충북대 등의 대학 동물병원에 1차적으로 공급하고, 개인병원으로 확대함
 - 국내 대량 샘플의 결과를 국제학회와 논문으로 명확히 발표하고, 미국은 다이에그노믹스, 동남아는 BioAccumen을 통하여 해외 판로 개척
 - 매년 4조 이상의 새로운 암 진단 시장을 개척하고, 본 기술의 해외 수출뿐 아니라 국제 협력을 통한 반려견 유전자 진단 기술을 선도할 수 있음.
 - 반려견의 암 예측 시스템 개발로 실험 및 분석에서 다량의 논문과 특허 확보 가능
 - 반려견의 암진단 기술로 비싼 경주용 말, 종돈, 한우의 암 진단 기술로 활용 가능
 - 반려견의 1년은 사람의 5년이기 때문에 2년의 관찰만 하면 암의 진행 단계 전체를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 사람의 조기암 시장인 23조 규모(BCC research)에도 도전해 볼 수 있음
-

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내 매년 목표치	
국외논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE	1	
	비SCIE	1	
	계	2	
특허출원	국내	1	
	국외	1	
	계	2	
특허등록	국내		
	국외		
	계		
인력양성	학사	1	
	석사	2	
	박사	1	
	계	4	
사업화	상품출시	1	
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발	1	
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보		5	
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서 [별첨1]
	2) 연구성과 활용계획서 [별첨2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		RS-2023-00230972	
사업구분	시장창출형사업				
연구분야	반려견, 인공지능			과제구분	단위
사업명	농업분야창의도전형융복합모델개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발			과제유형	(응용)
연구개발기관	제네시스에고			연구책임자	권창혁
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2023.04 ~ 2023.09	50,000	12,500	62,500
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
계					
참여기업	네오딘바이오벳				
상대국				상대국연구개발기관	

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2023. 11. 16

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
주식회사 제네시스에고	대표이사	권창혁

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	권창혁
----	-----

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

반려견의 암 진단 장치 및 암 진단 방법 특허는 액체생검 데이터를 이용하여 복제수 변이와 단편 패턴을 이용하여 암을 해석하는 세계 최초의 특허이고, 암에서만 많이 존재한다고 알려진 **155bp 이하의 암 단편을 비드방식을 이용하여 최소 20% 이상**을 잡아내는 실험적인 기술을 확보함으로써 세계 최초로 전체 암을 스크리닝 제품을 판매 할 수 있는 기술을 확보함

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

세계 최초의 다량 논문 및 특허 확보가 가능하고, 30만원의 이하의 소비자가로 전체 암을 진단하는 제품을 출시하여 글로벌 12조 시장을 개척할 수 있는 독보적인 제품을 판매할 수 있고, 암 사망률은 줄이고 생존율은 월등히 향상하는 기술을 반려견에서 확보하여 사람의 암 정복에도 도전해 볼 수 있음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

가족 같은 반려견의 45% 이상이 암에 걸리기 때문에 전 세계 반려인들은 모두 원하고 있고, 수의사들도 제품이 없어서 사용할 수 없다고 함. 조기에 진단함으로써 반려견을 살릴 수 있는 기술이고, 수술비용의 1/30도 안되는 가격이어서 활용 가능성이 월등히 높음. 다량의 논문과 특허의 제출로 메칠레이션이나 유사 기술의 기술적인 진보도 자극할 수 있음

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

암 수술을 앞둔 반려견의 혈액이 필요하기 때문에 연구 목적과 암의 모니터링을 위해서 필요한 이유를 설명하는 단계에서 영업사원이 수의사를 설득하는 단계부터가 쉽지 않고, 수술을 앞둔 견주의 동의를 받기 위해서 수의사가 설득하는 단계도 어렵지만 두개의 기관이 협력하여 성실히 수행함. 또한 주관기관은 실험 목적 달성을 위해서 고가의 DNA정량기도 도입하였고, 많은 인공지능 전문가들의 자문을 구했음

5. 공개발표된 연구개발성과 : 특허 2건

■ 등급 : 우수

개념연구(2023년)에는 특허에 대한 목표가 없었지만, 2건이나 제출하였음.

(1) 반려견의 암 진단 장치 및 암 진단 방법

- 반려견의 cfDNA를 이용하여 복제수와 단편 서열 정보를 이용하여 암의 유무를 인공지능과 딥러닝으로 판정하는 특허임

(2) 병렬 연결된 인공 지능 모델을 이용한 반려 동물의 체고 및 몸무게 예측을 수행하는 전자 장치 및 방법

- 반려견의 체고와 몸무게를 90%이상의 정확도로 예측을 할 수 있는 방법에 관한 특허임

[별첨 1]

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
동물병원 선정 및 교육 실시	10	200	동물병원 28곳을 선정과 교육이 목표였지만, 협약서 4군데 교환 및 실제 7곳의 동물병원을 선정 하여 34개 샘플 수령 및 NGS 실험 까지 전체 과정을 수행함
견주/병원 설문지 제작	10	100	제작한 설문지를 7곳의 동물병원 배포
병리조직 염색 및 판별	20	200	34개 샘플 수령 및 조직검사 및 결과지 수령
cfDNA 추출 및 NGS 실험 세팅	30	200	34개의 샘플을 cfDNA 추출 및 NGS 실험까지 수행 완료
최적 Depth 테스트	10	200	2X의 Depth에서 가능함 을 확인함
CNN 기반 모델 세팅 및 테스트	10	100	모든 모델을 세팅함
합계	100	1000	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

개념연구의 계획된 모든 작업들이 모두 진행 완료 되었고, 선행연구의 핵심인 샘플 수집과 시퀀싱 작업까지 초과 진행되고 있습니다. 주관기관과 공동기관이 성실히 본 과제를 수행하였고, 모든 목표를 달성하였을 뿐만 아니라 6개월의 짧은 기간에 특허를 2건이나 제출하였습니다. 또한, 선행연구의 가장 중요한 샘플 수집을 시작하였기 때문에 이후의 작업도 어렵지 않게 진행될 수 있을 것으로 예상합니다. 최종 목표인 산업화를 위해서 가장 중요한 가격의 다운을 위해서 2X보다 낮은 1.5X의 결과에서도 충분히 좋은 결과를 얻었기 때문에 선행연구에서 대량 샘플 수집에 적용하면 세계에서 가장 저렴하면서도 정확한 제품 개발이 가능할 것으로 예상합니다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 45% 이상의 반려견이 암에 걸려서 1000만원 이상의 수술비가 들어가고 있는데 조기에 진단함으로써 의료비를 급격히 줄일 수 있을 뿐만 아니라 가족인 반려견의 수명을 늘릴 수 있음
- 본 제품을 보험회사와 연계하여 새로운 지금은 존재하지 않은 새로운 반려견 암 보험 상품을 개발할 수 있기 때문에 반려견의 복지 향상에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 예상함
- 반려견의 암을 조기에 발견시 사망률을 줄이고 생존율을 늘림으로서 고령화로 인한 진단 시장과 치료제 시장을 키우는 역할을 할 수 있음
- Low-depth 기반의 WGS 기술을 이용하면 2X 이하의 데이터로 조기 진단이 가능하기 때문에 암 전체를 스크리닝 하는 제품이 원가 20만원의 가격에 암을 조기에 발견 가능하고 상업적인 서비스뿐만 아니라 전 세계의 사업도 가능함.
- 매년 4조 이상의 새로운 암 진단 시장을 개척하고, 본 기술의 해외 수출뿐 아니라 국제 협력을 통한 반려견 유전자 진단 기술을 선도할 수 있음.
- 반려견의 암 예측 시스템 개발로 실험 및 분석에서 다량의 논문과 특허 확보 가능
- 반려견의 암진단 기술로 비싼 경주용 말, 종돈, 한우의 암 진단 기술로 활용 가능
- 반려견의 1년은 사람의 5년이기 때문에 2년의 관찰만 하면 암의 진행 단계 전체를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 사람의 조기암 시장인 23조 규모(BCC research)에도 도전해 볼 수 있음

[별첨 1]

IV. 보안성 검토

○ 실험 프로토콜 관리, 샘플 관리, 파일 관리 등을 규정에 맞게 모두 지키면서 수행함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

○ 실험 프로토콜 관리, 샘플 관리, 파일 관리 등을 규정에 맞게 모두 지키면서 수행함.

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

○ 실험 프로토콜 관리, 샘플 관리, 파일 관리 등을 규정에 맞게 모두 지키면서 수행함.

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	반려견, 인공지능	
연구과제명	액체생검을 이용한 반려견의 암 예측 시스템 개발			
주관연구개발기관	주식회사 제네시스에코		주관연구책임자	권창혁
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	50,000,000	12,500,000		62,500,000
연구개발기간	2023.04.01. ~ 2023.09.30			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(본사가 판매) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과	달성도(%)
동물병원 선정 및 교육 실시	교육 28곳, 협약 4곳, 최종 7곳 선정, 34개 샘플 확보 : 교육이 목표였지만 실제 샘플까지 수령함	200
건주/병원 설문지 제작	7곳의 설문지 제작/배포	100
병리조직 염색 및 판별	34개 샘플 수령 및 조직검사 수행함	200
cfDNA 추출 및 NGS 실험 세팅	34개의 cfDNA 추출 및 NGS 실험까지 수행 완료	200
최적 Depth 테스트	2X의 Depth에서 확인함	200
CNN 기반 모델 세팅 및 테스트	모든 모델을 세팅함	100

* 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 (타연구활용비)
	특허출원	특허등록	품종등록	S M A R T	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출		투자유치	논문 SCI	비SCI			논문평판I-F	학술발표	
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건	
가중치	40						40	10	8	0				1			2		

최종 목표	3					2	500	110		0		2			10		8
당해 년도	목표	0				0	0	0		0		0			0		0
	실적	2				0	55	10		145		0			7		2
달성률 (%)	200					0	200	200		200		0			700		200

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)

[별첨 2]

(22쪽 중 21쪽)

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	반려견에서 cfDNA 추출 및 155bp 이내 단편 추출 기술
②	복제수 변이 해석 기술 (다량 정상 데이터의 Normalization을 이용한 암 데이터 해석)
③	NGS 데이터에서 단편 패턴 추출 기술 및 해석 기술
④	NGS 2X의 데이터에서도 복제수와 단편 패턴을 해석하는 기술 (가격 경쟁력이 생김)
⑤	단편 패턴과 복제수 변이 기술의 인공지능/딥러닝 분석

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	V									
②의 기술		V								
③의 기술	V					V				
④의 기술	V					V				
⑤의 기술	V					V				

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	2000개의 샘플 추출에 적용하여 가장 많은 양의 cfDNA를 확보함으로써 이후 분석에서 좋은 결과를 유도할 수 있음, 암 해석을 위해 가장 중요한 실험 기술이기 때문에 향후 NGS 데이터 생산에 활용함
②의 기술	CNV툴은 기본적으로 한 샘플을 해석하고 있지만, 다량 데이터로 정상 샘플의 평균을 잡음으로서 데이터의 정확도가 월등히 향상되고 인공지능 해석에 가장 중요함
③의 기술	암 해석의 정확도에서 단편 패턴 추출 기술이 가장 중요하기 때문에 인공지능 분석에 적용
④의 기술	2X 데이터의 Low-depth는 원가 20만원 이하로 상업화 할 수 있기 때문에 암 제품을 아주 저렴하게 판매할 수 있음
⑤의 기술	85%의 정확도를 위해서 2개의 기술 융합이 가장 중요함

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(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	품 종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문	학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SCI				비 SCI	논 문 평 관 I F			
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건				
가중치	10					60	10	10	5								5			
최종목표	2					1	500 0	110 0	4			1	1				8			
연구기간내 달성실적																				
연구종료후 성과장출 계획	2					1	500 0	110 0	4			1	1				5			

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농업분야창의도전형융복합모델개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농업분야창의도전형융복합모델개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.