바이오나노헬스가드연구단

연구단 개요

미래창조과학부에서는 세계적인 원천기술 개발을 통한 국가 과학기술 경쟁력 향상 및 미래 성장동력 창출을 목표로 하는 글로벌프론티어사업을 추진하여 2010년도부터 현재까지 총 10개의 대형연구단이 결성되어 국가차원의 대형원천기술 개발에 노력중이다. 그중 2013년에 출범한 (재)바이오나노헬스가드연구단(이하 H-가드연구단)은 BT-NT-IT 융복합 연구를 통하여 신 · 변종 바이러스, 슈퍼박테리아와 같은 국가재난형 감염병을 일으키는 바이오유해물질을 신속 · 정확한 현장 검출, 모니터링 및 조



그림 1. 신 · 변종 바이러스, 인플루엔자 감염/확산에 의한 인적, 경제적 피해



신 용 범 연구단장
바이오나노헬스가드연구단
ybshin@kribb.re.kr



그림 2. 바이오나노헬스가드 연구단의 연구사업 목표 및 내용

기진단을 위한 원천기술을 개발하고 이를 기반으로 H-GUARD(Health-Global Ubiquitous Autonomous Rapid Detection) 시스템을 구현하고 실용화하는 목표로 연구개발을 진행하고 있다.

바이러스나 슈퍼박테리아와 같은 병원성 미생물의 인류에 대한 위협을 강조하고 그 심각성을 환기시킬 때 굳이 스페인 독감과 같은 백년도 더 된 남의 나라 예를 들을 필요없이, 2015년의 메르스, 2016년의 지카(소두증 바이러스), 아직까지 여파가 남은 AI와 새로 발병 보고된 구제역 그리고 매년 겨울이면 겪어야만 하는 독감 등을 떠올리면 감염성 질환을 일으키는 바이오유해물질이 국민 건강과 국가 경제에 매우 심각한 영향을 주고 있다는 것에 대해서는 이견을 달 사람은 없을 것이다.

이와 같은 감염병 대유행에 대해서 신속한 대처를 통해 피해를 최소화해야 하는데, 이를 위해 예방 및 치료제 개발뿐만 아니라 신속한 현장검출, 상시 모니터링 등이 이슈로 부각되고 있고 이에 대한 국가적인 대책 마련이 시급한 실정이므로 본 H-가드연구단은 국민의 건강 · 안전과 밀접한 관계가 있다고 할 수 있겠다. 세계적으로 막대한 피해를 일으키고 있는 국가 재난형 질병이나 신종, 재출현 바이러스, 박테리아 등에 의한 미확인 질병 등을 조기에 검출, 확인이 가능한 H-GUARD 시스템을 구축하여 사회적 피해를 최소화하고 국민건강 증진과 그로 인한 행복한 삶의 영위에 실질적

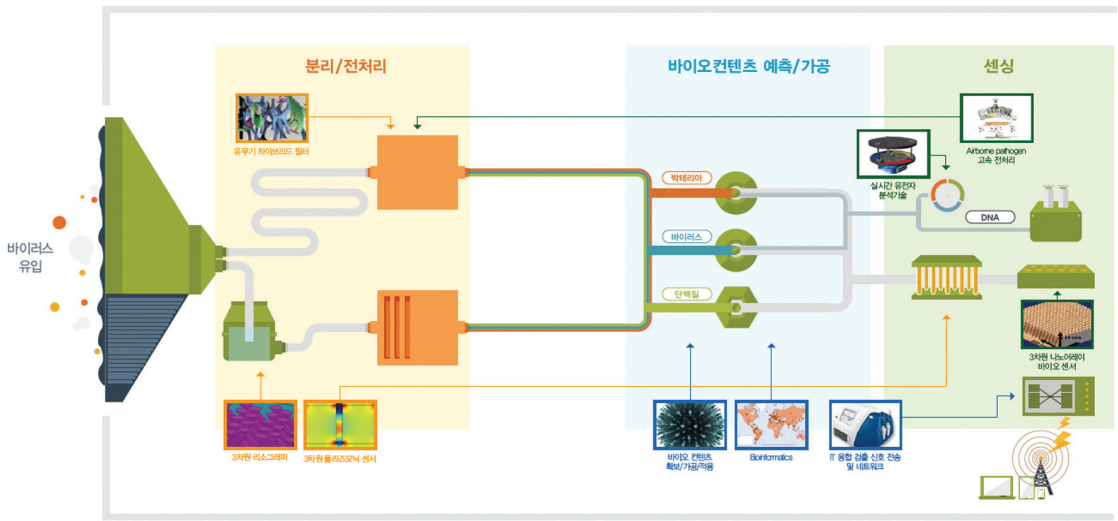


그림 3. H-GUARD 시스템의 개념 모식도

으로 기여하는 것을 H-가드연구단의 궁극적인 목적이라 할 수 있다.

또한 BT, IT, NT의 융 · 복합 연구 개발을 통해 H-GUARD 구축을 위한 창조 원천기술 및 지적 재산권을 확보하고, 이를 사업화와 연계하는 "Platform Technology to Business Development"에 중점을 두어 국제적으로 경쟁력이 있는 기술 및 시스템의 확보와 글로벌 시장 개척 역시 본 연구단의 목적이기도 하다. 본 사업의 성공적 수행을 통해 다양한 분야로의 사업화를 이루어 기초 원천 연구에서부터 실용화에 이르는 연구개발 모델의 성공적인 방향을 제시할 계획이다.

H-가드연구단은 향후 2022년까지 9년간 약 1,000억원의 정부 예산을 투입하여 감염병을 유발하는 바이오유해물질의 검출 · 진단 원천기술을 개발할 계획인데, 현재 한국생명공학연구원이 연구단의 주관연구기관으로, 한국기계연구원, 나노종합기술원 및 서울대 등의 대학교 와 세브란스 병원 등의 의료기관을 포함하여 총 23개 기관이 참여하고 있다.

H-가드연구단에서 목표로 하고 있는 핵심 시스템중 하나인 H-GUARD 시스템은 바이오 유해물질을 포집하고 전처리한 후 검출 분석 및 신호 전송이 가능한 실시간 연동형 통합시스템으로, 중요성과 시급성에 따라 언제든지 새로운 표적물질에 확대 적용 가능하여 공항, 터미널과 같은 공공장소 뿐만아니라 대중교통수단, 가정 및 휴대용 등 모든 장소에 다양한 형태로 설치 및 가동이 가능하도록 개발될 계획이다.

이와 같은 H-GUARD 시스템을 개발하기 위해서 H-가드 연구단은 3개의 핵심기술 분야로 구분하고 각 핵심 내에 세부과제를 구성하여 융 · 복합 연구개발을 추진 중이다.

(1) 핵심1: 3D 나노-마이크로 구조체 제작 기술 개발

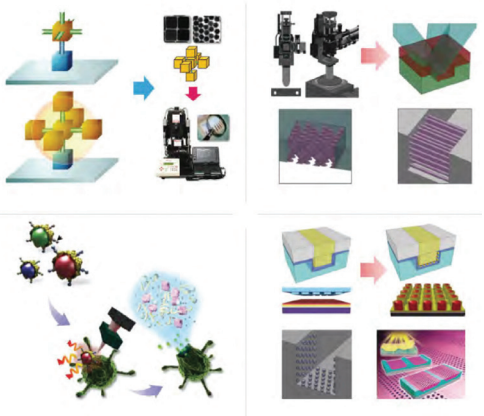


그림 4. 바이오유해물질 검출을 위한 3D 나노-마이크로 멀티스케일 구조체

본 핵심과제에서는 바이오 유해물질(신 · 변종 바이러스, 슈퍼박테리아 등)을 탐지하는 속도와 검출 감도를 획기적으로 개선하여 기존의 기술로는 불가능한 진단 · 검출 성능을 지닌 H-GUARD 시스템을 구현하기 위한 3D 나노-마이크로 하이브리드 구조체를 개발하고 양산화하는 원천기술을 개발하고 있다. 바이오 진단 및 모니터링에 사용되는 나노구조체 센서들은 대부분 연구수준에 머무르고 있으며 실용화 된 예는 거의 없는데, 그 이유 중 하나는 재현성과 양산성의 기술적인 한계 때문이다. 따라서 본 연구단에서는 새로운 형태의 신개념 3D 나노-마이크로 구조체 및 제작기술을 제안함과 동시에 실용화를 위하여 높은 재현성과 대면적 양산이 가능한 기술개발에 주력하고 있다. 이러한 3D 나노 구조화 기술은 광학적/전기적/전기화학적/물리적 검출을 계층적으로 가능하게 하고, BT와의 융합을 통해 바이오 유해물질 다중 검출을 가능하게 한다. 나노-마이크로 구조체에 생체분자 등을 3차원적으로 적층한 하이브리드 구조체를 제작하면 고밀도 생체분자 인식과 결합이 가능하여 선택성, 감응성 및 다중검출 등을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 핵심1과제에서 개발중인 주요 기술은 다음과 같다.

- 3D 나노-마이크로 하이브리드 구조체 제작 리소그라피 기술
- 3D 유무기 하이브리드 소재기반 나노구조체 합성 및 활용 기술
- 3D 조합 플라즈모닉 나노다면체 프로브 기술
- 헬스가드용 3D 복합구조체 기반 센싱 플랫폼 및 응용 기술
- 생체분자 검출신호 제어을 위한 신개념 3D 나노구조체 설계 및 활용기술

(2) 핵심2: 바이오 컨텐츠 발굴 · 설계 · 가공 및 H-GUARD 플랫폼 기술 개발

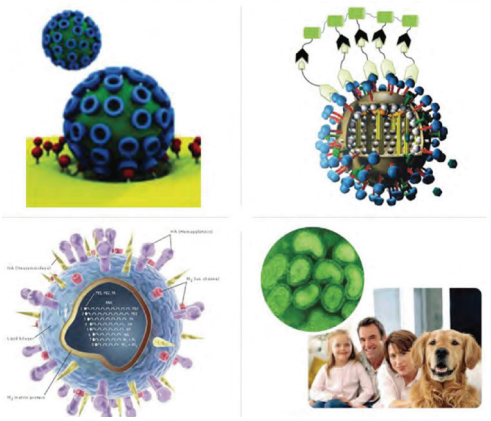


그림 5. 바이오유해물질에 대해 특이적 인지능력과 결합성을 보이는 바이오리셉터와 타겟 바이러스 및 인플루엔자

핵심2과제에서는 바이러스 항원 및 유사 바이러스와 같은 유해물질 특이적 바이오컨텐츠를 발굴 가공하고, 바이오인포매틱스를 이용한 신 · 변종 바이러스의 발생을 예측하는 기술 및 바이오소재와 나노소재간 하이브리드 소재의 인터페이싱 기술을 개발하고 있다. 바이오 유해물질 진단 및 모니터링 기술의 실용화를 위해 바이러스 항원 및 유사바이러스(virus like particle, 특정 epitope에 대한 재조합단백질 포함)와 같은 유해물질 특이적 바이오 컨텐츠를 발굴 및 가공하고, 다양한 유해물질 검출 원천 기술의 현장 적용을 위한 유효성 평가를 실시하고 있다. 또한 변종 및 신종 바이러스 등에 대비하기 위한 돌연변이 발생의 pattern을 파악함으로써 예측형 바이오 컨텐츠(Bioinformatics 기반 data base 구축 및 활용)를 개발하며, 기존의 배양 가능한 세균외에 인공배지에서 자라지 않는 다제내성 세균 (슈퍼 박테리아)연구를 위한 최근 환경샘플로부터 DNA를 직접 분리하는 메타지놈 기술을 바탕으로 다재내성 특이 유전정보를 분석하여 슈퍼 박테리아의 검출에 이용하고 있다. 그리고 비약적으로 높은 결합력, 특이성, 안정성을 가지는 신개념 super 리셉터 플랫폼을 개발하고, 실용화가 가능한 최소단계 인터페이싱 기술을(Inter-Glue 기술) 개발하여 고 신뢰도 on-site 유해물질 검출 시스템을 개발하고 다양한 검출기술들의 현장 유효성을 평가하고, 통합 H-GUARD 시스템과 IT 기반 헬스가드 네트워크를 구성하여 실용화에 노력하고 있다. 핵심2과제에서 개발 중인 주요 기술은 다음과 같다.

- 바이오나노 융합 헬스가드용 바이오컨텐츠 확보/가공/활용 및 분석 원천기술
- 메타지놈 기반 난배양성 슈퍼박테리아 분석기술
- Bioinformatics 기반 신변종 바이러스 예측 및 유용항원 기술
- 약물저항성 바이오 유해물질 신속검출을 위한 바이오컨텐츠 설계 및 활용기술
- 감염질환 진단검사 평가를 위한 기반 시스템 구축
- 나노간극 조절 및 다중결합을 이용한 고특이성/고결합력 수퍼리셉터 기술

(3) 핵심3: 샘플포집 및 전처리 기술, 실시간 연동형 센싱 시스템 기술 개발

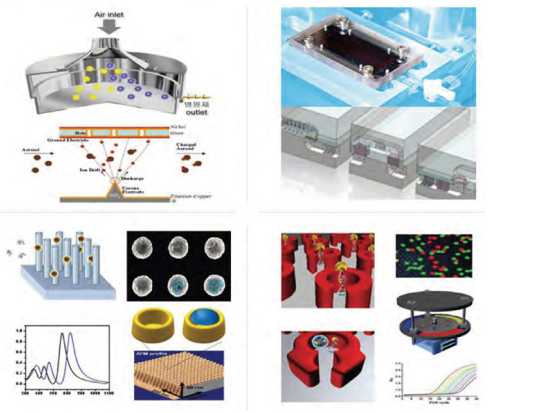


그림 6. 실시간 바이오유해물질 포집모듈/칩 및 유전자 증폭 기반 진단모듈

본 핵심과제는 핵심1과제에서 개발된 3D 나노구조체와 핵심2과제에서 발굴 가공된 바이오컨텐츠를 이용해서 바이오유해물질을 현장에서 신속하게 판단 가능케 하는 실시간 연동형 시료 전처리 기술과 이를 통해 고속으로 유해물질을 검출하는 기술을 개발하고 있다. 또한, 소형화가 가능한 IT 기반의 생물학적 유해물질 검출 시스템 개발로 현장 적용성을 극대화하고 통신 장비와 직접적으로 융합시켜 실시간 경보와 결과 전송이 가능한 IT 융합 기술을 개발 중인데, 시료 전처리 기술로서 In situ 분리 기술은 3D 나노 구조체 기반 고감도 센서 및 IT 융합 현장 응답형 검출 시스템과 통합하여 진보된 유비쿼터스 헬스가드 시스템을 구축하는데 결정적인 역할을 하게 된다. 본 핵심3과제의 주요 기술은 다음과 같다.

- **기상 병원균 선별적 분류/포집과 미세유체채널 기반 전처리 기술**
- **신호증폭을 위한 3D 나노어레이 바이오센싱 기술**
- **신개념 현장응답형 실시간 유전자 분석기술**
- **단일처리 초고속 바이러스 항원검지 시스템 기술**

연구단 운영 및 관리

본 H-가드연구단의 목적인 국가와 국민이 필요로 하는 국가 바이오재난 대비체계중 하나로서 감염성 위해물질 진단/감시 플랫폼 및 시스템(H-GUARD) 제공과 이를 위한 구현 기술인 BINT 융복합기술의 산업화 목표를 달성하기 위해서 본 연구단의 연구관리 기본 철학은 '효율적 연구환경 구축'이다. 파급효과가 큰 원천기술 개발을 목표로 하는 장기 · 대형 프로젝트로서 글로벌프론티어사업의 성공적 수행을 위해서는 가장 적은 비용으로 최대의 효과를 낼 수 있는 효율적인 연구수행 환경 구축이 필수적이기 때문이다. 이러한 효율적인 연구환경 구축을 위해서 엄정한 연구결과 평가를 기반으로 우수 연구자 선발 및 실질적 보상을 강화를 통해 자발적 연구 동기를 부여에 노력하고 있다. 또한 전 주기적 연구기획 및 관리와 글로벌 수준의 자문위원회를 구성하여 각계의 전문가로부터의 비판적 의견을 적극 수용하고, 연구결과에 대한 국내외 기술이전 수요조사, 기술설명회 및 특허신탁 등의 기술마케팅을 통하여 개발된 기술의 실용화 및 사업화에 전념하고 있다. 앞으로 본 연구단의 성공적인 사업 수행을 통해 바이오유해물질로부터 안전한 미래사회 구현을 기대해본다.