

シンポジウム講演

冒頭、野地 PM が「人工ゲノム技術」と「人工細胞リアクタ」を効果的に統合し次世代バイオ産業のイノベーション技術を生み出すことを目指す ImPACT 野地プログラムの狙いと組織、そして、ゲノム合成技術の急速な発展の中でその社会実装された際の影響や課題を共有する、本シンポジウム開催の狙いを説明しました。続いて、本シンポジウムの構成である、(1)技術発展の講演、(2)社会への影響の講演、(3)パネルディスカッションの内容について解説しました。

(1)ゲノム合成時代の到来

- ① 相澤准教授(東京工業大学)より、ヒトゲノム解読完了宣言の次ステージとして、マイコプラズマ(ベンター研)、大腸菌(Church 研)、出芽酵母(Boeke 研)での全ゲノム構築研究の進行状況、及び本領域の国際コンソーシアム Genome Project-write(GP-write)の発足・動向・真の目的、さらに、本コンソーシアムに先生らが日本で初めて参画したこと、真核生物ゲノムについて機能未知で広大な領域の機能解明を目指すご自身の研究等をご紹介いただきました。
- ② 末次准教授(立教大学)より、25種のタンパク質を使用する長鎖環状 DNA 合成の簡易増幅技術の開発に成功したことをご紹介いただきました。この方法は 200kb 以上の長鎖 DNA を複製することが可能であり、その正確性は PCR を大幅に凌ぐこと、操作は試験管内無細胞反応であり簡易であること、将来的にはキット化して社会実装を目指すことを解説されました。
- ③ 木賀教授(早稲田大学)からは、翻訳システムの構成成分の中から tRNA とアミノアシル tRNA 合成酵素の改変により、地球生命に普遍的に存在する遺伝暗号表の改変の例、ご自身の先駆的な実験やその後の各所での研究の進展をご紹介いただきました。この中には、生物学的封じ込めを目指す Church らの大腸菌でのコドン変更や非標準アミノ酸依存性への変換も含まれ、それが、GP-write の主要テーマのひとつとして認定されています。

(2)ゲノム合成技術の社会への影響

- ① 四ノ宮教授(防衛医科大学校)より、バイオ分野でのデュアルユース研究について、特に病原体の改変や作成に関する研究について過去四半世紀の歴史からバイオセキュリティ上の問題が指摘された典型例をご紹介いただきました。具体的には、「インフルエンザウイルス合成」と「痘瘡ウイルス研究」の 2 つの事例を取り上げ、問題の要点をご説明いただきました。
- ② 隅藏教授(政策研究大学)から、新しい技術がイノベーションとして市場に出される際、多くの場合に生じる負のインシデント、そのリスクを軽減するために、適切な標準化・規格化を導入した事例のご紹介をいただきました。また、バイオセキュリティ・セーフティに関する標準化・規格化の可能性と合成生物学研究への示唆をご説明いただきました。
- ③ 横井氏(日立製作所)からは、企業が新技術を開発する際に考慮する規制等への対応事例をご紹介いただきました。

パネルディスカッション

下記の『馬痘ウイルスの人工合成』に関する Science 誌の記事(2017.7.6)をもとに、パネリスト(講演者7名)と参加者の間でディスカッションを行いました。

How Canadian researchers reconstituted an extinct poxvirus for \$100,000 using mail-order DNA
<http://www.sciencemag.org/news/2017/07/how-Canadian-researchers-reconstituted-extinct-poxvirus-100000-using-mail-order-dna>

冒頭、事例研究として、2017年7月にサイエンス誌に掲載された、カナダの研究者による馬痘ウイルスの人工合成とそのデュアルユース問題を司会の田端PM補佐より解説しました。

同研究の有用な点は天然痘ウイルスワクチンの開発が促進されること、逆に危険な点は、その技術が公開され、さらに悪用された場合、撲滅された天然痘ウイルスが簡単に作成されてしまい、生物兵器やテロ兵器に使用される懸念があることです。このため、科学雑誌『Nature Communication』『Science』は、記事の掲載を拒絶した経緯があります。

上記テーマに関し、パネリストや会場の参加者から多くの意見が出され、活発な議論が交わされました(主な意見は、下の表1をご覧ください)。この議論は、野地プログラムで準備中の、ゲノム合成による社会への影響に関する調査報告に反映する予定です。

(表1) パネルディスカッションでの発言内容抜粋
ゲノム合成時代の到来とバイオセキュリティ・セーフティ
発言内容を分野・対象(ステークホルダー等)別に分類(野地プログラム事務局)

分類	ステークホルダー等	パネルディスカッションでの発言例
現状分析	ゲノム合成技術	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で長鎖DNA合成が誰でも簡単にできるようになった訳ではないが、今後、自動ロボット化が進めば人工ゲノム合成時代が到来するであろう。 現状ではオリゴDNA合成のコストが高く、個人による人工ゲノム技術の悪用に歯止めをかけているが、今後、イノベーションにより合成コストが低下すれば悪用のリスクが増大する恐れがある。
	行政機関 学会 大学	<ul style="list-style-type: none"> 現在の日本は(性悪説に基づく)リスク管理はされていない。米国は性悪説も考えリスク管理をしている。 バイオセキュリティ・セーフティを正しく判断できる専門家が足りない。 遺伝子組換え作物(GMO)について、米国では規制が厳し過ぎて産業の発展を阻害したとの反省も聞く。
	研究者	<ul style="list-style-type: none"> GP-writeではバイオセキュリティ・セーフティが問題提起されている(欧米)。 一般の人への情報共有の働きかけが足りない(日本)。
研究計画承認	行政機関	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には、生命科学の進展にブレーキをかけるべきではない。研究目的が正当であり、リスク管理が適切に講じられていれば承認してよい。 審査やリスク管理のプロセスを明確にすることが望ましい(規格化・標準化) 厳格すぎる規制はよくない(国内外の過去の事例紹介)
	研究者	<ul style="list-style-type: none"> 研究者自身がリスクを正しく評価し、ミニマイズする努力を行うことが肝要。
リスク管理	行政機関	<ul style="list-style-type: none"> 性善説だけではなく、性悪説にも立って意図的な悪用に対する防護策を考える。 病原体の遺伝子配列情報へのアクセスは制限すべきかもしれない。
	行政機関 学会、大学	<ul style="list-style-type: none"> バイオセキュリティ・セーフティに関する専門家の人材育成が急務であり、科学者も積極的に貢献すべき。
	メーカー	<ul style="list-style-type: none"> 防ぐことのできない悪用に備え、技術的な防護策を準備することも重要。
	研究者、 社会学者	<ul style="list-style-type: none"> 医師や科学者が犯行に関与した国内の過去の事件から、彼らがなぜそのようなようになったかの心理を学ぶことで犯行の「やんわり」とした抑止につながる。
情報発信	研究者 学会	<ul style="list-style-type: none"> 合成生物学のリスクだけではなく、ベネフィットも積極的に発信すべき。一般の人にはリスクは分りやすいがベネフィットは分りにくいので、一般人には丁寧な説明が必要。(過剰な拒絶反応を防ぐ) 「啓蒙」という言葉は教え導くという意味であり、社会活動として適切でない。米国では科学者が社会と共に考える「共創」や「共働」という言葉が好まれる。このような働きかけと一般の人との共有が大事である。