

BioIndustry No. 107 (2016-8)

# BioIndustry

바이오인더스트리

글로벌 CRISPR 시장 현황 및 전망

2016. 8



## 글로벌 CRISPR 시장 현황 및 전망

생명공학정책연구센터 연구원 김민정 / 책임연구원 김무웅

※ 본 보고서의 내용은 Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd에서 발간한 'Global CRISPR Market Insights, Opportunity Analysis, Market Shares and Forecast 2016 - 2022 (2016.4)' 보고서를 참고로 생명공학정책연구센터에서 재구성한 것임

### 1. CRISPR 기술 개요

#### 1) CRISPR(크리스퍼)란?

□ 크리스퍼는 박테리아 면역체계 유래의 제한효소로, 특정 유전자의 DNA를 잘라 유전자 기능을 교정하는 3세대 유전자가위로 활용

○ 크리스퍼 유전자가위를 이용하면 질병과 관련된 유전자의 염기서열을 교정하거나 돌연변이가 일어난 특정 부분을 잘라내 원상 복구함으로써 질병을 근원적으로 차단할 수 있어 최근 이를 이용한 유전자치료기술에 대한 관심이 높아지는 추세

- 특히 크리스퍼는 복잡한 단백질 구조인 기존 세대의 유전자가위\*보다 구조적으로 간단하며 정교하고 뛰어난 유전자 교정 성능을 보유하고 있기 때문에 크리스퍼 유전자가위 기술을 이용한 유전자치료기술 개발이 연구계·산업계 등 다양한 주체에서 매우 활발히 추진 중

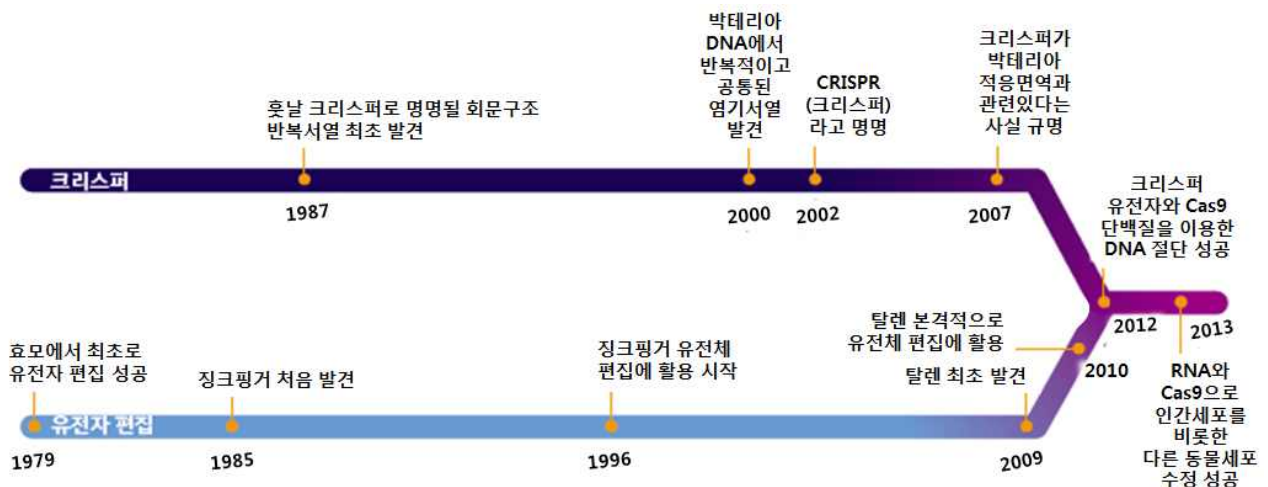
\* 1세대 유전자가위 : 징크핑거 뉴클레아제(ZFN), 2세대 유전자가위 : 탈렌(TALEN)

※ 크리스퍼 유전자가위 기술은 양대 과학 학술지인 Nature지와 Science지에서 2015년 혁신기술로 선정되는 등 과학계에서 획기적 기술로 주목받고 있음

※ 2012년 크리스퍼 유전자가위 기술이 개발된 이래 4년 만에 미국, 중국 등에서 인간 대상의 질병치료 임상시험 시작 계획을 발표하는 등 관련 기술이 급진적으로 발전하고 있음

- 또한 크리스퍼 유전자가위는 유전자치료기술 뿐만 아니라 기초연구, 멸종 동물의 복원, GMO, GEM 등의 동·식물 품종 개발 등 다양한 분야에서 활용 가능

#### <크리스퍼와 유전자 편집의 역사>



출처 : 동아사이언스, 생명공학정책연구센터 재가공

## □ 세대별 유전자 가위기술 원리 및 응용 현황

세대별 기술	세부 내용
1세대, 징크핑거 뉴클레아제 (Zinc Finger Nucleases, ZFN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 아연(<math>Zn^{2+}</math>) 이온에 의해서 구조적으로 안정화되는 징크핑거 단백질 도메인과 뉴클레아제(핵산 분해효소)가 결합한 형태</li> <li>- 손가락과 유사한 구조를 이용하여 특정 DNA에 결합하며, 결합한 염기서열 절단을 위해 Fok1이라는 제한효소 사용</li> <li>- 미국의 캘리포니아 상가모 바이오사이언스(Sangamo Bioscience)는 ZFN를 상용화하여 HIV, 혈우병, 알츠하이머 등의 치료제 임상시험 중</li> </ul>
2세대, 탈렌 (Transcriptor Activator-Like Effector Nuclease, TALEN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물성 병원체인 산토모나스(<i>Xanthomonas</i>)에서 유래한 유전자 가위로 ZFN보다 설계가 쉽고 비용이 저렴한 장점 보유</li> <li>- 타겟하는 DNA의 염기서열에 상보적으로 결합하고, 인식한 염기서열을 자르기 위해 ZFN과 같은 Fok1 제한효소 사용</li> <li>- 탈렌으로 만든 돌연변이를 이용하여, 질병 모델링 세포주 생성</li> </ul>
3세대, 크리스퍼 (CRISPR-Cas9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화농연쇄상구균(<i>Streptococcus pyogenes</i>)의 면역체계에서 유래</li> <li>- 크리스퍼는 모든 유전체에서 규칙적으로 반복되는 짧은 염기서열인 팔린드롬(Palindrome)* 조각 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 팔린드롬이란 DNA 상에서 염기배열이 역방향으로 반복됨으로써 왼쪽과 오른쪽 방향이 똑같이 읽히는 구조</li> </ul> </li> <li>- 팔린드롬 조각들 사이에 끼어있는 염기서열인 가이드(Guide)는 외부 침입 바이러스의 염기서열 인식 및 기록의 기능</li> <li>- 이러한 가이드에 의해 크리스퍼가 타겟 DNA에 정확하게 결합 가능</li> <li>- DNA 염기서열을 자르기 위해 ZFN이나 탈렌과 달리 Cas9이라는 제한효소 사용</li> <li>- 복잡한 단백질 구조가 없고, 깔끔한 염기서열에 절단효소만이 연결되어 세포전달이 쉽다는 장점 보유</li> <li>- 2012년 스웨덴 우메오 대학교와 UC버클리의 연구팀은 크리스퍼로 모든 DNA를 절단할 수 있음을 입증</li> <li>- 최근 MIT 연구팀은 FAH 유전자 돌연변이를 교정하여 타이로신혈증(Tyrosinemia)라는 희귀 유전질환을 치료하여 CRISPR의 잠재력 입증</li> <li>- 타겟 유전자의 염기서열과 유사한 비표적 염기서열에도 변이를 일으킬 가능성을 해결하기 위한 다양한 연구 진행 중</li> </ul>

출처 : 생명공학정책연구센터, BioINwatch(15-47)(2015.6), (원출처 : Popular Science, 2015.5)

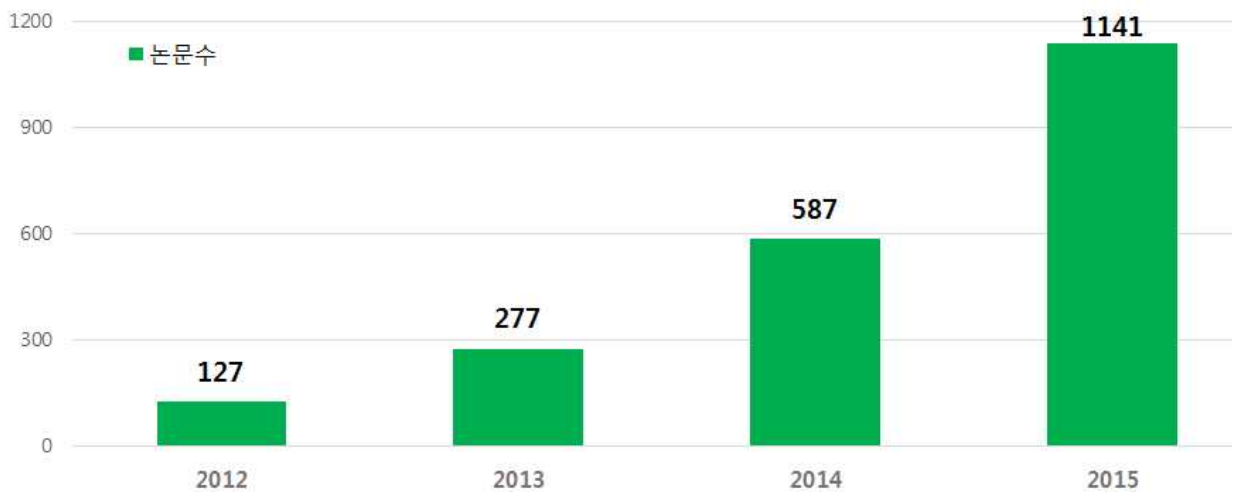
2) CRISPR 관련 기술개발 현황

□ 크리스퍼 유전자가위 기술은 최근 개발된 신기술 분야로, 관련 논문 및 특허 활동이 매우 빠르게 활발해지는 추세

○ 크리스퍼 관련 논문은 2012년 127편에서 2015년 1,141편으로 3년 간 10배 가량 급증  
 - 크리스퍼 관련 특허는 2013년 375건이 출원·등록되었으며 특허활동 주체별로는 바이오기업/제약사를 중심으로 한 산업체에서 44%로 가장 많은 특허를 보유

※ 특히 크리스퍼 유전자가위 기술은 다양한 분야에 활용 가능성이 있어 관련 특허의 부가가치가 매우 높게 평가되고 있으며 이에 따라 원천기술에 대한 특허 분쟁도 발생하고 있음

<크리스퍼 관련 논문 현황(2012-2015, 단위 : 개)>



출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, (원출처 : National Library of Medicine)

<크리스퍼 관련 특허 현황(2013년 기준, 단위 : 개)>



출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, (원출처 : Free Patents Online)

## 2. 글로벌 CRISPR 시장 현황 및 전망

□ 글로벌 크리스퍼 시장은 2022년까지 23억달러 규모로 빠르게 성장할 전망

- (전체 시장) 글로벌 크리스퍼 시장은 2014년 약 2억달러 규모로 작은 규모를 형성하였으나 이 후 6년 간('16~'22년) 연평균 성장률(CAGR) 36.2%로 매우 빠르게 성장하여 2022년에는 10배 이상의 규모인 23억달러 규모로 확대될 전망

<글로벌 크리스퍼 시장 현황 및 전망(2014-2022년, 단위 : 백만달러)>



출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공

- (세계 지역별) 전 세계 지역별 크리스퍼 시장은 북아메리카 지역이 2014년 46%(0.9억달러) 비중으로 가장 큰 시장을 형성하였으며 2020년까지도 가장 큰 비중을 유지할 전망

- 그 다음으로 유럽 지역이 25%(0.5억달러), 아시아-태평양 지역 19%(0.4억달러), 그 외 지역 10%(0.2억달러) 순으로 시장 비중 형성

※ 가장 큰 시장을 형성하고 있는 북아메리카 지역은 국가별로 미국이 80%의 시장을 점유, 그 다음으로 캐나다가 16%의 시장 비중을 차지하고 있음('15년 기준)

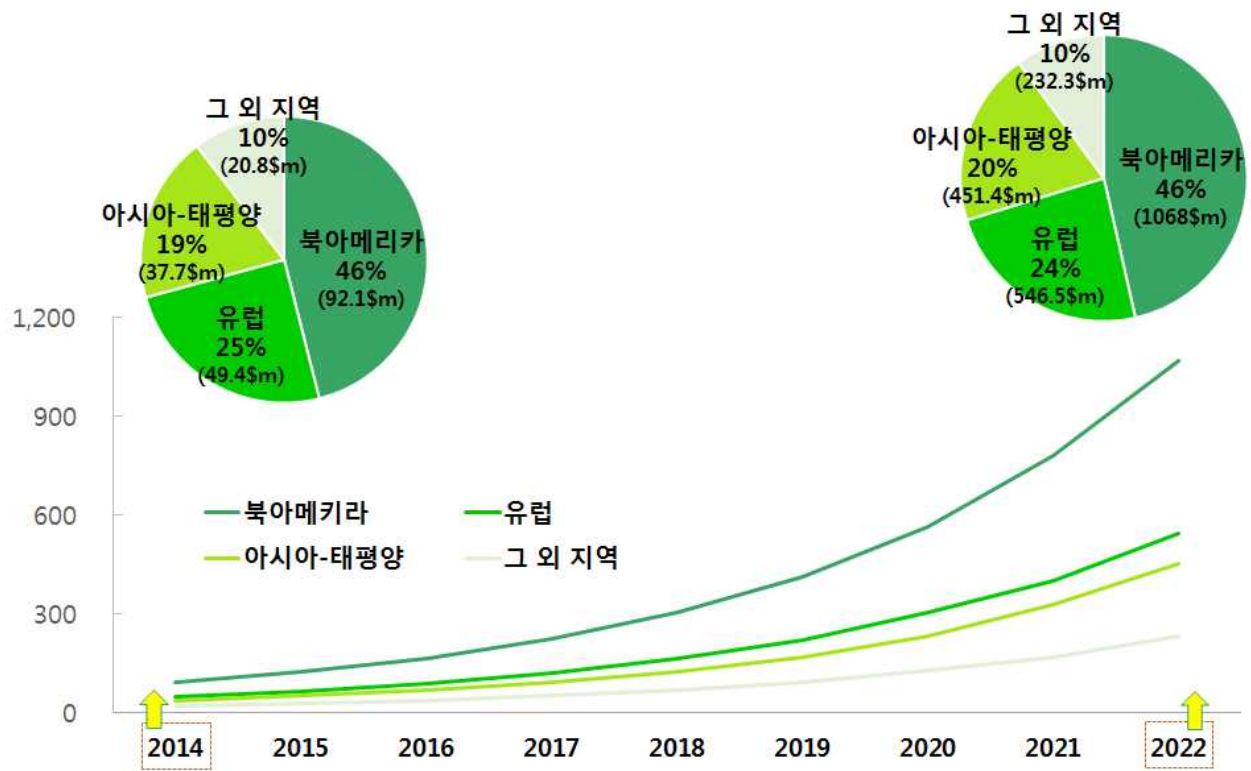
※ 유럽 지역은 국가별로 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 스페인 등의 순으로 관련 시장 규모가 크게 형성되어 있으며 GMO, 인간 배아연구 등에 대한 국가적 차원의 규제에 따라 크리스퍼 시장 형성에 영향을 미치고 있음(영국은 인간 배아의 유전자 편집연구를 최초로 허용하는 등 적극적 크리스퍼 관련 연구 지원)

- 2020년에도 세계 지역별 시장 비중 순위는 변동이 없을 전망이나, 아시아-태평양 지역이 연평균('16~'22년) 37.1%의 성장률로 가장 빠르게 성장하여 20%의 비중으로 확대될 전망

※ 아시아-태평양 지역은 인도, 중국 등을 중심으로 한 아시아 국가들은 유전체 편집 분야 정부투자 지원이 적극적이며 바이오/제약시장이 급격히 성장하고 있는 추세와 연결되어 관련 기업 성장이 적극적으로 추진될 것으로 예상됨에 따라 향후 크리스퍼 시장도 빠른 성장이 전망됨

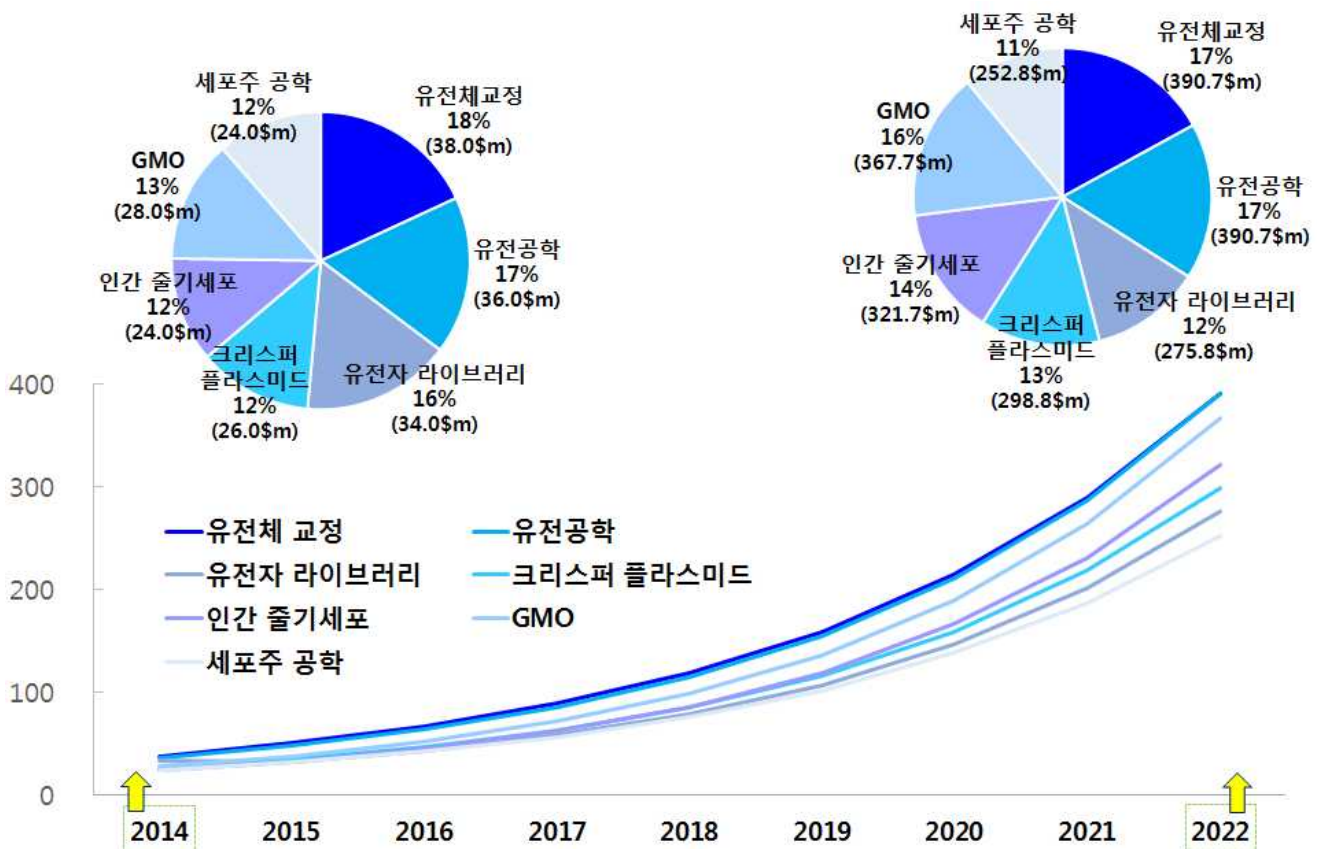
※ 한국의 크리스퍼 시장은 2014년 600만달러 규모를 형성, 2020년에는 7,000만달러로 확대될 전망임

<세계 지역별 크리스퍼 시장 현황 및 전망(2014-2022년)>



출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공

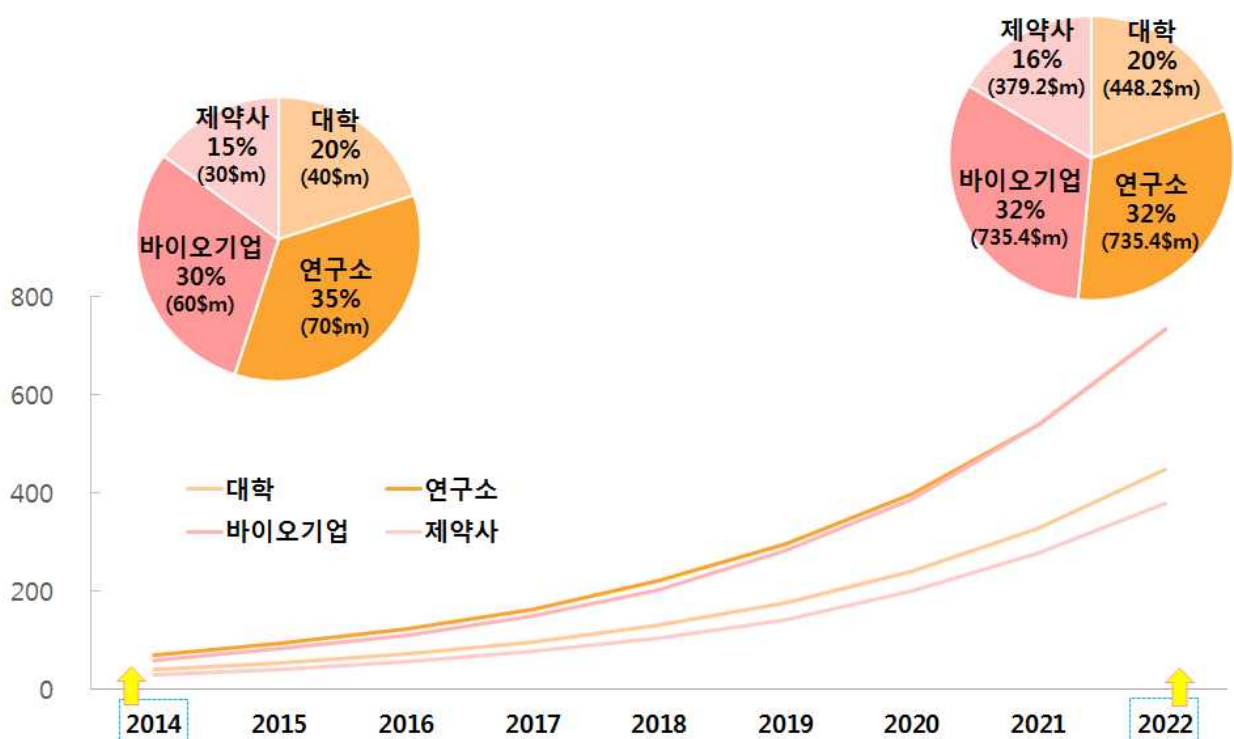
<응용분야별 크리스퍼 시장 현황 및 전망(2014-2022년)>



출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공

- **(응용분야별)** 크리스퍼 기술은 유전체 교정을 위한 유전자가위, 의료·환경·산업·동식물 등에 두루 사용되는 유전공학, 유전자 발현억제에 활용되는 gRNA database/유전자 라이브러리, 유전자파괴 및 동종 유전자 회복에 활용되는 크리스퍼 플라스미드, 인간 줄기세포 연구, 유전자재조합식품(GMO) 등 다양한 응용분야 시장에서 활용 중
  - 이 중 가장 큰 시장 규모를 차지하고 있는 응용시장은 크리스퍼 유전체 교정시장으로, 2014년 18%(0.4억달러) 비중을 차지하고 있으며 향후 2022년에도 3.9억달러 규모로 확대되며 가장 큰 시장을 형성할 것으로 전망
  - ※ 그러나 크리스퍼 유전체 교정시장 이외의 타 응용분야 시장도 큰 차이 없이 유사한 비중의 시장 규모를 형성하고 있으며, 2020년에도 고르게 시장을 형성할 것으로 전망
- **(최종 수요자별)** 2014년 크리스퍼 시장은 연구소에서 35%(0.7억달러)로 가장 큰 비중을 차지하고 있으나 2022년에는 연구소와 함께 바이오기업의 시장 비중도 커질 것으로 전망
  - 2014년 최종 수요자별 크리스퍼 시장 비중은 연구소 35%(0.7억달러), 바이오기업 30%(0.6억달러), 대학 20%(0.4억달러), 제약사 15%(0.3억달러) 순으로 시장 비중 형성
  - ※ 유전자 편집기술은 아직 상용화 진입 중인 초기 산업화 단계로 대학/연구소 및 기업에서의 시장 비중이 유사하게 나타남
  - 2022년에는 바이오기업이 32%(7.4억달러)로 연구소와 동일한 시장 비중을 차지할 전망이며 그 다음으로 대학 20%(4.5억달러), 제약사 16%(3.8억달러) 순으로 시장 비중 형성 전망
  - ※ 연평균 성장률('16~'22년)은 제약사 37.5%, 바이오기업 37.3%, 대학 35.7%, 연구소 34.8% 순으로 예상되며 기업에서 37%대로 타 수요자 대비 빠른 시장 성장이 전망됨

<최종 수요자별 크리스퍼 시장 현황 및 전망(2014-2022년)>



출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공

### 3. CRISPR 시장의 영향요인

#### 1) 성장요인

- 신약 발굴 시장의 부상, 합성 유전자 수요 증대, 유전질환 및 고령인구 증가, 헬스케어 분야에 대한 벤처캐피털 등 투자 확대, GMO를 통한 작물 생산성 향상 등이 크리스퍼 산업 성장을 유도할 것으로 전망
- 유전체 편집으로 정확도가 높고 통제가 용이한 CRISPR/Cas9 신약은 급성장 추세인 신약 발굴 시장에서 주요한 역할을 하게 될 것으로 기대
  - 2012년 414억달러 규모를 보인 신약 발굴(drug discovery) 시장은 연평균 14.2%로 급성장하여 향후 900억달러에 이를 전망
- 신생아 및 영아 사망의 주된 요인인 유전질환과 고령인구에서 발생하는 유전질환 치료를 위해 크리스퍼 기술 요구
  - 출산 시 신생아 사망의 주된 요인인 선천성 기형(Congenital anomalies)\*의 발생원인 중 하나로 유전적 결함 발견
    - \* 2014년 전 세계 태아 사망원인의 34%가 선천성 태아기형으로 가장 큰 비중 차지
- 헬스케어 R&D 투자 확대 및 크리스퍼 기술을 보유한 업체에 대한 투자 활발
  - 정부 차원에서는 나날이 증가하고 있는 의료비 절감을 위해 다양한 헬스케어 기술개발 육성 전략 수립을 통해 연구비 지원
    - \* 일본은 정부차원에서 식물이나 미생물의 유전자 조작으로 의약품이나 향료 등의 원료를 효율적으로 대량 생산할 수 있는 크리스퍼 등 유전체 교정기술 개발을 위해 향후 5년간 (~2020년) 총 85억엔을 투자하기로 발표
  - 벤처캐피털 등 민간 차원에서도 크리스퍼 기술을 보유한 업체에 대한 투자 활발
    - \* 빌 게이츠와 깊은 연관이 있는 비앤지오(BngO)사는 구글 벤처스 등 13개 업체와 공동으로 크리스퍼 기술을 보유한 미국 에디타스 메디슨(Editas Medicines)에 1.2억달러를 투자하기로 결정
    - \* 에디타스 메디슨의 경쟁업체 크리스퍼 테라퓨틱스(CRISPR Therapeutics)는 셀젠(Celgene)을 포함한 투자자들로부터 2014년 4월 6,400만달러의 투자금 유치
- GMO(Genetically modified organisms)가 작물 생산성과 토지 활용성을 높이고 있으며, 향후 크리스퍼 기술은 GMO 제작에 주요한 기술로 사용 가능
  - 제초제 저항성, 가뭄 저항성 GMO 등 작물 생산성을 개선한 GMO는 세계 곳곳에서 발생하고 있는 식량난을 해결할 수 있을 것으로 기대
    - \* 크리스퍼 등 유전자 편집기술은 질병이나 스트레스에 강한 외래 유전자를 통해 유전형질을 바꾸는 방식이 아닌, 내부 유전자를 편집하여 유전형질에 변화를 주는 새로운 기술로 GMO 개발의 패러다임을 변화시킬 것으로 전망



## 2) 저해요인

- 유전자 편집기술에 대한 윤리적 이슈, 활용 범위는 방대하나 남용의 우려 등이 크리스퍼 산업 성장을 저해할 것으로 전망
- 크리스퍼 기술은 의약, 농업, 화학, 에너지 등 광범위한 산업에 영향을 미칠 것으로 전망되나, 생물체의 유전자를 편집하는 기술이라는 측면에서 다양한 윤리적 관점의 논쟁이 진행 중
  - 유전자 오염(Genetic pollution), 생물다양성 훼손(Bio-invasion), 윤리적·사회경제적 위험, 종교적 반대 등 다양한 관점의 이슈 등장

〈크리스퍼 기술에 대한 윤리적 이슈〉

이슈	주요 내용
유전자 오염(Genetic pollution)	◆ 바람, 공기, 곤충 등 다양한 오염원에 의해 non-GE(genetic edited) 작물의 DNA 오염 가능
생물다양성 훼손(Bio-invasion)	◆ GE(genetically edited) 동물과 식물이 야생종을 위협
윤리적 위험(Ethical hazards)	◆ 인공적으로 제작된 생명체에 대한 존엄성 저하 및 제조자에 의한 학대 우려
사회경제적 위험 (Socioeconomical hazards)	◆ 유전자 편집에 의해 생산된 식량 생산이 증가함에 따라 전통적 농업 방식 위협
종교적 반대 (Religious objections)	◆ 많은 종교단체에서는 GMO와 유전자 편집기술을 반대하고 있으며, 대체장기 생산을 위해 유전자 편집 돼지 등 동물을 인간 생명 연장을 위한 도구로 이용하는 것을 반대

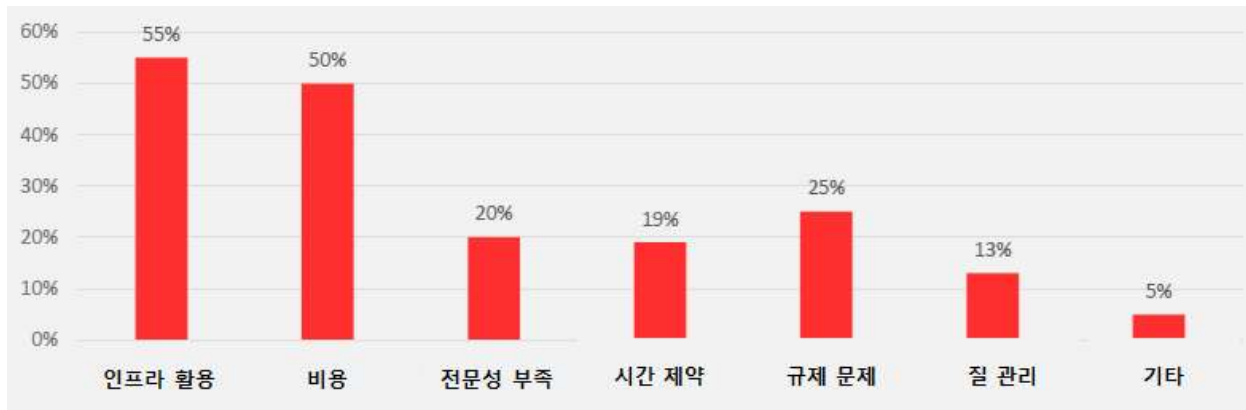
출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공

## 3) 기회요인

- 유전자 치료제 및 치료기술에 크리스퍼 기술 활용, 위탁 연구에 대한 아시아 시장 성장이 크리스퍼 산업 성장의 기회가 될 것으로 전망
- 유전자 치료기술은 유전질환 치료를 위한 주된 방법으로, 크리스퍼 기술은 유전자 치료제 및 치료기술 향상에 큰 영향을 미칠 것으로 예상
  - ※ EU에서 첫 번째 유전자 치료제로 승인한 글리베라(Glybera)는 네덜란드의 생명공학기업 유니큐어(UniQure)사가 개발한 희귀질환(지질분해 효소결핍증) 유전자치료제로, 글리베라 가격은 110만유로(약 15.2억원)로 고가의 약가가 책정되는 신기록 기록
  - ※ 최근 EU에서 승인한 2번째 유전자 치료제 스트림벨리스(Strimvelis)는 희귀질환인 아데노신 디아미나아제 결핍증(ADA-SCID)을 앓고 있는 소아 환자에게 사용할 수 있도록 승인

- 신약개발에 있어 다양한 연구단계별 전문기술과 인프라를 제공받을 수 있는 신약 발굴 서비스 전문 소규모 회사와 CRO 등 위탁연구업체에 대한 수요가 증대됨에 따라 크리스퍼 기술의 활용 기회가 확대될 것으로 전망
- 중국 등 아시아에서의 전문연구 및 위탁연구 산업이 빠르게 성장하고 있으며, 신약 발굴 프로젝트에서 CRO를 이용하는 주된 요인은 인프라 활용과 비용 절감인 것으로 조사

<신약 발굴 프로젝트에서 CRO와 아웃소싱하는 주요 사유>



출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공

#### 4) 도전요인

- 복잡한 특허 침해 사례, 유전자 편집 대체기술 등장이 크리스퍼 산업의 도전요인이 될 것으로 전망
- 특허 침해 이슈는 복잡하고 비용과 시간이 많이 소모됨에 따라 도전적 요인이 될 것임

<최근 크리스퍼 산업에서의 특허 침해 사례>

사례	주요 내용
몬산토(Monsanto)와 EU와의 충돌	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 유럽특허청은 몬산토의 바이러스 저항성 멜론 관련 특허를 취소함에 따라 농업 사업에서의 특허 전략에 영향</li> </ul>
GMO 특허 침해	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 캐나다 농부인 Schmeiser가 다시심기가 제한된 종자를 라이선스 없이 활용함에 따라 특허법을 어긴 사례</li> </ul>
미리어드 제네틱스(Myriad Genetics)의 유전자 특허	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 미리어드 제네틱스가 특허권을 보유한 유방암, 난소암 발병 유전자에 대해서 미국 연방특별행정 고등법원에서 특허권 인정</li> <li>◆ 이같은 판결에 대해 의학-제약 관계협회에서 미국 연방 대법원에 항고한 상태이나, 유전자 특허 찬반에 관한 의견이 분분한 상황</li> </ul>
미리어드 제네틱스의 유전자 특허에 대한 호주대법원 불인정	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 호주 대법원은 미리어드 제네틱스가 보유한 유방암 관련 유전자 BRCA-1의 특허권을 불인정한다고 판결</li> </ul>

출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공

## 4. 주요 기업 현황

기업명(국가)	주요 제품	최근 동향
Thermo Fisher Scientific (미국)	GeneArt CRISPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 크리스퍼 등 유전자 편집기술 보유한 국내기업 툴젠 (ToolGen)과 파트너십 체결(2015.3)</li> <li>◆ 툴젠의 크리스퍼 기술 라이선스를 확보하여 크리스퍼 관련 제품 개발 계획</li> </ul>
Editas Medicine (미국)	CRISPR/Cas9 & TALENs	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (IPO) 미국 나스닥(NASDAQ)에 기업공개(2016.2)</li> <li>◆ (펀딩) 1.2억달러 규모의 시리즈 B 펀딩 확보 발표(2015.8)</li> <li>◆ (협력) Juno Therapeutics와 차세대 CART 면역치료제 공동개발 발표(2015.5)</li> </ul>
Caribou Bioscience (미국)	CRISPR-Cas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Integrated DNA Technologies와 크리스퍼 제품 관련 라이선스 체결 (2016.2)</li> </ul>
CRISPR Therapeutics (스위스)	CRISPR-Cas9	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (조인트 벤처) Bayer와 혈액질환, 시력장애 관련 유전자치료제 개발을 위한 조인트 벤처 설립 동의. Bayer는 이를 위해 3.4억달러 투자 예정(2015.12)</li> <li>◆ (확장) 미국 매사추세츠에 R&amp;D 본부 설립 발표 (2015.4)</li> </ul>
Intellia Therapeutics (미국)	UCART19	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 1.1억달러 규모의 기업공개 계획 발표 (2016.3)</li> </ul>
Collectis (미국)	UCART19	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ gene edited CART-cells(UCART) 면역치료제 개발을 위해 항체치료제 전문업체 MabQuest SA와 파트너십 체결(2016.3)</li> </ul>
Horizon Discovery (미국)	CRISPR, Zinc Finger Nuclease, rAAV	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (계약) 주요 3대 진단기기 개발업체와 330만달러 초기 규모의 계약 체결 (2015.11)</li> <li>◆ (파트너십) Axol Bioscience와 유전자 편집 역분화 줄기세포(iPSCs) 제품 개발을 위해 전략적 파트너십 체결 (2015.11)</li> </ul>
Sigma Aldrich (미국)	Sigma CRISPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 170억달러 규모로 Merck에 의해 인수됨 (2015.11)</li> </ul>

Precision Bioscience (미국)	ARCUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Baxalta와 CART 면역항암제 공동개발을 위해 17억달러 규모의 파트너십 체결 (2016.2)</li> </ul>
Genscript (미국)	GenCRISPRgRNA constructs	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (IPO) 합성생물학의 강자로 부상하며 기업공개 성공(2015.12)</li> <li>◆ (신제품 출시) 효모(yeast)에서의 맞춤형 유전자 편집 서비스 출시(2016.2)</li> </ul>
Sangamo Biosciences (미국)	ZFP Nuclease	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 제약회사 Shire와 혈우병과 헌팅턴병에 대한 ZFP 치료제 공동개발 계획 발표 (2015.10)</li> </ul>
Lonza (스위스)	Nucleofector	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 약물전달기술 보유업체인 Catalent 인수 계획 발표. 인수를 통해 다양한 의약 물질과 전달기술 개발 역량 확보 기대 (2016.4)</li> </ul>
Integrated DNA Technologies (미국)	Gene Silencing	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (파트너십) Caribou Biosciences와 CRISPR-Cas9 제품에 대한 라이선스 체결. 파트너십에는 크리스퍼 연구를 위한 전문가 활용도 포함(2016.2)</li> </ul>
New England Biolabs (미국)	DNA Modifying Enzymes(Cas9 Nuclease 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (신제품 출시) NEBNext Direct라는 신제품 출시. 차세대시퀀싱 관련 제품인 NEBNext 라인의 확장(2016.4)</li> <li>◆ (시설 확장) 2017년초 가동을 목표로 새로운 GMP 시설 설립 계획 발표 (2015.2)</li> </ul>
Oregene Technologies (미국)	CRISPR/Cas9 Genome Editing	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 면역세포화학 분야의 연구와 진단기술 개발을 위해 Agilent technology와 다년간 공동연구 협약 체결(2016.2)</li> </ul>
Transposgen Biopharmaceuticals (미국)	NextGEN CRISPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 브로드연구소(Broad Institute)와 CRISPR/Cas9 유전자 편집 시스템 관련 특허 통상 실시권 확보를 위해 라이선싱 계약 체결 발표(2015.12)</li> </ul>

출처 : Occams Business Research & Consulting Pvt. Ltd, Global CRISPR Market Insights, Opportunity, Analysis, Market Shares and Forecast 2016~2022, 2016.4, 생명공학정책연구센터 재가공