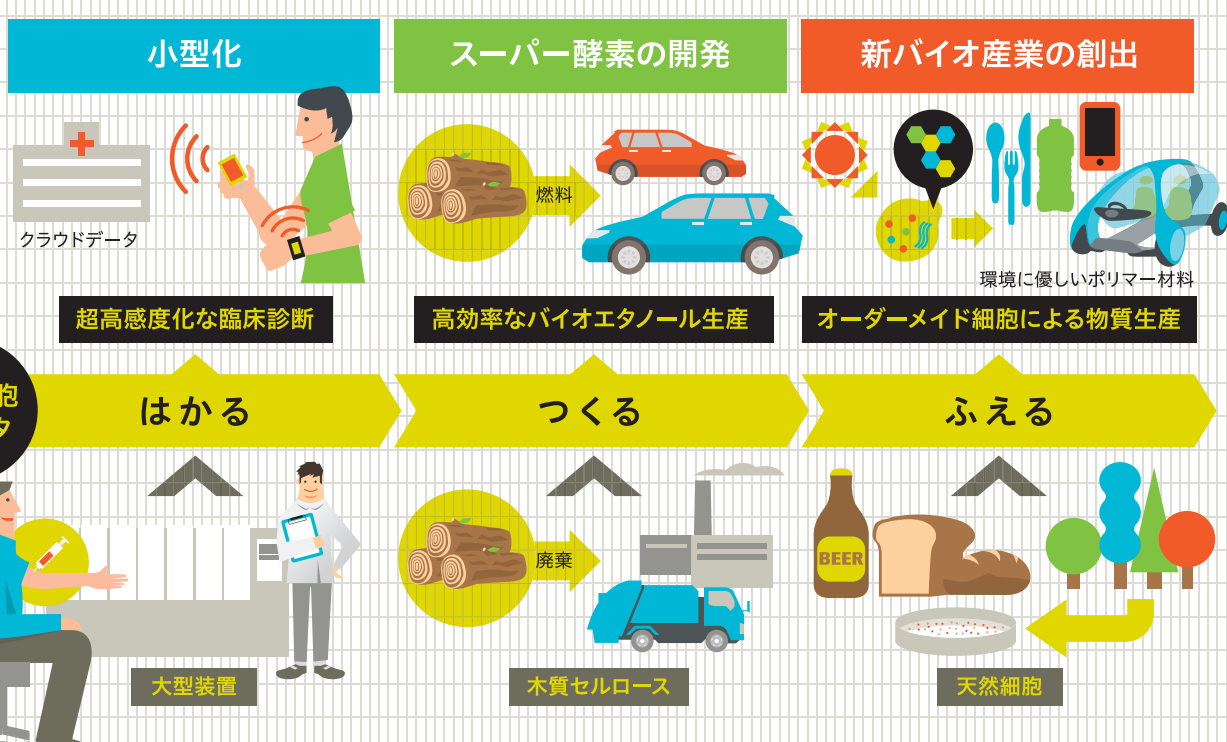


豊かで安全な社会と 新しいバイオものづくりを実現する 人工細胞リアクタ

人工細胞デバイスを利用した技術革新によって、バイオ分析産業や酵素・細胞を用いた産業の根本的問題を解決する



バイオ産業は巨大な成長が期待される分野だ。しかし現状では、まだ基盤技術の革新が求められている。たとえば農林水産系では簡易で正確な遺伝子検査や、感染症パンデミック防止用の超高感度検出、予防医学系ではガンやアルツハイマーの進行などを検出する疾病マーカーの超高感度検出と定量計測、さらにバイオ系では天然酵素を凌駕するスーパー酵素を迅速に開発する技術や、産業用に白紙から設計した人工細胞を合成する技術が切望されている。本プロジェクトでは、新しいバイオものづくりを実現する人工細胞リアクタで非連続イノベーションを起こす。具体的には分子集積度と目的に応じ、3段階（はかる、つくる、ふやす）で開発を進め、小型・超高感度バイオセンシング装置、高速にバイオマスを処理するスーパー酵素、自己複製が可能な人工細胞によるバイオ技術を創出して社会実装する。

アイデア／技術的アプローチ

分子集積度と目的に応じた3段階のアプローチで、革新的なバイオものづくりに挑戦!

本プログラムでは、人工細胞リアクタによる新しいバイオものづくりを実現するために、分子集積度と3つの目的（はかる、つくる、ふやす）に応じて段階的に開発を進めていく。

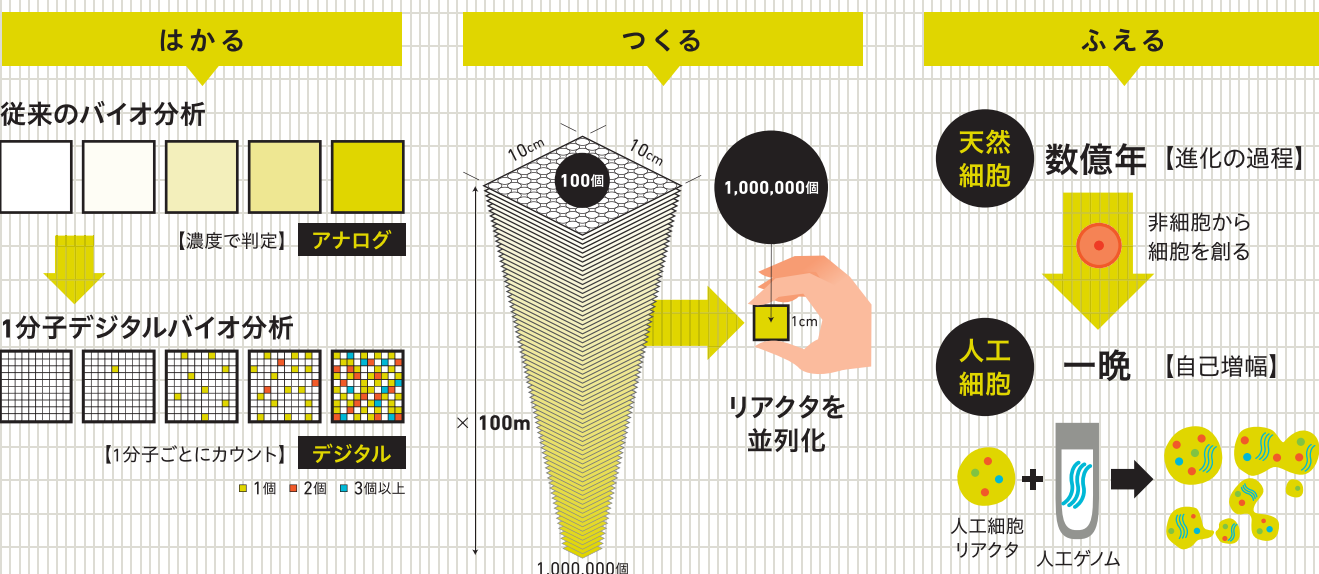
「はかる」ステップでは、疾病・感染の検出で用いられる種々のバイオ分析法（遺伝子検出反応や抗原抗体反応）を、フェムトリットル（10のマイナス15乗）と言う超微小体積の人工細胞リアクタで行う。微小体積によってバイオ分析反応の生成物質濃度が劇的に上昇するため、目的分子を1分子の感度で検出することが可能だ。しかも、信号を0か1かで2値化して計測するため、測定誤差も

低減できる。さらに高スループット化と同時に、クラウドと連携した手のひらサイズの廉価な汎用小型装置を開発し、遺伝子診断や臨床検査の現場に実装する。この3つの要件を満たした事例はこれまで実現できていないものだ。

「つくる」ステップでは、人工細胞リアクタの超並列性を生かし、異なる種類の遺伝子産物（＝酵素）を超微量（数分子）で閉じ込めた多数のリアクタを並べ、その中から大幅に機能が増強された最適な酵素分子のみを1回の作業で同定する革新的スクリーニング技術を開発する。これにより天然酵素を凌駕するスーパー酵素を生み出し、反応

速度をさらに向上させる。これらのスーパー酵素は、「はかる」ステップの計測技術を確認したものである。

「ふえる」ステップでは、試験管内のゲノム複製反応の再構成技術と人工細胞リアクタを組み合わせ、数時間のワンポッド反応でゲノムを合成したり、自己増幅（人工ゲノムで起動）が可能な人工細胞を創出する。海外でもゲノム人工合成や合成細胞の創出に成功しているが、まだ社会的なイノベーションまで至っていない。ゲノム合成にかかる費用と時間が莫大で、細胞も特殊なバクテリアに限定されているからだ。これらの課題を最終的に解決していく。



研究開発チームの体制／管理、研究の展開／展望

人工ゲノム細胞技術によって、あらゆるバイオ産業でイノベーションを創出!

人工細胞リアクタの研究者を中心とした産学クラスタを形成し、本プログラムに取り組んでいく。多くの課題で同じマイクロリアクタを利用するため、共通のファウンダリーを設置して高額な加工装置を1ヵ所に集約する。また人工細胞リアクタを用いた計測・スクリーニング装置の開発も連動する。そこでリアクタ加工とハードウェア開発を一括した基盤技術支援グループを東大に設置。本プログラムは、この基盤技術支援をベースに、「はかる」「つくる」「ふえる」という人工細胞リアクタの3つのプロジェクトで構成される。

①「はかる」人工細胞リアクタプロジェクト：疾病・感染のマーカー検出では今の最高装置を使った場合よりも感度を100倍向上させた

「1分子デジタルELISA」を開発。遺伝子診断では「PCR」(Polymerase Chain Reaction)よりも簡便で高速な「等温デジタルDNAアッセイ」を中心に、汎用性の高いデジタルバイオ分析手法を確立する。このほか将来性の高い手法や、感度の高さを利用した新規マーカーも探索する。

②「つくる」人工細胞リアクタプロジェクト：遺伝子発現機能を搭載したアレイ型人工細胞リアクタのスクリーニングと、リボソームソーティング技術を利用した膜タンパク質のスクリーニングのほか、両者に匹敵する手法などを検討。またスクリーニング時に必要な蛍光指示薬のほか、新手法に最適なライブラリ作成技術にも取り組み、高活性なスーパー酵素を開発する。

③「ふえる」人工細胞リアクタプロジェクト：人工ゲノム試験管内合成法の確立と人工ゲノム起動技術を2つの柱とする。起動技術には、リアクタと融合したサイボーグバクテリア手法や、マイクロ流体デバイスなどの機械要素と融合して機能するバイオハイブリッドデバイスによるリボソーム融合手法を導入。このほか若手研究者から幅広く探索テーマを公募する。

本プロジェクトの最終目標である人工ゲノム細胞技術が将来的に確立されれば、あらゆるバイオ産業の基盤になりうる破壊的イノベーションが創出されるだろう。近視眼的にも、今後勃興・拡大する合成ゲノムビジネスで日本が中核技術とビジネスを席巻できる。

ImPACT 基盤 G の役割

基盤 G では本 ImPACT プログラム全体に関する技術開発やデバイス開発を行っています。「はかる」プロジェクトに対しては、全自動臨床用デジタル ELISA 装置を企業と共同開発したり、「つくる」では自動デジタルスクリーニング装置の開発も行っています。これ以外にも、これらの装置に適合したマイクロデバイスの開発や新しいデジタル計測法にも取り組んでいます。

人材募集 !!

この ImPACT プログラムでは博士研究員や技術員の人材を広く募集しています。プログラムの詳細は以下 HP もしくは PDF ファイルをご覧ください。

野地 ImPACT HP <http://www.jst.go.jp/impact/noji/>

本プログラム紹介 PDF

本募集に興味のある方はこちらからお問い合わせください。

office@nojilab.t.u-tokyo.ac.jp