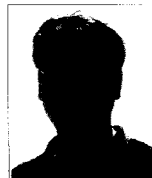


부품소재은행



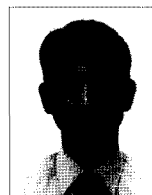
울산과학기술대학교
나노생명화학공학부
이재명
E-mail : jamsman@unist.ac.kr



울산과학기술대학교
나노생명화학공학부
김철민
E-mail : cmghim@unist.ac.kr



울산과학기술대학교
나노생명화학공학부
김태성
E-mail : tskim@unist.ac.kr



울산과학기술대학교
나노생명화학공학부
이성국
E-mail : sklee@unist.ac.kr

합성생물학, 왜 부품화가 필요한가.





1960년대 Monod와 Jacob에 의해 수학적 논리를 바탕으로 'lac operon'이라는 유전자세트의 조절을 확립하게 되고, 1970년대 DNA 접합효소 (ligase)와 제한효소 (restriction enzyme)의 발견으로 인한 유전자재조합의 발전은 그간 유전공학의 기반을 닦아왔다. 이와 함께 컴퓨터의 발달로 인한 생물정보학 자료의 축적은 시스템 생물학의 발전을 가져왔으며, 개별적인 생명현상에 대한 이해를 넘어 생명체의 전반에 걸친 상호작용과 각각 생물체끼리의 신호전달까지 파악할 수 있게 되었다. 더 나아가 완벽하지는 않지만 이처럼 복잡한 생명현상을 새롭게



Welcome to the Registry of Standard Biological Parts.

The Registry is a continuously growing collection of genetic parts that can be mixed and matched to build synthetic biology devices and systems. Founded in 2003 at MIT, the Registry is part of the Synthetic Biology community's efforts to make biology easier to engineer. It provides a resource of available genetic parts to iGEM teams and academic labs. You can register a new lab here.

The Registry is based on the principle of "get some, give some". Registry users benefit from using the parts and information available from the Registry in designing their engineered biological systems. In exchange, the expectation is that Registry users will, in turn, contribute back information and data on existing parts and new parts that they make to grow and improve this community resource.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| Catalog of parts & devices | Help | Users & groups | DNA repositories |

Registry tools

- # Search parts (?)
- # Add a part
- # Request a part
- # Send parts to the Registry
- # Sequence analysis

그림 1. 미국 MIT가 운영하는 웹사이트 'Registry of Standard Biological Parts'.

설계하고 제작할 수 있는 기술로 발전하여, 현재는 인공적으로 생명체를 필요한 기능을 갖도록 변형하고 재창조할 수 있는 단계에 이르렀으며, 이러한 기술발전은 합성생물학이라는 융합학문을 태동하게 하였다.

합성생물학은 생물학적인 이해를 바탕으로 공학적인 개념이 도입된 학문으로 '기존 생명체를 모방하거나 자연에 존재하지 않는 인공생명체를 제작 및 합성하는 분야'라고 할 수 있다. 이러한 공학적인 특징으로 인해 합성생물학 실용화의 성패는 볼트와 나사의 공업규격과 같은 표준화 작업이 얼마나 구축 되는가가 중요한 사항이 되었고, 현재 미국 MIT에서 운영하는 'Registry of standard biological parts' (<http://partsregistry.org>)는 생물학 부품 데이터의 확보와 구축에 만전을 기하고 있다 (그림 1). 뿐만 아니라 확보된 데이터를 바탕으로 세계의 대학생들이 참여하는 국제 합성생물학 경연대회인 iGEM (International Genetically Engineered Machine competition)을 2003년부터 매년 주최하며 명실상부 이 분야의 선두주자로 자리매김하고 있다.

한국생물학부품소재은행 소개 및 사용법 설명

이처럼 관심과 응용분야의 규모가 커지고 있는 합성생물학의 발전을 위해 생물학 부품 표준화 작업이 선행되어야 한다. 각 대학 및 연구소 별로 파편화 되어 있는 방대한 생물학적 부품, 균주, 유전자 회로 등에 대한 생물학 자료를 손쉽게 찾을 수 있도록 생물학적 부품을 한 곳에 모아 표준화를 통한 데이터베이스화하고, 체계적으로 관리 및 분양함으로써 합성생물학의 발전을 가속화하는 것이다. 국내에서도 이런 합리적으로 설계된 생물학적 부품과 생물학적 회로 등을 수집하여 체계적으로 관리하고, 널리 공유하기 위하여, '한국생물학부품소재은행 (Korea Registry of Standard Biological Parts & Devices: <http://krsbp.org/>)'을 설립하여 현재 운영 중에 있다.

kRSBP는 생물학적 소재의 표준화와 체계적으로 확립된 공학적 설계 및 제작 과정을 제공하여, 비전공자들도 손쉽게 Plug-and-Play할 수 있도록 생물소재의 정보와 실험방법을 꾸준히 갱신하고 있다. 그러므로, 많은 연구자들이 개발한 생물학적 부품과, 설계한 유전자회로를 또 다른 연구자들과 공유함으로써, 생물산업을 차세대 신성장동력산업으로 확대하여 저탄소 녹색성장을 앞당길 견인차 역할을 할 것이다. 합성생물학 발전의 국내외 허브로서 kRSBP는 궁극적으로 현재 인류가 직면하고 있으나 기존생명시스템으로는 해결하기 힘든 환경보건문제, 식량문제 및 에너지문제 등을 해결하는 생명공학시스템의 핵심이 될 것이다.

특히, kRSBP은 누구나 손쉽게 이용할 수 있도록 별도의 프로그램의 다운로드 없이 웹사이트 상에서 쉽게 유전정보를 입력하고 편집할 수 있는 벡터 에디터 (Vector editor) 프로그램을 내장하고 있어 여러 연구자들이 무료로 생물학적 부품을 관리하고 정보를 공유하는데 있어서 아주 유용한 웹사이트라고 할 수 있다. 아래에는 kRSBP의 사용법을 간단히 소개한다.

생물학 부품 등록하기

1. kRSBP의 홈페이지를 방문한 후 Part registry를 클릭하면 아래와 같은 화면이 나오고, 생물학 부품을 등록하기 위해서는 상단 메뉴에서 'Add new entry'를 클릭하면 된다 (그림 2).
2. 등록할 생물학 부품을 선택한다 (플라스미드, 균주, 파트 등).
3. 등록자와 만든자 그리고 생물학 부품과 관련된 정보들을 입력한다 (시퀀스, 안전성 등) (그림 3).
4. 생물학 부품의 시퀀스를 입력하면, 원형이나 선형상태로 그래픽을 볼 수 있으며 Open Reading Frame (ORF)와 제한효소자리를 자동으로 인식한다. 인식된 ORF는 BLAST나 GENBANK등으로 시퀀스정보를 확인한 후 어떤 유전자인지 따로 등록하면 그래픽에 표시 된다 (그림 4).

Home

Korean Registry of Standard Biological Parts & Devices (KRSBP) Synthetic Biology is the study of creation of highly effective/highly efficient biological system or organism. For the advancement of synthetic biology, the creation of parts and standardization is necessary, similar to electronic components. Therefore, the goal of this endeavor is to collect biological parts created by other institutions in one place, then to standardize and build a database for systematic management and distribution, thereby expediting the advancement of synthetic biology in Korea.

© kRSBP Registry
All rights reserved.
Feature Request | Report a Bug | Feedback | API

완료

그림 2. KRSBP 타이틀 화면.

| New Plasmid | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Name: * | <input type="text"/> e.g. pTSH117 |
| Creator: * | <input type="text"/> Who made this part? |
| Creator's Email: | <input type="text" value="Administrator"/> If known: |
| Status: | <input type="text" value="Complete"/> |
| Alias: | <input type="text"/> |
| Links: | <input type="text"/> Comma Separated |
| Circular: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Backbone: | <input type="text"/> |
| Selection Markers: | <input type="text"/> Comma Separated |
| Origin of Replication: | <input type="text"/> Comma Separated |
| Promoters: | <input type="text"/> Comma Separated |
| Keywords: | <input type="text"/> |
| Summary: * | <input type="text"/> |
| References: | <input type="text"/> |
| Bio Safety Level: | <input type="text" value="Level 1"/> |
| Intellectual Property: | <input type="text"/> |
| Funding Source: | <input type="text"/> |
| Principal Investigator: * | <input type="text"/> |
| Sample Name: | <input type="text"/> (Optional. Required if location is specified below) |
| Sample Notes: | <input type="text"/> |
| Sample Location: | <input type="text" value="Plasmid Storage (Default)"/> |
| (Must specify Sample Name above) | |

그림 3. 생물학 부품 정보 입력창.

☆ Plasmid: pPro24

| General | | Seq. Analysis | |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------|
| General Information Edit | | | |
| Part ID: | TEST_000003 | Markers: | Ampicillin |
| Name: | pPro24 | Backbone: | |
| Alias: | | Origin of Replication: | |
| Creator: | | Promoters: | Propionate |
| Status: | Complete | Strains: | |
| Owner: | | Created: | Jan 27, 2011 |
| Links: | | Modified: | Jan 27, 2011 |
| Keywords: | | | |
| Summary: | propionate expression vector | | |
| References: | | | |
| Bio Safety: | 1 | | |
| IP Information: | | | |
| Principal Investigator: | JD Keasling | Funding Source: | |
| Samples: | | | |

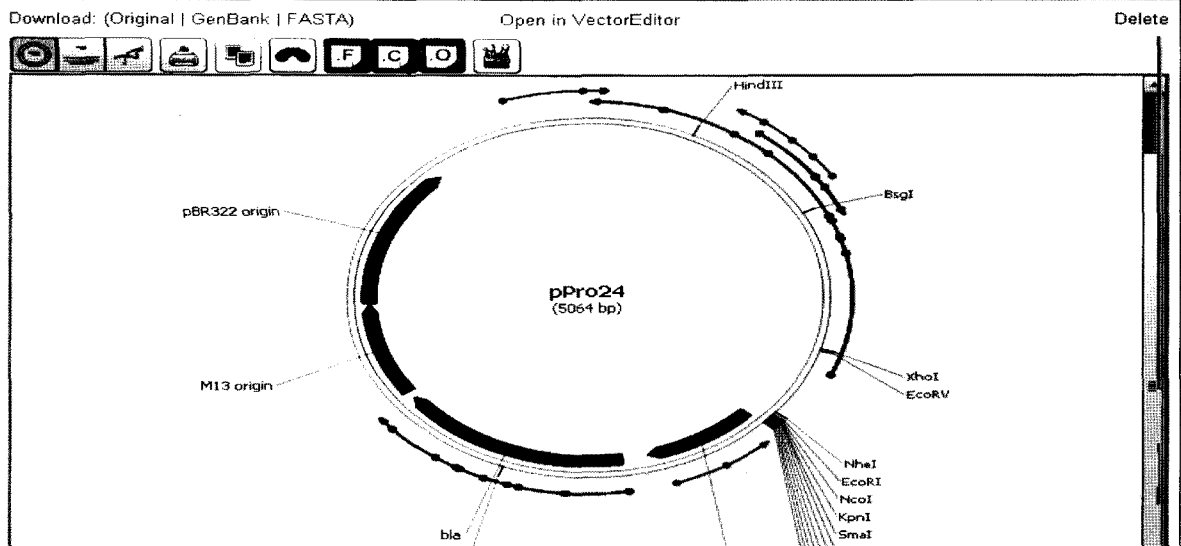


그림 4. ORF와 제한효소가 자동 인식된 벡터 그래픽.

그림 5. 등록된 플라스미드의 구성 요소의 확인 및 편집의 한 예.

등록된 생물학부품 이용하기

위와 같이 등록된 생물학적 부품은 'Collections'에 저장된다. 이 메뉴를 클릭하여 원하는 부품을 선택하면 제

한효소 처리 및 전기영동 같은 간단한 실험을 시뮬레이션 해볼 수 있다 (그림5-6). 또한 파일을 저장하거나 화면을 출력할 수 있다.

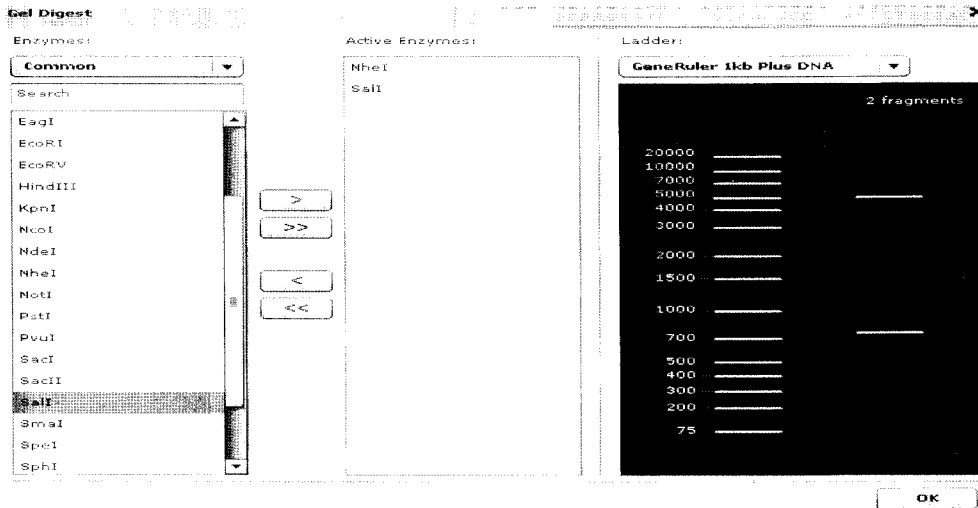


그림 6. 제한효소 처리에 의한 전기영동 시뮬레이션.

부품소재은행의 미래

합성생물학의 발전과 더불어 kRSBP와 같은 전문 사이트의 도움으로 생명현상에 대한 전문 지식이 부족하더라도 특정 기능을 하는 생물학적 부품들을 이용하여 레고 조립하듯이 새로운 합성미생물을 설계 및 제작할 수 있는 시대가 점점 다가 오고 있다 (그림 7). 뉴욕에서는 이미 일반인을 대상으로 하는 '젠 스페이스 (<http://genspace.org/>)'라는 생물 실험 공간이 운영 중에 있다. 값싼 염기서열 분석과 컴퓨터의 정보처리 능력이 더욱 발전해서 새로운 생물학적 부품들이 많아지고 공유할 수 있는 온라인이 활성화된다면, 이러한 단체와 개인은 점점 늘어날 것이다. 물론 과학 실험이 공적인 장에서 사적인 장으로 그 범위가 넓어진다면 그에 따른 안전성 문제, 오남용과 연관된 윤리적 문제가 대두되어, 이러한 위험을 통제할 수 있는 장치의 마련도 필요하다. 이에, 생물학적 부품의 올바른 사용과 보급의 안전성을 위해서라도 검증된 부품소재은행의 운영은 절실하다고 판단되며, kRSBP와 같은 사이트를 운영함으로써 앞서 논의된 문제를 해결하고 위험을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 이제 첫걸음을 떼는 kRSBP는 아직 미흡하지만, 전문가 및 일반 대중들과 호흡을 함께 하며 생물학 부품의 표준화 및 대중화 그리고 안전성에 대한 논의를 교환하는 공유의 장으로써 큰 역할을 할 것이다. 또한 국제적인 부품소재은행과 교류 및 협력을 공고히 하여, 합성생물학 부품 표준화에 큰 축을 담당할 수 있을 것으로 확신한다.

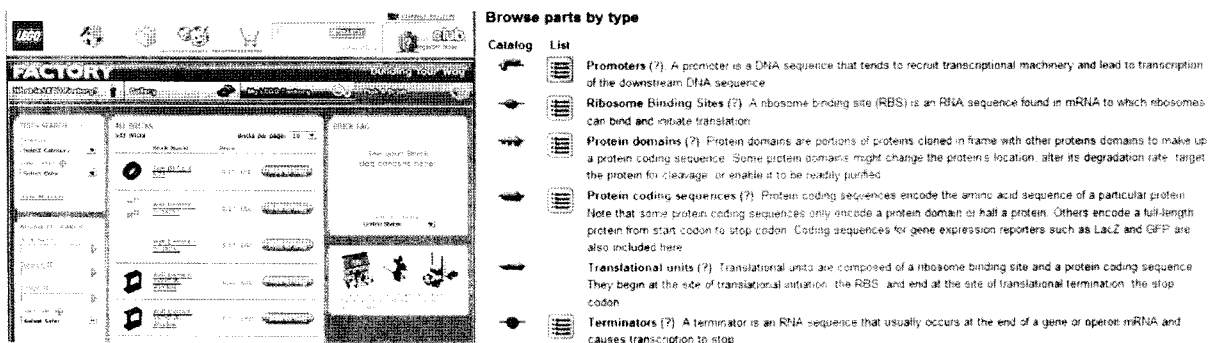


그림 7. 레고 부품(좌)과 생물학 관련 부품(우).