

붙임1 2017년도 X-프로젝트 신규과제 공모 X-문제

연번	X-문제명
1	비닷물에 녹아 있는 유용한 광물자원을 경제적으로 추출할 수 있을까?
2	기존에 알려진 재료들의 물성을 뛰어넘는 새로운 개념의 메타물질을 만들 수 있을까?
3	인공지능의 한계가 어디이며 추론 과정에 대한 모니터링이 가능할까?
4	우리가 동물이나 식물과 대화할 수 있을까?
5	흉터 예보 시스템이 가능할까?
6	생체모방 기술로 이식된 조직의 생존을 향상시킬 수 있을까?
7	나무뿌리처럼 물을 저장해줄 인공 나무를 만들 수 있을까?
8	아파트(공동주택 등) 층간소음 대응을 위해 소음의 종류와 발생 위치를 알아내는 장치는 없을까?
9	주변에 아무도 없는데 위급상황 발생 시 자동으로 구조요청을 보낼 수 있을까?
10	아스팔트 및 타이어 마모 등 도로에서 발생하는 유해먼지를 집진/제어할 수 있을까?
11	악천후 상황에서도 안전한 주행안내 정보를 줄 수 있는 방법은 없을까?
12	대형 사건사고의 발생을 사전에 감지하는 예방의 문명 시대로 도약하는데 필요한 과학기술적 방법은 무엇일까?
13	환경재해인 녹조를 예측하고, 제거/활용할 수 있을까?
14	황사, (초)미세먼지 등의 대기오염 물질을 친환경적이면서 효율적으로 정화할 수 있을까?
15	다수의 질병을 예방하는 방법은 없을까?
16	ICT-융합기술을 이용하여 전염병 예방과 확산을 방지 하는 방법은 없을까?
17	생체 내 영양소와 유해 오염물질을 스스로 측정하거나 조절하는 것이 가능할까?
18	증력을 제어하여 우리에게 이로운 기술을 개발할 수 있을까?
19	인간의 오감을 복원/확장/축소/상호변환 하거나 운동능력을 복원/향상 할 수 있을까?
20	꿈, 기억, 감정을 측정 및 저장/제거할 수 있을까?
21	과학기술을 도입하여 한국 국가청렴도를 높일 수 있을까?
22	분자 하나에 대량의 정보를 저장하여 매체로 사용할 수 있을까?
23	산소가 없는 환경에서 누구나 10분 이상 생존할 수 있을까?
24	우주물질을 모사해서 우리에게 도움이 될 수 있을까?
25	국지성 폭우를 신속히 예측하여 피해를 줄일 수 있을까?

<X-문제별 설명>

<p>(1) X-문제</p>	<p>바닷물에 녹아 있는 유용한 광물자원을 경제적으로 추출할 수 있을까?</p>
<p>배경</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지구 표면의 약 71%는 바다이며, 바닷물은 전체 지구에 존재하는 물의 약 97%를 차지합니다. ■ 바닷물에는 일상적으로 사용하는 소금의 구성 원소인 나트륨(Na)과 염소(Cl) 뿐만 아니라, 산업적으로 활용도가 높은 마그네슘(Mg), 몰리브덴(Mo), 리튬(Li) 등 다양한 광물자원도 녹아 있습니다. ■ 낮은 농도로 인하여 아직까지 경제적인 회수가 어려운 유용 광물자원을 효과적으로 회수할 수 있다면(예, 리튬은 바닷물 1 리터에 0.17 mg 존재), 국내 고유자원 확보 및 2차전지 등 관련 산업 경쟁력 확보에 큰 도움이 될 것입니다.
<p>선행연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지금까지 해수 이용기술은 바닷물의 담수화 기술에 초점을 맞추어 개발되고 있습니다. 해수 담수화 기술은 해수에 존재하는 염분 및 기타 광물들을 분리/제거하여 공업용수나 식수와 같은 용도로 사용하는 기술입니다. ■ 바닷물에서 소금, 브롬, 마그네슘 등이 상업적인 목적으로 추출되고 있으나, 그 종류와 양이 매우 한정적입니다. ■ 최근 낮은 농도로 존재하지만 부가가치가 높은 리튬을 회수하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있지만, 아직 경제성이 부족한 상황입니다.(일본 Saga 대학 해양에너지연구소, AIST Shikoku 센터, 한국지질자원연구원, 한국에너지기술연구원 등)
<p>기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ ‘유용 광물자원의 무한 생산공장인 바다’에서 산업적으로 활용도가 높은 리튬, 몰리브덴 등을 지속적이고 환경 친화적으로 추출해서 이용할 수 있다면, 자원고갈, 환경과괴 등의 문제를 극복하는 데 있어서 큰 도움이 될 것입니다(“0.17 mg과의 사투. 바다에서 하얀 석유 뽑아낸다”, 대덕넷 2017.6.21.) ■ 예를 들어 리튬은 노트북, 휴대폰, 전기자동차 등에 사용되는 2차전지의 필수 금속으로 수요가 급증하여 세계 자원전쟁의 핵으로 떠오르고 있으며, 국내의 경우 리튬 부존량이 없어 신전략광물로 지정된 바 있습니다.

(2) X-문제	기존에 알려진 재료들의 물성을 뛰어넘는 새로운 개념의 메타물질*을 만들 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 새로운 전자, 광학 장비와 탈 것 등에서 눈부신 기술발전이 이루어지고 있으나, 전기자동차나 핸드폰의 배터리가 폭발하는 등 성능은 대폭 향상되었으나 그에 반하여 그를 구성하는 성분 자체의 물성, 특성은 변화 요구 폭을 따라가지 못하고 있는 실정입니다. ■ 특히, 최신 기기 및 장비에 쓰이기 위해서는 가벼우면서 강하거나, 강도가 높으면서도 동시에 질긴 성질을 갖거나, 또는 유연하면서도 파괴가 쉽게 되지 않는 것을 필요로 하는 등, 완전히 상반되는 기계적 물성을 모두 지니는 것을 필요로 합니다. 하지만 Ashby plot을 보면 기존 재료와 복합체의 경우 서로 상반되는 물성을 모두 만족시킬 수 없다는 일반적인 원칙을 잘 알려주고 있습니다. 이러한 부분은 광학적, 전기적, 자기적 성질에도 적용 될 수 있습니다. ■ 플라즈모닉 나노소재 등에 기반을 둔 기존과 다른 개념이거나 존재하지 않는 메타물질이 현재 크게 각광을 받고 있습니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ Science 339, 773 (2013)을 보면 기계적 물성-물질 간의 기존 원칙을 어떻게 타개할 수 있는가에 관한 힌트를 자연물에서 얻을 수 있습니다. 위 논문에서는 비전통적인 기계적 물성의 달성을 위해서는 단순한 공정의 개선이나 신소재의 도입 외에, 원자, 분자, 나노, 마이크로, 매크로 구조 등 계층적 수준에서 복잡한 상호작용의 조작이 불가피하다고 지적하고 있습니다. ■ 이를 위해서는 소재의 디자인과 이용 방법을 근본적으로 바꿔서 접근하는 패러다임의 변화가 요구됩니다. 그러나, 상반된 물성의 요구치를 동시에 달성할 수 있는 메타물질의 개발은 현재 사용되고 있는 개념과 기술로는 쉽지 않아 보입니다. 이는 단순히 기계적 특성에 국한되는게 아니라 광학적, 전자기적 특성에도 해당됩니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기존에 불가능하다고 알려진 물성을 뛰어넘는 물질을 개발한다면, 지금까지 참이라고 알려져 왔던 기계적 물성-물질 간의 관계, 빛과 물질과의 상호작용 및 그 한계점에 대한 이론과 실험들에 있어서 새로운 방향을 제시하고 현재로서는 상상하기 어려운 새로운 응용 분야의 개척이 가능할거라고 봅니다. (예를 들어, 안보이는 망토) 이는 과학기술적으로 매우 의미 있는 진보라고 할 수 있고 신소재 /소자 디자인과 활용에 새로운 패러다임을 제시할 수 있습니다. ■ 광학 디바이스, 바이오메디컬 플랫폼, 에너지 디바이스, 플렉서블 디스플레이, 웨어러블 디바이스 등 첨단 소자의 구성 재료로 적용이 가능하므로 경제적 가치를 새로 창출하고 부가가치를 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 사회 전반적인 변화를 이끌어 낼 수 있는 가능성 역시 매우 높다고 할 수 있겠습니다.

*메타물질: 자연계에 존재하지 않는 특성을 구현하기 위해 빛의 파장보다 매우 작은 크기로 만든 금속이나 유전물질로 설계된 메타 원자(Meta Atom)의 주기적인 배열로 이루어진 물질. 메타물질은 자연적인 물질들이 할 수 없는 방식으로 빛과 음파를 상호 작용하도록 설계, 투명망토와 고성능 렌즈, 효율적인 소형 안테나, 초민감 감지기 같은 새로운 응용 분야에 적용

(3) X-문제	인공지능의 한계가 어디이며 추론 과정에 대한 모니터링이 가능할까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2016년 3월 한국 바둑프로기사 이세돌과 구글 딥마인드사가 개발한 알파고의 바둑 대결에서 1대4로 패한 사건은 사람들에게 충격을 준 세계적인 사건이었습니다. ■ 이번 바둑 대결 결과로 가까운 미래에 인간의 직업을 인공지능이 대체할 수 있고, 더 나아가 인공지능이 인간을 지배하는 사회에 대해 막연한 불안감이 생길 수 있습니다. 따라서 인공지능이 스스로 진화하는 경우에도 인간과 공존하고 인간에 의해 통제 될 수 있도록 인공지능의 진화에 대해 통제기술 마련이 필요합니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전통적인 계산이론(Theory of computation)에서 계산 가능성에 대한 연구를 인공지능으로 확장함으로써 인공지능의 한계를 이론적으로 확인하였습니다. (J.B. Pollack, On connectionist models of natural language processing, Ph. D. Dissertation, Computer Science Dept, University of Illinois, 1987) ■ RNN(Recurrence Neural Network)이 튜링기계와 동일한 계산 능력을 갖추었음을 증명하였습니다. (Hava T. Siegelmann, et al, "Computational capabilities of recurrent NARX neural networks," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B Vol.27, No.2, pp208-215, 1997) ■ NTM(Neural Turing Machine)을 설계하여 튜링기계의 메모리 읽기/쓰기, 상태 제어를 시뮬레이션하고, 가장 짧은 경로 찾기 같은 간단한 알고리즘을 NTM에서 학습을 통해 만들 수 있음을 시연하였습니다. (Alex Graves, et al, "Hybrid computing using a neural network with dynamic external memory," NATURE, Vol.538, 27 October, 2016)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인공지능의 기술적 모순(예:판단 충돌)을 미리 방지 하여 인간에 이롭고, 인간과 공존하는 인공지능 사회 대비 방안 마련할 수 있습니다. ■ 인공지능이 스스로 진화할 경우 인간의 통제가 가능한 기술적 방법에 대한 연구를 컴퓨터 과학을 통해 실현하였습니다. ■ 인공지능 진화의 이론적, 기술적 한계를 연구하여 인간의 이익과 상충된 상황의 대응 기술을 개발하였습니다. ■ 인공지능을 통한 변화에서 느끼는 일반 대중의 불안감을 해소하고 미래 사회를 위한 정책 마련에 도움될거라 생각됩니다.

(4) X-문제	우리가 동물이나 식물과 대화할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 개와 고양이가 싸우는 이유가 배를 보이는 동일한 자세가 종에 따라 복종과 공격의 의미로 다르게 해석되기 때문이라고 합니다. 동식물의 행동양식이나 반응 패턴을 분석하여 활용할 수 있다면 동물이나 식물과의 양방향 대화도 가능할 것입니다. ■ 이러한 기술을 활용한다면 반려견의 생각을 읽을 수도 있고, 가축을 키우거나 식물을 재배하는 데에도 도움을 줄 수 있고, 해충을 퇴치하는 데에도 활용이 가능하지 않을까 기대됩니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인공지능 패턴인식 방법 등 기술을 이용하여 동물의 행동을 패턴 분석하여 감정 상태를 분석하려는 연구가 진행 중이며, 철새들의 이동 시기를 예측하기 위하여 행동양식의 패턴을 이용하기도 하는 경우도 있습니다. ■ 가축의 건강상태 파악을 위해서 행동양식을 이용하기도 하는데, 이는 반려동물과 소통하거나, 목축의 효율성을 증대하기 위한 방안으로도 활용이 된다고 합니다 (Lecture note in AI 1739). 최근에는 반려동물과 의사소통을 하기 위해 PCA 분석을 기반으로 한 동물언어 번역기 개발이 시도되기도 하였습니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 신생아와도 대화할 수 있게 되어 불필요한 의료 사고 방지 효과가 기대됩니다. ■ 농축산업에 활용하여 생산성을 높이고, 가축 전염병의 조기발견에도 도움이 될 수 있습니다. ■ 야생동물의 침범 방지 및 해충 예방 등 미래 사회의 극한 체험 욕구에 동반되는 위험을 줄일 수 있으며 반려동물과의 교감 증가로 인간의 정서적 안정과 관련 산업의 활성화도 기대됩니다.

(5) X-문제	흉터 예보 시스템이 가능할까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한 연구의 환자 대상 설문조사에서 “흉터의 예측방법 개발 및 흉터 생성의 최소화”를 재건수술시 가장 필요한 의료기술이라 답할 정도로 흉터에 대한 관심과 우려가 있습니다. ■ 하지만 개인별, 부위별로 다양한 물리 화학적 요인들이 흉터의 형성에 관여하여 그 메커니즘이 매우 복잡하고, 증별 흉터 형성 과정에 차이가 있어 동물 모델을 통한 연구도 쉽지 않습니다. ■ 데이터주도역학(Data-driven Mechanics)의 도입과 의학·기계공학·생명공학·데이터공학 등 다양한 분야의 연계 및 융합으로 극복이 가능할 것으로 보입니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 역사적으로 다양하고 수많은 흉터에 대한 연구들이 있었지만 예측모델은 부재인 상태입니다. (Claire, 2016/ Ogawa, 2011/ Fynn, 2010 등) ■ 흉터 형성 인자와 연관된 피부 물성을 측정하고 처리하는 기술에 대한 다수의 선행 특허문헌이 검색되지만 측정된 피부 특성과 흉터 형성 간의 연관성을 밝히거나 흉터의 변화를 예측하는 내용은 없습니다. (한국, 2009/ 미국/ 유럽, 2009/ 일본, 2002 등)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 흉터 발생에 대한 예보 시스템을 통해 고위험군을 선별하고 이들에게 예방적인 치료를 집중적으로 시행함으로써 의료 만족도를 높이고 삶의 질 향상에 도움을 줄 수 있을 것입니다. ■ 정확한 흉터 스크리닝 과정은 흉터 치료의 패러다임을 완전히 바꾸어놓게 될 것입니다. 또한 미창출된 수요를 찾아내고 일자리 창출에도 도움이 되고 국가 사회에 기여할 것으로 사료됩니다. ■ 흉터 예보 시스템을 응용하면 인공피부나 인공 신체 제작 등 다른 신체조직에 대한 연구 및 적용으로 확장 가능할 것으로 보여 의료 산업에 전반적으로 미치는 파급효과가 매우 클 것입니다.

(6) X-문제	생체모방 기술로 이식된 조직의 생존을 향상시킬 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 암 절제 수술이나 외상으로 인해 많은 양의 조직 결손이 발생할 경우 다른 신체부위의 조직을 떼어 이식해 주는데, 이 과정에서 동맥과 정맥을 이어주는 고난도 기술이 필요합니다. ■ 수술 후에도 혈관벽의 얇은 정맥이 막히면서 이식된 조직에 울혈이 발생하는 경우가 가장 치명적인 합병증 중 하나입니다. ■ 의료용 거머리를 이용해 울혈된 조직에서 피를 빼어주는 조치를 취하게 되는데, 이는 미관상, 위생상 좋지 못하며 감염을 유발하거나 심한 경우 알러지 반응을 일으키는 등 부작용이 있습니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 이러한 생물요법의 단점을 보완하기 위한 정맥 도관법 (Mozafari et al., 2011), 흡혈기계 (Hartig et al., 2003) 기계형 거머리 (Conforti et al, 2002) 등의 시도가 있었으나 기술적으로 너무 단순하여 부황기계 수준에 그치고 있습니다. ■ 핵심 특허가 17개로 조사되었으나 응고방지 제어나 약물전달 기술에 국한되어 있습니다. ■ 생물학적 거머리를 제대로 모사할 수 있도록 산소포화도 sensing 능력, 음압정밀제어기술, 미세도관기술, 응고방지 제어기술 등이 포함된 관련 기술 개발이 필요합니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 재건수술을 시행받는 환자에게 실질적인 도움을 주고 의료진의 업무를 덜어 환자에게 더 집중할 수 있게 해줍니다. ■ 스마트기술 접목으로 원격제어가 가능하며, 상용화시 병원중심의 의료체계에서 환자, 개인 중심의 의료체계로 변화가 가능합니다. ■ 의료분야에서 기계 및 로봇 개발에 대한 미충족 수요를 진작시켜 의료 및 공학 분야의 연구를 활성화시키는 기폭제가 될 것입니다.

(7) X문제	나무뿌리처럼 물을 저장해줄 인공 나무를 만들 수 없을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기상 변화와 문명 개발에 의해 수목이 말라죽어 건조한 나대지가 출현하는 사막화가 세계 곳곳에서 발생하고 있습니다. ■ 이러한 사막화 방지를 위해서는 나무처럼 물을 저장하고, 물 증발을 막는 기술 개발을 통해 수목이 살 수 있는 환경조성이 필요합니다. ■ 우리나라의 경우도 향후 물 부족이 예상됩니다. 현재 높은 인구밀도와 여름에 집중된 강수량으로 물 이용률이 낮으며, 향후 불확실한 기후 변화로 인해 더욱 더 어려움이 예상됩니다. 그러므로 물 관련 기술 개발이 필요합니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rainwater Harvesting and Water Management에 관한 다양한 방법들이 제시되었습니다. (http://portal.unesco.org, 2006) ■ 물 저장과 방출에 활용할 수 있는 biodegradable cellulose-based hydrogel에 관한 연구가 진행되었습니다. (Materials 2009, 2(2), 353-373)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 우리나라의 물 부족 현상 해결과 세계 곳곳에서 발생하는 사막화 방지를 위한 친환경 적정기술로 활용될 수 있을 것입니다. ■ 현재의 수분 저장 장치는 탱크처럼 물을 보관하는 것이나, 나무뿌리에서 수분을 보관하고 필요에 따라 다시 뽑아 사용할 수 있다면 좋을 것 같습니다.

(8) X문제	아파트(공동주택 등) 층간소음 대응을 위해 소음의 종류와 발생 위치를 알아내는 장치는 없을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 층간소음이 사회적 문제로 대두된 것은 어제 오늘의 일이 아닙니다. 소음의 종류를 잘 몰라 이웃 간에 오해를 불러일으키는 것도 비일비재합니다. 층간소음이 심각한 문제로 번지는 것을 예방하기 위해 소음의 종류와 거리를 제대로 파악하는 것이 급선무입니다. 확실한 소음의 종류와 거리를 알아내고 대처한다면 엉뚱한 오해에서 벗어난 층간소음의 다툼을 줄일 수 있을 것입니다. ■ 또한 확실하게 파악된 소음의 종류와 거리는 소음의 발생지를 현명하게 찾는데 도움을 줄 것입니다. 소음의 종류와 거리를 알아내는 장치는 휴대폰의 앱 혹은 별도의 하드웨어 디바이스가 될 수 있습니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 소음 발생지까지의 거리 및 위치를 측정하는 선행기술은 일부 존재합니다. (일본 공개특허공보 특개평 7-190848, 소음거리 측정 장치 등) ■ 소음 측정장치에 관련된 기술로는 스마트폰을 이용해 소음 크기를 측정하는 앱 및 기술이 SKT에서 소개된 바 있습니다. 또한 소음의 위치(거리 및 방향)를 측정하는 기술로는 여러 가지 마이크로폰을 이용하여 소음 도달까지의 위상 편차 등을 고려해 측정하는 기술이 있습니다. ■ 층간소음 방지를 목적으로 세대별로 소음 측정 수단을 구비하도록 하여 소음 발생 위치를 추정하도록 하는 기술도 있습니다. (KR 10-2013-0100861 층간진동감지 소음분석장치를 이용한 층간소음 정보 관리시스템 등)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 아파트에서 발생하는 층간 소음 같은 경우는 아파트 구조물을 통해 소리가 전달되거나, 구조물 등에 의해 소리가 반사되어 들리기도 하는 등 그 위치를 적절히 찾기 어렵습니다. ■ 이를 고려하여 아파트와 같은 곳에서 소음 발생 위치를 추정하는 기술이 있다면 층간 소음 분쟁 해결에 도움이 될 것으로 보입니다.

<p>(9) X문제</p>	<p>주변에 아무도 없는데 위급상황 발생 시 자동으로 구조요청을 보낼 수 있을까?</p>
<p>배경</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 최근에는 싱글남, 싱글녀, 기러기 아빠, 독거노인 등 혼자 사는 사람들이 많이 존재합니다. 이러한 사람들에게는 주변에 사람이 별로 없기 때문에 도움을 받기는 쉽지 않습니다.
<p>선행연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 특허로는 개인 휴대 단말기를 이용한 응급구조 시스템(한국 공개특허공보 10-2008-0004124), 긴급 상황보고 방법 및 장치(한국 공개특허공보 10-2004-0071801) 등이 있습니다. ■ 또한 국외 특허로는 휴대 의료 단말 및 휴대 의료 단말을 이용한 의료 지원 시스템(일본 공개특허공보 2005-245828)이 존재합니다.
<p>기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 개개인이 패용하는 단말기가 개개인의 생체 징후를 자동으로 측정하고 감지한 후 위급한 상황으로 판단되는 경우 미리 정해진 응급 구조센터에 정보를 주는 기술은 특허 출원되고 공지된 기술입니다. ■ 위험상황에 대한 오판단 여부를 줄이고 정확하게 개인의 위험 상황을 판단할 수 있는 방법 및 오판단시 불필요한 경제적, 인적 손실을 줄일 수 있는 방법도 같이 고민해 보면 좋을 것 같습니다.

<p>(10) X문제</p>	<p>아스팔트 및 타이어 마모 등 도로에서 발생하는 유해먼지를 집진/제어할 수 있을까?</p>
<p>배경</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 최근 삶의 질 향상과 관련된 생활 기본권이 중요시되면서, 유해 환경에 대한 경각심이 과거보다 중요시되고 있습니다. ■ 미세먼지는 도시화 및 산업화에 따른 대기오염뿐만 아니라, 아스팔트와 타이어의 마모로부터 엄청나게 생성됩니다. 고속도로나 큰 도로에서 만이라도 이를 집진하여 대기로 방출되는 것을 막을 수 있으면 좋을 것입니다. ■ 미세먼지는 그 입자 크기에 따라 결정되는 것으로, 특히 도로에서 아스팔트 및 타이어 마모 등으로 인해 발생하는 유해먼지는 주거지역에 까지 커다란 영향을 끼치고 있습니다.
<p>선행연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도로에서 발생하는 미세먼지를 제거하는 기술에 관한 국내 공개특허가 출원된 바 있습니다. ■ 아스팔트 콘크리트 포장도로 절삭면의 미세먼지 및 이물질 제거장치 (국내 공개특허공보 10-2009-0124460), 미세먼지 청소차(국내 등록특허공보 10-0810152), 도로용 미세먼지 제거시설물(국내 공개특허공보 10-2007-0097771)
<p>기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ X문제가 해결된다면 도로 뿐만 아니라 주거지역에서 미세먼지를 제거할 수 있는 효율적인 수단으로 활용 가능할 것이며 보다 깨끗하고 안전한 환경에서 건강하고 쾌적한 생활이 가능할 것입니다. ■ 뿐만 아니라, 미세먼지 및 유해물질로부터 자연 환경 보호가 가능하며 다양한 공기 정화관련 산업 분야에 활용될 것으로 기대됩니다.

(11) X문제	악천후 상황에서도 안전한 주행안내 정보를 줄 수 있는 방법이 없을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 짙은 안개나 비 또는 눈보라가 심할 경우에 운전을 하다 보면 전후방 및 측방에 대한 상황 파악이 안 되어 교통사고의 위험을 느낄 때가 많이 있습니다. 다양한 악천후 상황들에 대처하기 위해서는 인간의 인지 능력이나 범위 밖에 있는 상황들을 파악해야 하며 이를 위해 갖가지 제약 조건 하에서도 전방위적으로 시야 확보를 도와 줄 수 있는 다양한 기술들이 개발되어야 합니다. 운전자를 위한 인터페이스 방법으로는 전면 유리창이나 네비게이션 디스플레이 등을 활용하여 이런 정보들을 선명하게 표시하면 좋을 것 같습니다. ■ 이런 기술들은 운전자, 승객, 보행자 등 모든 사람의 안전을 위해 꼭 필요해 보이며, 이런 기술이 개발되어 상용화된다면 기존 기술의 한계를 넘는 수준으로 추후 경제적 효과도 대단히 클 것으로 예상됩니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 한 연구그룹은 카메라를 통해 촬영된 전방 도로 영상으로부터 차선 정보를 획득하여 차선 변경 안내, 차선 이탈 경고, 커브 주행 안내 등의 기능을 갖춘 시스템을 구현하였습니다. Jeong-Woo Lee, et al. “Development of Lane-Level Guidance Service in Vehicle Augmented Reality System”, Advanced Communication Technology (ICACT), 2015 17th International Conference on, (Seoul, Korea), 2015. ■ 외국 연구 그룹은 HUD에 주행 차선, 전방 차량의 위치를 표시하여 운전자의 충돌 회피 능력을 검증할 수 있는 주행 시뮬레이션 시스템을 제안하였습니다. Vassilis Charissis, “Enhancing human responses through augmented reality Head-Up Display in vehicular environment”, Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT), 2014 11th International Conference & Expo on, (Melville, New York), 2014.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 야간·악천후와 같은 차선 가시성이 떨어지는 주행 환경에서도 안정적으로 시각적인 차선정보를 제공함으로써 주행 안전성을 크게 증가시킬 수 있을 것입니다. ■ 또한 교차로와 같은 여러 개의 차선이 복잡하게 얽혀 있는 주행 구간에서도 운전자가 따라가야 하는 차로 정보를 명확히 구분해 제공함으로써 주행 편의성을 증가시킬 수 있을 것으로 보입니다.

<p>(12) X문제</p>	<p>대형 사건사고의 발생을 사전에 감지하는 예방의 문명 시대로 도약하는데 필요한 과학기술 방법은 무엇일까?</p>
<p>배경</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 과학기술의 발달, 사회 구성원의 다양한 욕구, 환경의 급격한 변화 등으로 우리사회의 미래는 불확실성이 증대되고 있습니다. 하인리히의 법칙처럼 사건이 발생하기 전에 300번의 신호와 29번의 경고가 있다면 이를 사전에 막을 수 있을 것입니다. ■ X문제로 선정한 이유는 우리사회를 사후 대응이 아닌 사전 대응, 사고가 나도 결과만 좋으면 된다는 목적 지향적 태도에서 다소 늦더라도 모든 구성원이 함께 결승선을 넘어보자는 과정 지향적 태도로 바꾸는 것을 지향하고 있기 때문입니다.
<p>선행연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 질병예방을 위해 노력한 의사들에게 보상하는 영국이나 개인이 예방 차원에서 자신의 건강관리를 한다면 일정한 적립액을 주어 55세 이후 사용할 수 있도록 하는 싱가포르의 사례는 눈여겨볼만 합니다. (청년의사 2012.9.10.) ■ 새로운 과학기술을 범죄 예방에 활용하기도 합니다. 미국 뉴멕시코대 연구팀은 충동 조절과 감정에 관여하는 전대상 피질의 활동이 저조할수록 재범률이 높게 나타난다고 발표했습니다. (Aharoni, Eyal, et al. "Neuroprediction of future rearrest." Proceedings of the National Academy of Sciences 110.15 (2013): 6223-6228.).
<p>기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 예방은 결과에만 보상하는 사회에서는 실현되기 어려운 과제입니다. 예컨대 이미 발병한 병을 낫게 한 의사가 더 돋보이는 사회에서 아직 발병하지 않은 미병(未病)을 다스리는 의사는 칭찬받기 힘듭니다. 미병을 다스리자면 더 높은 수준의 능력이 필요한데도 그렇습니다. ■ 다양한 과학기술적 접근을 통해 예방 문명의 초석을 놓아보는 것이 본 X문제의 목표입니다.

(13) X문제	환경재해인 녹조를 예측하고, 제거/활용할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해마다 녹조가 발생하고 있으며 직·간접적인 경제적 손실이 막대합니다. 녹조는 착색, 독소 생성, 수중 생태계 교란/파괴 등을 일으키며 관광업, 어업뿐만 아니라 식수원 공급에도 큰 영향을 주고 있습니다. ■ 지금까지 맛/냄새/독성/위해성 조사, 원인규명/성장억제/모니터링, 사전예방/제거기술 등 다양한 기술이 연구되고 있으나 효과적인 녹조 대응기술이 아직 확보되지 못한 상황입니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 미 과학자들은 지리학적 영양분 사용, 인 부하/방류 정보, 기후변화 정보, 호수 바람/온도 현장계측, 호수 침전물 분석자료, 수력학적 모델, 인공위성 자료 등을 이용해 Erie 호수의 녹조 현상을 분석하고 예측모델을 제시한 바 있습니다. (Michalak et al. Proc Nat'l Acad Sci USA 2013;110:6448-52) ■ 녹조 제거/회수 기술로 초음파, 화학약품, 가압부상 분리장치 등 물리·화학적 방법과 천적 미생물과 바이러스, 해조류에서 추출한 생리활성물질 등 생물학적 방법이 보고되었으나, 아직 생태계가 수용할 수 없거나 경제성을 극복하지 못하여 상용화되지 못한 상태입니다. (KISTI, 미래 기술트렌드 및 유망기술 10선, 2013) ■ 녹조현상을 일으키는 유해한 남조류를 활용하여 친환경 발광 탄소 나노입자 생산기술이 개발되었고, 항암 화학치료제 독소루비신과의 결합을 통해 암세포를 선택적으로 치료하는 동시에 진단영상 검사가 가능합니다. (Lee et al., Sci Rep 2014;4:4665) ■ 현재 재해/재난 분야에서는 데이터를 접목하여 예측을 하고 있으며, 생태환경에서도 빅데이터를 접목한 분석/예측 시스템 기술이 중요시 되고 있습니다.(정보통신기술진흥센터, IoT기반 생태환경 감시 및 예측 기술 동향. 2014.)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 녹조를 예측하고 효과적으로 제거/활용할 수 있다면, 환경문제 해결 뿐만 아니라 녹조 자원화(에너지, 소재, 의약품 등) 측면에서 큰 경제적 효과를 기대할 수 있을 것입니다.

(14) X문제	황사, (초)미세먼지 등의 대기오염 물질을 친환경적이면서 효율적으로 정화할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 황사와 (초)미세먼지 등과 같은 대기오염 관련 질문은 국민건강뿐만 아니라 사회·경제적인 면에서도 위협으로 인식돼 근본적인 해결 요구부터 다양한 아이디어까지 제기됐습니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 미세먼지와 황사에 대한 대책은 다방면에서 연구되고 있습니다. 박해우 외 4인은 철 성분의 미세먼지 포집을 위한 자성 필터 연구 결과를 발표한 바 있습니다. (한국대기환경학회지, 2015). ■ 하지만, 자성물질을 포함한 미세먼지는 자석 필터를 통해 효과적인 포집은 가능하나 모든 미세먼지(특히, 초미세먼지)에 적용 가능한 것은 아닙니다. 양한 종류의 오염물질 정화에 효율적이면서도 친환경적으로 적용 가능한 나노/마이크로 원천 기술 개발이 필요합니다. ■ 중국의 경우 스모그를 열려서 땅에 떨어뜨릴 수 있는 화학물질을 실은 무인기를 이용해 한번 비행으로 반경 5킬로미터의 스모그를 없앨 수 있다고 발표한 바 있습니다. (MBC 뉴스, 2014.3.12.) ■ 비행선 형태의 공기정화 기술에 대한 특허가 미국에서 등록되거나 출원된 바가 있습니다 (Mobile airborne air cleaning station : US 5147429 A (James Bartholomew, Dino M. Gentile, 1990), Flying air purifier : US 8920537 B2 (Aya SEIKE, 2011)). ■ 보다 친환경적이고 경제적으로 널리 활용이 가능한 나노/마이크로 정화 시스템 개발이 필요합니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내에서는 원천기술을 활용하여 대기 중의 오염물질(특히, 황사, 초미세먼지 등)을 정화하는 나노/마이크로 기반 기술이 거의 없습니다. 해당 기술이 새로이 개발되어 활용된다면 국민건강 향상과 경제적 임팩트도 클 것이며 기상과 지구환경 관련된 여러 분야로 확장하여 응용이 가능할 것으로 전망합니다.

(15) X문제	다수의 질병을 예방하는 방법은 없을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모든 질병을 치료하는 백신에 대한 요구가 많습니다. 이를 달리 해석하면 병이 생겼을 때 이를 치료하는 방법이 아닌, 병이 오기 전에 미리 막을 수 있는 방법을 묻는 것으로도 볼 수 있습니다. ■ 절식(저칼로리 섭취)과 운동은 암, 당뇨 등 여러 질환을 예방하는 것으로 알려져 있습니다. 항산화제, 메트포르민 등이 포함된 음식이나 약물은 세포수준이나 동물실험에서 절식과 운동과 같은 효과를 나타내기도 합니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 만능백신(universal vaccine)에 대한 연구는 최근 들어 시작되었고 미국 국립알레르기전염병연구소(NIAID)에서는 바이러스에서 돌연변이가 심한 머리 부분이 아니라 돌연변이가 별로 일어나지 않는 기둥 부분을 이용하여 백신을 만든 결과 여러 종류의 바이러스에 대항할 수 있다고 보고했습니다. (영국 가디언지, 2015.8.24) ■ 당뇨병의 1차 약인 메트포르민은 수십년간 장기 복용하였을 때 역학연구에서 암, 심장질환을 예방하는 것으로 알려져 있습니다. 최근 미국 알버트 아인슈타인 의대는 미국노화연구재단의 지원으로 메트포르민의 다수 질환예방과 건강수명연장 효과에 대한 임상시험을 진행 중입니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기존의 백신이 특정 바이러스만 공격하는 것이라면 만능백신은 어떤 바이러스가 들어와도 이를 방어하는 개념으로 볼 수 있습니다. 한 번의 접종만으로 여러 종류의 독감 변종에 대해 예방이 가능하다면 독감에 심하게 걸리지 않고 치사율도 낮아질 것입니다. ■ 암, 당뇨, 심장질환, 치매 등 만성질환이 예방되고 건강수명이 늘어나면 신체적, 정신적으로 젊은 노인이 많아져서 사회적으로 활동할 수 있는 연령이 늘어나 노인 부양의 필요성이 줄어들어 사회적 부담이 감소합니다.

(16) X문제	ICT·융합기술을 이용하여 전염병 예방과 확산을 방지 하는 방법은 없을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2014년 라이베리아와 기니, 시에라리온 등 서아프리카에서는 에볼라 바이러스가 창궐해 2만 명이 넘는 감염자가 발생하고 1만 명이 넘는 사람이 희생되었습니다. (동아사이언스, 2015.8.9.) 올해 우리나라는 중동호흡기증후군(메르스)으로 36명이 사망하였습니다. ■ 이런 사회적 배경에서 전염병 대처방안에 대한 요구가 커지고 있습니다. 조류독감, 신종플루, 에볼라, 중동호흡기증후군 등 국가적인 차원의 대응이 필요한 전염병에 효과적으로 대처하기 위해 다양한 형태의 정보를 수집해 전염병의 예측·경보에 활용이 필요하다 할 수 있습니다. (금강일보, 2015.4.20.)
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국가과학기술연구회는 2015년 7월 24일 'ICT 기반 국가 감염병 대응역량 제고 토론회'를 통해 ICT를 기반으로 한 감염병 위기대응 및 해결방안에 대해 논의한 바 있습니다 (디지털타임스, 2015.7.23). ■ SAP코리아는 2015년8월13일 “하이퍼커넥티드 헬스케어 컨퍼런스”에서 전염병 퇴치에 사용되는 ‘SAP의 질병추적 및 분석솔루션의 범례’에 대해 소개했습니다. (경향신문, 2015.8.14.) ■ 구글은 독감이 유행하면 관련 검색어가 많아지는 빅데이터를 이용하여, 2008년부터 ‘독감 트렌드’라는 독감 예측 서비스를 하고 있습니다. 미국 질병통제예방센터 데이터와 비교해본 결과 구글의 예측은 신뢰성 높게 나왔습니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사물인터넷, 빅데이터 등 새로운 기술을 이용하여 전염병 확산 예방이 실현된다면 의료기술 및 공공보건 분야에서 획기적인 발전을 이룰 것으로 기대합니다.

(17) X문제	생체 내 영양소와 유해 오염물질을 스스로 측정하거나 조절하는 것이 가능할까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현대인은 공기, 물, 토양, 인공품 등을 통해 다양한 유해물질에 노출되어 있습니다. 아직 밝혀지지 않은 유해물질도 많습니다. 이러한 유해물질로부터 자신의 건강을 보호하고자 하는 마음을 담은 질문이 많습니다. ■ 불규칙한 식습관으로 체내 필요한 영양소를 공급하지 못해 생기는 비타민D 결핍환자가 2013년에는 1만8,637명으로 4년 동안 9배 이상 증가하였습니다. 2013년 국민건강영양조사에 따르면 지난 15년간 한국인의 칼슘섭취는 권장 섭취량 700mg 대비 70% 정도에 불과했습니다. (아주경제, 2015.6.17)
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 환경부는 2007년 “제2차 국민 생체시료 중 유해물질 실태조사”를 통해 혈중 중금속 4종(납, 수은, 카드뮴, 망간)과 요중 중금속 2종(수은, 카드뮴)과 유사물질 대사체 2종(2-naphthol, cotinine) 조사에 착수한 바 있습니다. 또한 상용화된 검사를 통해 간단한 무기질과 수분확인도 가능합니다. ■ Healbe라는 회사에서는 세계 최초로 GoBe라는 웨어러블 칼로리 섭취 측정기를 개발하였습니다. 아직 과학적으로 검증이 되지 않았습니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사람들이 자신의 몸에 있는 영양소와 유해 오염물질을 스스로 측정하고 이런 정보를 바탕으로 필요한 영양소를 공급하며, 오염물질까지 저감시킬 수 있다면 우리 몸의 면역력을 획기적으로 높일 수 있을 것 같습니다. ■ 현대인은 칼로리의 과다섭취로 비만, 당뇨 등 성인병에 쉽게 노출됩니다. 웨어러블 운동량 측정기기는 많이 있지만 영양섭취를 쉽게 모니터링할 수 있는 것은 아직 없습니다. 성인병 예방 및 건강증진에 획기적인 도움이 될 것입니다.

(18) X문제	중력을 제어하여 우리에게 이로운 기술을 개발할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인류는 옛날부터 새를 보면서 하늘을 나는 것을 동경했고, 이는 비행기를 개발하는 것으로 연결되었습니다. 오늘날 인류는 우주를 탐험할 수 있지만 아직 중력이 어떻게 발생하는지, 중력의 실체가 무엇인지 등에 대해 아직도 제대로 아는 것이 없습니다. 국민들이 중력에 대한 질문을 많이 하는 것도 이 때문인 것으로 보입니다. ■ 중력을 제어하는 기술은 아직은 공상과학 영화에서나 가능한 수준입니다. 최근 개봉한 영화 인터스텔라는 중력과 시간과 공간에 대한 물리학적 지식을 화려한 그래픽과 상상력을 통해 보여주기도 했습니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 중력에 대한 연구는 아직 미미한 수준이며, 2012년 유럽의 CERN에서는 중력과 관계된 소립자 힉스를 발견했다고 발표했고, 2016년 LIGO에서는 중력파를 최초로 관측하는데 성공했다고 발표했습니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 만일, 중력에 대한 연구를 통해 중력을 제어할 수 있는 기술이 개발된다면 교통수단에 큰 영향을 미칠 것입니다. 중력을 10% 줄일 수만 있어도 교통수단의 에너지 효율은 더 높아질 것입니다. 또한 중력의 발생 원리를 이해해 새로운 에너지 발생 장치를 개발할 수도 있을 것입니다. ■ 우리가 중력 제어기술과 같은 혁신적인 기술에 대해 도전하여 연구 성과를 거둔다면 선진국 수준을 뛰어넘어 세계적인 과학기술 강국이 될 수 있을 것입니다.

(19) X문제	인간의 오감을 복원/확장/축소/상호변환 하거나 운동능력을 복원/향상 할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 감각과 관련된 기술들은 감각 간에 상호변환을 피하거나, 새로운 커뮤니케이션 방법을 제시하고 있어 일반인뿐만 아니라 소수/약자를 위해 꼭 필요하다고 볼 수 있습니다. ■ 장애인의 감각과 운동능력을 복원/향상 시켜주는 기술은 사회 및 경제적으로 의미가 크다고 사료됩니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 이스라엘 히브리대 연구진은 시각 정보를 소리로 전환한다면 시각 장애인들도 앞을 볼 수 있다는 연구결과를 발표하였습니다. (Cerebral Cortex, 22(7), (2012): 1698-1709) ■ 현재 인간의 감각을 복원할 수 있게 개발된 신경 보조 장치 중 가장 성공적인 장치로 알려진 인공 와우는 전기신호가 달팽이관을 자극해서 소리를 전달하는 원리입니다. (국제신문, 2015.3.2.) ■ 뇌 신경신호를 측정 분석하여 외부기기를 제어하는 기술인 뇌-기계 인터페이스 (brain-machine interface) 기술이 발전하면서 장애인의 운동능력 향상에 기여하고 있습니다. ■ HERE 360이란 회사에서는 진동하는 복대를 개발하여 지자기 감각을 채득하게 하여 눈을 가리고도 방향을 찾아가는 제품을 개발하였습니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인간의 뇌는 새로운 감각에 쉽게 적응합니다. 감각의 상호변환뿐 아니라 특정 감각을 확장하거나 축소할 수 있다면 인공감각기관의 다양한 개발을 촉진할 수도 있습니다. 더 나아가, 제6감, 제7감을 만들 수도 있습니다. ■ 향후 뇌-기계 인터페이스 기술로 장애인이 뇌 신호를 입이나 손을 거치지 않고 외부 기계로 직접 전달하거나, 외부의 감각 정보를 눈이나 귀를 거치지 않고 뇌로 전달받을 수도 있을 겁니다.

(20) X문제	꿈, 기억, 감정을 측정 및 저장/제거할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 꿈, 기억, 감정 등에 관한 연구는 뇌와 관련되어 있으며, 뇌 관련 연구는 현재 전 세계적으로 매우 활발히 연구되고 있는 분야 중 하나입니다. 그러나 fMRI나 PET을 이용한 뇌기능 연구 정도이며 꿈을 기록하는 것과는 거리가 멉니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 미국 캘리포니아공과대학 연구팀이 인간의 두뇌활동을 지금보다 훨씬 더 정밀하게 기록하고 분석하는 시스템을 개발, 이를 통해 인간의 꿈을 읽어낼 수 있을 것으로 전망하고 있습니다(Cerf, Moran, et al. "On-line, voluntary control of human temporal lobe neurons." Nature 467.7319 (2010): 1104-1108.). ■ 한국과학기술원 생명과학과 김대수 교수 연구팀은 스트레스 저항성이 있는 쥐와 저항성이 없는 쥐의 뇌를 조사해 스트레스 저항성에 왼쪽 전전두엽 활성이 중요한 역할을 하며 이곳을 광유전학적 방법으로 자극하면 스트레스로 인한 우울증을 극복할 수 있음을 발견했다고 밝혔습니다(Eumee Lee, et al. "Left brain cortical activity modulates stress effects on social behavior", Scientific Reports 5, Article number: 13342 (2015)).
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 과학기술적으로 꿈을 연구하는 국내 연구팀은 없다고 해도 무방합니다. 국내에서 관련 기술 개발을 통해 꿈, 기억, 감정의 측정, 저장, 제거가 가능하다면 획기적인 연구가 될 것입니다. ■ 부모나 선생님은 아이들이 말하지 못한 아픔이나 고통이 무엇인지 알고 싶어 합니다. 이것이 실현된다면 우리 아이들의 꿈부터 보고 싶다는 의견들이 많습니다.

(21) X문제	과학기술을 도입하여 한국 국가청렴도를 높일 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 반부패운동단체인 국제투명성기구(TI)에서는 매년 부패지수 (Corruption Perceptions Index, CPI)를 발표하고 있습니다. 부패지수는 국가청렴도라고도 불리며 공무원과 정치인이 얼마나 부패해 있다고 느끼는지에 대한 정도를 국가 별로 비교하고 순위를 정한 것입니다. ■ 한국은 100점 만점에 55점을 기록했으며 이는 ‘절대 부패를 벗어난 정도’로 해석됩니다. 순위로는 175개국 중 43위를 기록, OECD 34개 회원국 중에서는 2014년과 같이 27위로 하위권에 머물러 있습니다. (E-나라지표)
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내에서는 부패지수 측정 모형의 정당성과 개선방향에 대한 연구가 있습니다. (박용치, 이충민. 2005. 한국조사연구학회. 6(1). 1-38.) ■ 현재 부패지수를 해결하기 위하여 한국투명성기구는 2014부패인식 지수 발표와 함께 성명서를 발표했습니다. 성명서에는 부패문제 해결을 최우선 정책과제로 삼고 검찰개혁, 국가적 윤리인프라 재구축, 제도 정비 등을 제안했습니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ X문제에서는 획기적인 부패개혁을 위해 제도, 정책 개선을 넘어 과학기술의 도입을 제안합니다. ■ 이전부터 국책 과제 해결에 과학기술을 활용하는 의견이 많이 대두되었습니다. 중요한 국책과제인 부패개혁에 X-프로젝트가 기여할 수 있기를 기대합니다.

(22) X문제	분자 하나에 대량의 정보를 저장하여 매체로 사용할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 자연에 존재하는 고분자인 DNA는 생명현상에 필요한 유전정보를 염기들(A,G,C,T)의 도입순서를 조절하여 저장하고 있습니다. DNA 분자를 저장매체로 사용하는 경우 정보저장 밀도(단위 부피당 정보 저장량)가 현재 사용되는 플래쉬 메모리 저장매체보다 약 백만 배가 더 큼니다. (Science 2012, 337, 1628) ■ 정보저장 매체로서의 DNA는 기입된 정보를 읽어 들이기 위해서 화학적인 분해를 거친 후 시퀀싱을 해야 하며, 이를 위해서는 많은 시간과 비용이 필요합니다. 따라서 DNA 대신 흔히 사용되는 비닐계 합성 고분자를 정보저장 매체로 사용하되 기입된 정보를 쉽게 읽는 방법을 개발하는 것은 대량의 정보를 저장하는 획기적인 방법이 될 것입니다. ■ 이를 위해서는 천연 고분자(단백질, DNA 등)와 같이 단량체들의 도입순서가 통제되는 서열 특이적 고분자의(sequence-controlled polymerization) 합성을 위한 촉매와 합성법이 개발되어야 합니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 원하는 단량체를 순차적으로 도입시키는 방법은 Bruce Merrifield에 의해 개발되었으나(Nobel 화학상, 1984), 대용량 정보저장에 필요한 거대 고분자의 합성과 대량의 시료 합성이 어렵다. ■ 합성방법의 개량으로 반응의 반복에 따라 정보저장 분자의 크기를 기하급수적으로 증가하는 방법이 개발되었으나, 저장 가능한 정보의 양이 매우 작다. (Johnson et al. Nature Chem. 2015, 7, 810) ■ DNA의 비파괴적 시퀀싱을 통한 염기서열 정보의 해독이 최근 각광을 받고 있습니다. (Nature Nanotechnol. 2016, 11, 127)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 합성 고분자를 정보저장 매체로 이용하는 것은 대량의 정보를 영구 저장할 수 있는 새로운 방법으로 에너지 효율적인 정보 저장을 가능케 합니다. ■ DNA와 같이 서열 특이적 고분자의 합성은 화학자들의 오랜 꿈으로 현실화 되면 분자 컴퓨팅을 가능하게 하며, 또한 생체 고분자의 구조와 기능의 이해, 생명현상의 본질로서의 정보저장과 복제 등의 문제에 해답을 줄 수 있습니다.

(23) X문제	산소가 없는 환경에서 누구나 10분 이상 생존할 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지구표면의 70%는 바다로 이루어져 있으나 인간은 잠수능력이 떨어져 바다와 같이 산소가 부족한 환경(어업, 해양자원개발, 해양스포츠 등)에서 익수사고 등의 위험이 있습니다. ■ 탱크, 동굴 등 산소가 희박한 곳에서 저산소증에 의한 사망사고 등 산업재해가 일어납니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 물속에서 산소를 추출할 수 있는 인공아가미 Triton이 인디고고 크라우드 펀딩을 받았습니다. 그러나 현재 과학적 실현성에 대한 논란이 많습니다. ■ Perfluorocarbon으로 만든 인공혈액에 대한 연구가 많이 진행되고 있으며 응급상황에서 수혈을 대신하거나 허혈성 심장질환, 뇌질환 등에 사용되어 조직의 생존능력을 높입니다. (Castro CI, Briceno JC. Artif Organs. 2010;34(8):622-34). ■ 근육의 미오글로빈을 정상보다 2배 증강시킨 C57BL/6 마우스에서 한쪽의 다리동맥을 결찰하여 허혈을 유발시켰을 때 정상 마우스보다 신생혈관생성이 억제되며(Meisner JK et al. Am J Pathol. 2013;183(6):1710-8) 뉴로글로빈을 증강시킨 마우스에서 뇌경색 및 심근경색을 유발시켰을 때 정상 마우스보다 조직손상이 25~30% 감소하였음을 발견하였습니다. (Khan AA et al. Proc Natl Acad Sci U S A. 2006;103(47):17944-8).
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 물속에서 산소를 추출하거나 인간의 산소함유능력을 향상시킬 수 있는 기술이 개발되면 잠수능력이 향상되어 해양산업, 해양스포츠가 활성화 될 것입니다. ■ 탄광, 공사장에서 질식사고 및 익수사고를 예방하며, 유산소 운동능력이 향상되어 일반인도 마라톤을 완주할 수 있을 것이다. ■ 노인이나 심혈관질환자도 숨이 차거나 다리에 쥐가 나지 않고 계단을 오를 수 있으며 뇌경색, 심근경색 질환을 예방할 수 있을 것이다.

(24) X문제	우주물질을 모사해서 우리에게 도움이 될 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해마다 외계행성들 또는 혜성들의 잔해가 운석이 되어 지구로 떨어집니다. 현재 약 3만 개 이상의 운석이 발견되었고, 한국도 16개의 시료를 보관하고 있지만, 이들에 대한 연구는 성분 분석에 그치고 있는 상황입니다. ■ 우주물질은 지구와는 매우 다른 극한 환경에서 만들어졌기 때문에, 지구에서 관찰되지 않는 특이한 물리적 특성을 지닐 수 있습니다. 예를 들면, 거대 자성 및 미소 전기전도성 등과 같은 새로운 극한물질을 이용하여 혁신적인 미지의 소재를 개발할 수 있습니다. ■ 지구 환경에서는 예상하지 못한 새로운 물질 및 구조체의 제작이 가능할 것이라는 기대감을 줍니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 우주과학 연구소 등에서 여러 가지 분석 기법들과 시뮬레이션 연구를 통해 운석만이 가지는 특이한 성질들을 보고하였습니다. (J.F.J. Bryson, et al. Nature 517, 472 (2015)) ■ 우주물질 모사형 물질은 기존에 알려진 기계적 강도 (Graphene; C. Lee et al. Science 321, 385 (2008)), 자기저항 (WTe₂; M. N. Ali et al. Nature 514, 205 (2014))의 우수성을 뛰어 넘을 수 있는 잠재성을 가지고 있습니다.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 극한의 우주환경에서 만들어진 우주물질을 모사한 물질 또는 구조체들이 보여주는 자성 및 전기전도성 등을 우리 주변에 보이는 모든 것들 (건축물, 자동차, 전자장비, 기계장비 등등)에 적용하면, 기존에 개발된 소재에서 기대하지 못한 획기적인 성능을 확보할 수 있을 뿐만 아니라, 지금껏 경험하지 못한 과학기술의 발전을 이루게 될 것입니다. 기초과학에서도 풀리지 않았던 난제들을 해결할 열쇠를 제공할 기회도 줄 것입니다.

(25) X문제	국지성 폭우를 신속히 예측하여 피해를 줄일 수 있을까?
배경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도시지역의 강우 예측에 어려움이 제기되고 있어 우리나라 기상청은 도시농림기상사업단을 만들어 도시지역의 강수메커니즘에 대한 이해를 증진하고자 노력하고 있습니다. 일본과 유럽 등에서도 최근 기상연구의 핵심적 과제로 도시형 폭우현상의 예측 가능성 제고를 설정하고 있습니다. 그런데 도시형 폭우는 본질적으로 도시화에 수반되어 대두되는 여러 요인들로부터 불규칙한 영향을 받기 때문에 역학적 수치모델을 이용한 예보에 큰 어려움이 있습니다.
선행연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도시강수에 미치는 가장 중요한 3가지 요인으로는 도시열섬화로 인한 대기안정도 감소, 도시구조물의 지면 마찰 증가에 따른 난류의 증가 그리고 오염물질의 배출입니다. 이 중에서 오염물질은 경우에 따라서 강수를 증가시키기도 하고 억제시키기도 하는 대표적인 요인으로 잘 알려져 있습니다(Hujibe, 2012). 또 도시지역에서 나타나는 도시열섬의 집중은 도시지역을 통과하는 기류에 적운이나 적란운을 성장시켜서 제한된 지역에 집중호우를 유발하고, 인접한 지역에는 오히려 강수량을 감소시키기도 합니다. ■ 이러한 이유로 도시지역의 강수는 예측이 어려운 불규칙성을 갖기 때문에 역학적 수치모델을 이용한 예보에 큰 어려움이 상존하고 있습니다. 일반적으로 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 공간적 의존관계를 고려한 공간 회귀모형이 널리 활용되고 있습니다(Cressie, 1993). 이러한 공간적 의존관계를 고려한 통계적 회귀모형에서는 통상적으로 특정 지점에서의 평균적인 강우 예측에 중점이 주어져 도심형 폭우와 같은 특수한 상황에 대한 예측에 어려움이 따를 수밖에 없습니다.(Cressie, N. A. C. (1993). Statistics for spatial data, 2nd edition, Wiley, New York., Hujibe, B. (2012). 都市の氣候變動と異常氣象, Asakusa Press, 132-147.)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 본 문제가 성공적으로 해결되면 현재 사용 중인 600여 대의 자동기상관측장치들을 이용하여 인접 지역에서의 도심형 폭우를 예측할 수 있는 단초가 마련되어 도심형 폭우에 따른 경제적 피해를 줄일 수 있을 것이며 또한 도심지역에 추가로 자동기상관측장치를 설치하기 힘든 님비현상을 어느 정도 극복할 수 있을 것입니다.