

細胞を創る・ 生命システムを創る

合成生物学が挑む生命機能の再構築と
計算機シミュレーション、医療・社会との関わり

序

上田泰己、竹内昌治



概論

座談会：細胞とは何か、生命とは何か

—「創る」研究が切り拓く、生命科学の新たなステージ

四方哲也、加藤和人、岩崎秀雄、上田泰己、竹内昌治 18 (1006)

第1章 器を創る

1. 生体膜モデルから増殖型人工細胞へ

—膜分子設計からのアプローチ

豊田太郎、菅原 正、鈴木健太郎、高倉克人、栗原顕輔 26 (1014)

1. 生体膜を構成する天然脂質とジャイアントベシクルを形成する人工脂質 2. ジャイアントベシクルの自己再生産反応 3. ジャイアントベシクルの自己再生産反応から人工細胞へ

2. 膜形成を自在に操る

大崎寿久、竹内昌治 35 (1023)

1. 平面状膜を創る 2. ジャイアントリポソームを創る

3. 人工細胞モデルとコミュニケーション能

野村 M. 慎一郎 41 (1029)

1. 細胞をモデルとしたコミュニケーション 2. 最近の研究例と展望 3. 膜分子の相互作用を用いたコミュニケーション 4. 脂質膜を用いないコミュニケーション 5. 自身とのコミュニケーション

4. 膜で測る

—生体膜の機能やダイナミクスを解明する単一GUV法 山崎昌一 48 (1036)

1. 膜分裂・膜融合 2. 蛍光プローブの膜透過性：抗菌ペプチドによる脂質膜中のポア形成

CONTENTS

第2章 代謝を創る

1. 代謝経路を創る 花井泰三 55 (1043)

- 1. 合成代謝経路 (Synthetic pathway) 2. 大腸菌によるバイオアルコール生産

2. 代謝ネットワークを創る 梅野太輔 61 (1049)

- 1. まずは建設計画 2. 経路を「生み出す」 3. 経路を「育てる」 4. 経路を「拡張する」
5. 代謝経路のダイナミック制御

3. 1細胞レベルの代謝解析から代謝再構成へ

水野 初, 津山尚宏, 升島 努 68 (1056)

- 1. 細胞における代謝物分析 2. 代謝再構成へ

4. 遺伝暗号のリプログラミングによる特殊ペプチドライブラーの構築と生理活性ペプチド探索 寺坂尚絵, 山岸祐介, 菅 裕明 75 (1063)

- 1. 無細胞翻訳系を用いた遺伝暗号のリプログラミング 2. 特殊ペプチドライブラーからの生理活性ペプチドの探索方法 3. RaPID システムによるE6AP結合ペプチドの取得

第3章 セントラルドグマを創る

1. 高次制御機能を備えた新たなゲノム複製系の再構成に向かって

片山 勉 83 (1071)

- 1. *oriC*からのDNA複製とその制御の分子機構 2. 大腸菌ミニ染色体複製系の特性と課題
3. 複製制御系の再構成

2. 自己複製可能な無細胞翻訳系の構築に向けて 清水義宏 90 (1078)

- 1. 無細胞翻訳系の再構成 2. tRNAの再構成に向けて 3. リボソームの再構成

3. コムギ胚芽由来無細胞タンパク質合成系を用いた合成生物学の可能性 高井和幸, 遠藤弥重太 96 (1084)

- 1. 多検体並列合成法と大量合成法 2. マルチドメインタンパク質のフォールディング
3. PCR法によるスクリーニング 4. 他の特徴 5. コムギ胚芽タンパク質合成系を用いた合成生物学の可能性

4. ヒト型無細胞翻訳システムを創る

今高寛晃, 舛谷真美子, 小林富成 103 (1091)

- 1. ヒト細胞抽出液由来翻訳システム 2. 再構成翻訳システム

第4章 遺伝子ネットワークを創る

1. 細胞周期を創る

—フィードバックによる自律制御がもたらす堅牢なサイクル

大出亮士, 滝澤温彦 109 (1097)

1. 状態変化を繰り返す：細胞周期を駆動するエンジン Cyclin-CDK 2. 状態遷移を規定する：CDK の阻害と再活性化の自律制御

2. 1細胞内の確率論的な遺伝子発現をモデル化する

谷口雄一 117 (1105)

1. 1細胞内における1分子レベルのタンパク質発現の可視化 2. 1分子遺伝子発現反応のゲノムワイドな解析 3. 遺伝子発現ノイズの普遍的分布構造 4. 分布構造の広がりのゲノムワイドな相関性 5. 遺伝子発現ノイズの時間的記憶性 6. 細胞の多状態性のモデル化 7. 1細胞内のグローバルな遺伝子発現相関 8. mRNA数とタンパク質数の相関性 9. 遺伝子発現ノイズと生理学的機能との関連性

3. 概日時計の転写ネットワークの再構成

鶴飼-蓼沼磨貴, 山田陸裕 124 (1112)

1. 概日時計 2. 転写ネットワークの再構成 3. 設計図から予測された制御機構の証明
4. 朝と夕方 5. 概日時計の最小単位の転写ネットワーク

4. 人工の核酸センサーを創って核酸を観よう

岡本晃充 132 (1120)

1. 人工核酸を創るための基礎の基礎 2. メチル化DNAを捕らえるICONプローブ 3. 細胞内で働くRNAを着色するECHOプローブ

第5章 ありえた・ありえる生命を創る

1. 化学合成、生物合成によるゲノム作製

板谷光泰 140 (1128)

1. ゲノム合成の歴史 2. 細胞を創るためのゲノムを用意する 3. 細胞を創る以外へのゲノム合成の展開

2. 人工遺伝子回路を設計する

木賀大介 146 (1134)

1. モジュラリティに基づいたネットワークの設計 2. 入力の統合 3. 数理モデルに基づいた計算機シミュレーションの効用 4. 試験管内反応ネットワーク

3. リポソーム内で自己複製システムを創る

角南武志, 市橋伯一, 松浦友亮, 鈴木宏明, 四方哲也 152 (1140)

1. リポソーム内タンパク質合成系の構築 2. リポソーム内自己複製系の構築 3. FACSによるリポソームの個別測定 4. 区画化による寄生体排除効果 5. 区画化による進化能の獲得

4. マンモスの再現に向けて

若山清香, 若山照彦 160 (1148)

1. マウス凍結死体からの核移植の試み 2. 絶滅動物復活への問題点 3. 考察

CONTENTS

第6章 計算機で生命システムをモデリング・設計する

1. コンピュータでタンパク質、薬を設計する

沖本憲明、泰地真弘人 165 (1153)
1. 分子動力学シミュレーションとコンピュータ 2. コンピュータを使った薬剤の開発 3. コンピュータによってタンパク質を加工する

2. ゲノム設計による創資源

—情報資源から生物資源を創る 豊田哲郎 172 (1160)
1. 合理的ゲノム設計の基盤 2. 公開型最適化研究

3. 代謝ネットワーク形成の理解に向けて

竹本和広 180 (1168)
1. 代謝ネットワーク形成についての古典的な仮説の進展 2. 代謝ネットワーク上における酵素の位置との関係 3. 祖先系代謝ネットワークの推定 4. 代謝ネットワーク構造からの考察 5. 代謝ネットワーク形成に対する数理モデル

4. 細胞シミュレーション

—計算機上での細胞機能の再構成 高橋恒一、海津一成 186 (1174)
1. 細胞シミュレーションの歴史 2. 1分子粒度細胞シミュレーション

第7章 場を創る

1. 細胞を操作して組織・臓器をつくる

—生命を宿したアート 松永行子、佐藤暁子、竹内昌治 193 (1181)
1. 生体組織・臓器をつくる技術の必要性 2. つくる生命科学を広めるために～アーティストの視点から～

2. バイオメディア・アート

—生命と芸術の臨界面を巡って 岩崎秀雄 200 (1188)
1. バイオを巡るアート 2. 現代のバイオメディア・アート 3. 遺伝子工学と合成生物学のアート 4. バイオメディア・アートの場 5. バイオメディア・アートの美学的文脈について 6. 「文化としての科学」論再考

3. 「細胞を創る」研究を豊かに議論するために

—日本科学未来館の取り組み 橋本裕子 209 (1197)
1. サイエンスカフェ「人工生命・人工細胞～合成生物学が拓く未来～」 2. 大学における対話型講義の開発：公立はこだて未来大学「現代の科学」 3. 「細胞を創る」研究会一般公開シンポジウム「今、『生命』の再定義は必要か？」

● 索引

217 (1205)