

新興技術ガバナンスの構造

城山 英明

東京大学未来ビジョン研究センター 教授



1. 新興技術ガバナンスの課題

多様な利用が可能で、便益だけではなくリスクも含めて多様な社会的含意を持つ科学技術を社会が活用していこうとするならば、科学技術の開発と利用をマネジメントして行くシステム、すなわち科学技術ガバナンスが必要となる。そして、そのような科学技術ガバナンスの担い手は、様々な分野の専門家、様々なレベルの政府（国際組織、国、地方自治体）、様々な団体（専門家団体、事業者団体等）や市民といった多様なアクターとなる（城山・鈴木・大上・平川 2007、33）。

本論文では、このような科学技術ガバナンスのうち、新興技術（emerging technologies）を対象とするガバナンスについて検討する。ここで新興技術とは、ゲノム編集、合成生物学、遺伝子ドライブ、バイオエンジニアリングといった新たなバイオテクノロジー、AI（artificial intelligence）といった新たな情報技術を指す。新興技術のガバナンスをめぐることは、特に5つの課題を指摘することができる。

第1の課題は、技術発展の速度にいかに対応するかという課題である。技術発展の速度が急激である場合に、このような速度にガバナンスの対応が追い付いていくことができるのかという課題である。これは、ペーシング問題とも言われている（Abott 2013）。

第2の課題は、応用領域（scope of applications）の拡大という課題である。新興技術の応用領域は、食品、健康医療、エネルギー、交通、金融、防衛等へとスコープが拡大しつつある。特に、AI（人工知能）のような「一般目的技術（general purpose technology）」においては、多くの応用領域において、同時進行的に応用が拡大するという特徴を持つ。

第3の課題は、ガバナンスにおける関心領域（scope of concerns）の拡大という課題である。新興技術のガバナンスの当初における関心領域としては、安全性が中心であった。しかし、現在では、関心領域は、環境、人権、公正性、安全保障、気候変動等へとスコープが拡大しつつある。

第4の課題は、「原則（principles）」から「実践（practices）」へという課題である。関心領域の拡大に対応して、ELSI（Ethical, Legal and Social Issues）やRRI（Responsible Research and Innovation）への関心が高まり、AI等の分野において「原則（principles）」が定式化されてきた。今後は、このような「原則（principles）」をいかにして「実践（practices）」へと展開していくのか、いかに実施（implementation）していくのが課題とされる。そして、実践への展開させていく際には、当該技術が応用されている文脈（context）に関する理解が必要になる。

第5の課題は、新興技術の融合（convergence）という課題である。例えば、新たなバイ

バイオテクノロジーの発展と AI の発展は、各々独立に進むだけでなく、相互に融合しつつ発展する。その結果、例えばバイオテクノロジーの研究開発の速度はより高速化する。このような高速化は、医薬品開発といった側面だけでなく、生物兵器の開発といった側面にも大きな影響を及ぼすことになる (Urbina, Lentzos, Invernizzi and Elkin 2022)。また、生物兵器に関しては、特定の集団にターゲットを絞った兵器の開発も可能となりうる (Lentzos 2020)。

以下では、このような課題に対して、新たなバイオテクノロジー、AI という新興技術に関して、ガバナンスがどのように対応しているのか、どのような課題があるのかを検討する。その上で、これらの新興技術におけるガバナンスを比較検討することを通して、新興技術ガバナンスにおけるガバナンスのあり方や課題について横断的に検討することとしたい。

2. 新たなバイオテクノロジーのガバナンス

(1) 前史—古典的なバイオテクノロジーに対する初期対応

遺伝子組み換え技術の確立に伴い、1975 年にアシロマ (Asilomar) 会議が開催された。アシロマ会議では、約 140 人の生物学者、法律家、医師、ジャーナリスト、政府職員が参加し、組み換え DNA 実験が安全に実施できる条件について議論を行い、組み換え DNA を生物学的及び物理的に封じ込めて実験を行うことに合意した。アシロマ会議をうけて、NIH は資金援助の条件としての実験の危険度に応じて封じ込め条件を規定したガイドライン (Guidelines for rDNA research for laboratory experiments) を 1976 年に策定した (松尾 2008、194 ; Kuzma 2022, 6)

このアシロマ会議の試みは、民間レベルでの新興技術ガバナンスとして興味深い試みであったが、①対象となるリスクの観点が狭い、②大部分の参加者は米国からであり、欧州からの参加者はわずかであり、途上国からの参加者は皆無である、③社会学者等他分野の参加者もいない、といった点が批判された (van Balen, Srivas and He 2023, 151)。

(2) 国際組織の関与

その後、1980 年代に商業的応用が開始されると、各国で国際競争力強化の求める動きが強まった。例えば、米国の議会技術評価局では 1985 年に「商業的バイオテクノロジー；国際分析」といった報告書が公表された。そのような動きも踏まえて、1980 年代、1990 年代には OECD (Organization for Economic Cooperation and Development : 経済協力開発機構)、FAO (Food and Agriculture Organization : 食糧農業機関)、WHO (World Health Organization : 世界保健機構) といった様々な政府間国際組織での国際調和化を見据えた検討が開始された (van Balen, Srinivas and He 2023, 152)。

初期に大きな役割を果たしたのは OECD であった。OECD の科学技術政策委員会 (CSTP : Committee for Scientific and Technological Policy) ではバイオテクノロジーの安全性と規制に関する各国専門家のグループ (GNE : Group of National Experts on Safety and

Regulations in Biotechnology)が設置され、遺伝子組み換え技術の安全性に関する議論が行われた。1986年には「組み換え DNA の安全上の留意点」(「ブルーブック」)が作成された。食品安全の側面については、1990年に GNE が食品の安全性に関するワーキンググループ (The Working Group on Food Safety) を設置し、1993年には「ニューバイオテクノロジー由来の食品の安全性評価：概念と原則」(「グリーンブック」)を公表し、食品の安全性評価のベースとなる「実質的同等性 (substantial equivalence)」の概念が提唱した(松尾 2008、195)。

このように一定の共通理解が国際的に確保されたものの、各国の差異は持続した。米国は「プロダクトベース」の規制を維持したのに対して、EUは「プロセスベース」の規制を採用した。「プロダクトベース」とは、遺伝子組み換え技術というプロセスそのものには固有で特異なリスクはないという前提に立ち、個々の製品の特質に基づいて管理すべきという考え方である。他方、「プロセスベース」とは、遺伝子組み換え技術というプロセスにより作られた製品は既存の対象物とは本質的に異なるもので、潜在的なリスクがあるかもしれないという前提に立ち、遺伝子組み換え製品を独立したカテゴリーとして管理すべきとする考えである。米国は1986年に、遺伝子組み換えの管理はプロダクトに基づくべきとして、既存の法的枠組みに基づいて行う方針を提示した。他方、欧州委員会内部では、プロダクトベースの考えを支持した研究総局とプロセスベースの考えを支持した環境総局との間で対立が起こり、最終的には、環境総局の主張に基づき、遺伝子組み換え技術を用いた製品はその用途にかかわらず横断的に管理するとする「GMO の環境放出に関する指令 (90/220/EEC)」が採択された(松尾 2008、196-197)。

FAO/WHO 合同専門家会議においても、遺伝子組み換え食品に関する安全性に関する検討が必要であるとして、1990年と1996年に報告書が作成された(松尾 2008、198)。

その後、1999年に EU が遺伝子組み換え製品の新たな承認を停止して事実上のモラトリアムを開始し、遺伝子組み換え食品の安全性をめぐる問題は政治化した。そのため、1990年代末から2000年初頭にかけて、G8、WTO、OECD、コーデックス (FAO、WHO が合同で設置した食品安全に関する国際基準設定組織) など様々な場で様々な主体による食品安全に関する議論が並行的に展開された。例えば、1999年6月ケルンで開催された G8 では、OECD に対して次回のサミットまでに GM の食品安全に関するレポートを策定するよう要請した。並行してコーデックスでは、1999年7月に開催された総会で、日本の提案に基づき GM 食品の安全性に関する特別部会の設置が決定された(松尾 2008、200-201)。

(3) 新たなバイオテクノロジーの展開—ゲノム編集、合成生物学等

コーデックスにおいては、2003年に「モダン・バイオテクノロジー応用食品のリスク分セクのための原則」が採択されるなど、一般原則に関する一定の進展はあったものの、プロダクトベースかプロセスベースかをめぐる米欧の対立は持続していた。

そのような中で、2012年の CRISPR-Cas9 の開発といった新技術も踏まえて、新たなゲ

ノム編集技術の食品応用への対応が課題となっている。EU ではゲノム編集の扱いをめぐる議論となり、2018 年に欧州司法裁判所 (ECJ) がゲノム編集作物を GMO と判断したことにより、EU ではゲノム編集食品についても従来の遺伝子組み換え食品同様にプロセスに基づく規制が採用されることとなり、米欧間のアプローチの差異も維持されることとなった (van Balen, Srinivas and He 2023,156)。ただし、EU においてもゲノム編集という新たな技術に対して、対応を差異化したより柔軟なアプローチを採用すべきであるという議論もある (Bratlie, Halvorsen, et.al. 2019)。

ゲノム編集技術の応用において特に課題となっているのはヒトへのゲノム編集の応用である。多くの国でヒトへの応用は基本的に禁止されている (van Balen, Srinivas and He 2023, 160)。2015 年には、米国科学アカデミー等が中心となりゲノム編集国際サミット (International Summits on Genome Editing) が開催され、世代を超えた影響を持つゲノム編集は現時点では認められないことを確認し、報告書を取りまとめた。

その後、2018 年に、中国人科学者によるゲノム編集を応用した赤ん坊の出産の公表があり、国際的な批判を浴びた。そのため、WHO は 2019 年にヒトゲノム編集のガバナンスと監視に関するグローバル基準に関する諮問委員会 (Advisory Commission on Developing Global Standards for Governance and Oversight of Human Genome Editing) を設置し、2021 年に報告書を公表した (van Balen, Srinivas and He 2023, 161)。

また、合成生物学が生物多様性に関するカルタヘナ議定書の対象となるか否かについては、社会経済的考慮事項に関するアドホック専門家グループ (AHTEG: Ad Hoc Technical Expert Group on Socio-economic Considerations) において議論されているⁱ。しかし、コンセンサスは無く、合成生物学多分野技術専門家グループ (Multidisciplinary Technical Expert Group on Synthetic Biology) 設置の提案が行われるといった段階にとどまっている (van Balen, Srinivas and He 2023, 158)。

(3) 民間における多分野的検討の試み

新たなバイオテクノロジーにおいては、DIY といわれるような民間による様々な試みが可能であり、そのような活動のガバナンスには民間主導の分散型ガバナンスが求められている。そのような仕組みの一つの例として、2004 年から試みられている iGEM の例を挙げることができる。これは、多国籍企業に支配されない、ボトムアップの試みとしても興味深い (van Balen, Srinivas and He 2023, 157)。

iGEM (International Genetically Engineered Machine) は、毎年、合成生物学に関するコンペを行う組織である (Millett, Alexanian, Palmer, Evans, Kuiken and Oye 2022, 27)。そのようなコンペの実施に際して、SSC (iGEM's Safety and Security Committee) はプロジェクト提案の安全性、安全保障面での様々な含意の検討を行っている。例えば、2016 年時点では遺伝子ドライブに関する方針を作成していなかったが、ミネソタ大学が遺伝子ドライブに関する提案を提出すると、SSC は、学生等を巻き込み、幅広い課題について検討し、2017

年2月に遺伝子ドライブに関する方針を公表した。その後、2019年5月には、適応的リスクマネジメント (adaptive risk management approach) という方針を実践する形で、改定版の方針を公表した (Millett, Alexanian, Palmer, Evans, Kuiken and Oye 2022, 27)。

iGEM のこのような実践を通して、以下の点が確認されている。①遺伝子ドライブは世代間・越境的リスクをいかに評価すべきかに関して不確実性 (uncertainty about how to evaluate intergenerational and transboundary risks) があり、潜在的影響が大きい (potential for widescale impact) ため、特に注目すべきである。②遺伝子ドライブは急速に発展するため適応的アプローチ (adaptive risk management approach) が適切である。また、実験と学習のためには、iGEM のようなテストベットが重要である。③ 様々な専門性を取り込むべきである ("wisdom of crowds")。④現在の実験室のバイオセイフティ、バイオセキュリティに関するレビューでは不十分である。⑤遺伝子ドライブの不確実性を考えると、価値や幅広い含意 (values and broader implications) に関する議論を取り込むべきである。⑥恒常的な技術に関するホライズンスキヤニング能力 (horizon scanning capacity) が必要である (Millett, Alexanian, Palmer, Evans, Kuiken and Oye 2022, 31–33)。

このような iGEM の活動は、民間主導で多分野横断的なレビューを実施する実験的かつ適応的な仕組みであると位置づけることができる。

また、バイオエンジニアリングに関わる様々な事業者、専門家のネットワークによる活動も見られる。例えば、EBRC (Engineering Biology Research Consortium) Global Forum on Engineering Biology 1.0 が2019年に開催されており、EBRC Global Forum 2.0 の開催が2022年に予定されるとされていた (Dixon, Freemont, Johnson and Pretorius 2022, 3)。

3. AI のガバナンス

(1) 差異—米欧対立

2021年4月、欧州委員会はAIA (Artificial Intelligence Act) を提案した。これは、AI規制のハードな枠組みを提供する「世界初の取り組み」であった。AIAは、加盟国に直接適用可能である規則として提案されるとともに、社会経済的利益の促進と新たなリスクや負の影響についてバランスの取れたアプローチ (balanced approach to benefits and risks) を目指すとされた (山本 2023, 3–5)

AIAの背景には、デジタル空間を立憲主義的価値・原理によって統制しようとするデジタル立憲主義という考え方がある。ただし、含まれる立憲主義的価値・原理の範囲 (基本的権利保障、法の支配、民主主義の他に何が入るか、また、経済的権利や表現の自由とのバランスを具体的にどうとるのか)、対象となる私的アクターの範囲 (GAFAのような巨大デジタルプラットフォームの他に、対象となる私的アクターの範囲をどうするのか)、私的アクターの拘束の仕方 (私的アクターの拘束の仕方は公的権力拘束のための伝統的構造と同じか、稀釈されるか) について、様々な考え方がある (山本 2023, 6, 10, 11)。

また、AIAの特色は、特定の応用分野におけるAI規制ではなく、様々な応用分野におい

て水平的 (horizontal in nature) に適用される規制である点である (CSIS 2022, 8)。

他方、米国においては、2022 年 10 月に OSTP (Office of Science and Technology Policy) が「AI 権利章典への青写真 (Blueprint for an AI Bill of Rights)」を公表したⁱⁱ。そこでは、AI について広い定義が採用された (CSIS 2022, 6)。また、2023 年 1 月には、商務省下の NIST (National Institute of Standards and Technology) が、「AI リスクマネジメントフレームワーク (AI RMF : Risk Management Framework)」を公表したⁱⁱⁱ。これらはいずれも基本的にはソフトローによるアプローチを志向するものであった。

このように、ハードローを志向するのか、ソフトローを志向するのか、また、対象となる AI の範囲をどのように考えるのかといった点に関して、EU と米国の間には差異がみられた。EU と米国の間には、一定の共通のベースラインはあるものの、異なった枠組み、哲学、原則の実現に向かう側面もあるとされる (CSIS 2022, 4)。また、このような差異を背景に、具体的な標準化に関しても、非互換性標準 (non-interoperable standards) が採用されるリスクがあるとされる (CSIS 2022, 1)。

(2) 国際組織の対応

1) G7、OECD、G20

各国間で方向性の差異もみられる中、G7、OECD、G20 では、一定の原則における共通性を確認する試みが行われてきた。

2016 年 4 月には、同年の G7 ホスト国である日本が主導して、G7 情報通信大臣会合において、AI の研究開発ガイドラインの議論が行われた。その後、この議論は OECD に引き継がれ、2019 年 5 月には「OECD AI 原則 (OECD AI Principle)」が採択された。

AI 原則の概要は、以下の通りである。①AI は、包摂的成長と持続可能な発展、暮らし良さを促進することで、人々と地球環境に利益をもたらすものでなければならない。②AI システムは、法の支配、人権、民主主義の価値、多様性を尊重するように設計され、また公平公正な社会を確保するために適切な対策が取られる—例えば必要に応じて人的介入ができるようにすべきである。③AI システムについて、人々がどのような時にそれと関わり結果の正当性を批判できるのかを理解できるようにするために、透明性を確保し責任ある情報開示を行うべきである。④AI システムは、その存続期間中は健全で安定した安全な方法で機能させるべきで、起こりうるリスクを常に評価、管理すべきである。⑤AI システムの開発、普及、運用に携わる組織及び個人は、上記の原則に則ってその正常化に責任を負うべきである。また、以下のような各国政府に対する提言が行われた。①信頼できる AI のイノベーションを刺激するために、研究開発への官民投資を促進する。②デジタルインフラとテクノロジーで AI エコシステムとデータと知識の共有メカニズムの利便性を高める。③信頼できる AI システムの普及に道を開く政策環境を創出する。④人々に AI に関わる技能を身につけさせるとともに、労働者が偏りなく転職できるよう支援する。⑤情報を共有し標準を開発し、責任ある AI の報告監督義務を果たせるように、国際的、産業部門横断的に協力する

iv。

その後、この OECD における AI 原則が基礎となり、2019 年 6 月には日本で開催された G20 において、「G20 AI 原則 (G20 AI Principle)」が採択された。

また、OECD 内においては、AI 原則を支援する仕組みとして、2020 年 2 月に「OECD AI オブザーバトリー (OECD AI Observatory)」が設置された^v。これは AI 政策に関する包括的なデータベースであり、多分野性 (multidisciplinarity) を確保するネットワーク、エビデンスに基づく政策分析、マルチステークホルダー対話の促進を提供するものであった。

2) FTA、EPA 等

国際的には、ソフトローと並んで、一定の条約等においても AI についての規定が置かれるようになっている。その 1 つの場面が、自由貿易協定 (FTA: Free Trade Agreement)、経済連携協定 (EPA: Economic Partnership Agreement) である。

例えば、シンガポール、チリ、ニュージーランドによって締結された DEPA (Digital Economy Partnership Agreement) においては、DEPA 第 8・2 条で、人工知能 (Artificial Intelligence) について規定している。第 8・2 条 2 では、締約国は、AI 技術が信頼され、安全かつ責任を持って使用されるためには、倫理及びガバナンスの枠組みを開発することが経済的及び社会的に重要であること、それぞれの管轄区域を越えた AI 技術の採用及び利用を可能な限り促進するために、相互理解を深め、最終的に当該枠組みが国際的に整合されることを確保することの利益を認識するとする。その上で、第 8・2 条 3 において、締約国は、信頼され、安全で責任ある AI 技術の利用を支援する倫理及びガバナンスの枠組み (AI ガバナンス枠組み) の採用を促進するよう努めるものとし、第 8・2 条 4 において、AI ガバナンス枠組みの採用にあたり、締約国は、説明可能性、透明性、公平性及び人間中心の価値を含む国際的に認められた原則又はガイドラインを考慮するよう努めるものとしている。

また、二国間枠組みで AI についてとり上げられる場合もある。例えば、EU と米国の愛では、TTC (Trade and Technology Council) が 2021 年 6 月に設置された。TTC のワーキンググループでは、AI 標準についてもとり上げられ、2022 年 12 月の大臣会合では、「信頼される AI とリスクマネジメントのための評価・測定ツールに関する共同ロードマップ (Joint Roadmap on Evaluation and Measurement Tools for Trustworthy AI and Risk Management)」が公表された。これは、AI 関連用語の定義、リスクマネジメント・評価に関するツールの開発、国際標準化機関における大西洋を越えた協力の重要性を強調するものであった。ただし、その具体的な実施については不透明であるとされる (CSIS 2022, 9)。

(3) 民間による試み

AI の研究開発、利用においては民間主体の役割は大きい。それを反映して、AI のガバナンスにおいても、様々な民間主導の動きがみられる。

例えば、早い段階から PAI (Partnership on Artificial Intelligence to Benefit People and

Society) といった民間国際組織が組織されてきた。PAI は、AI 技術のベストプラクティスを開発・共有し、AI に関する公衆の理解を向上させ、AI 及びその社会的影響に関する議論と関与のためのオープンなプラットフォームを提供するため、2016 年 9 月に設立された。当初、アマゾン、グーグル、フェイスブック／ディープマインド、マイクロソフト、IBM が企業構成員として設立を主導し、アメリカ人工知能学会、アメリカ自由人権協会等が非営利構成員となっている (AI ネットワーク社会推進会議 2017、17)。その後、企業構成員としては、アップル、ソニー等が参画し、非営利構成員としてはヒューマンライツ・ウォッチ、オクスフォード大学の FHI (Future of Humanity Institute) 等が参画している。PAI は、具体的には、安全性、公正性・透明性・アカウンタビリティ、人と AI システムの協力、労働・経済への影響、社会的影響、社会善との関係等に関する検討やプロジェクトを実施してきた。

また、IEEE といった学会も一定の役割を果たしてきた。例えば IEEE は Ethically Aligned Design initiative に基づき、倫理的設計のガイドラインである Ethically Aligned Design (EAD, Version 1) を発行した (Cihon 2020, 547)。

さらに、国際標準化機関による活動もみられる。ISO (International Organization for Standardization) と IEC (International Electrotechnical Commission) が合同で設置した ISO/IEC JTC1/SC42 が AI の国際標準化における主要な場となっている。具体的には、ISO/IEC 42001 が認証、ISO/IEC 23053 がリスク分析、ISO/IEC 38507 がガバナンスに関する国際標準として、検討が進められてきた。また、このようなグローバルな国際標準に対して、EU においては CEN-CENELEC といった欧州地域レベルでの標準化機関を活用する動きもみられ、標準間の差異化が危惧されている。

(4) 新たな展開

1) 垂直的分野別規制と水平的横断的規制

AI ガバナンスにおいても、垂直的応用分野別規制と AI に関する水平的横断的規制の交錯がみられる。例えば、EU の AIA は前述のように AI に関する水平的横断的規制という側面を有する。他方、米国や日本では、横断的側面についてはソフトローで扱われているが、個別応用分野については、個別分野を規制するハードローが一定の役割を果たす場合もある。

そのような役割分担は、国際的局面でも見られる。例えば、自動運転に関しては 1968 年に合意された道路交通に関する条約 (ウィーン交通条約) において規定されており、LAWS (lethal autonomous weapons systems) については特定通常兵器使用禁止制限条約 (Convention on Certain Conventional Weapons : CCW) で規定されている (Cihon 2020, 547)。また、健康医療に関する AI については、2021 年 6 月に、「保健のための AI の倫理とガバナンスに関するガイダンス (WHO guidance on Ethics & Governance of Artificial Intelligence for Health)」が倫理、法律、技術、保健担当省庁の専門家による 18 カ月の議論を踏まえとりまとめられた^{vi}。

2) 原則から実践へ

OECD や G20 において AI 原則が確立した後、次のステップとして原則をどのように実践に落とし込んでいくのか、どのようにして実施していくのかに次の焦点が移りつつある。

そのような中で、2020 年 6 月に、GPAI (Global Partnership on AI)が設置された。これは、当初フランスとカナダが主導し、G7 での合意がこことみられたが米国の反対でうまくいかず、最終的には OECD との緊密な関係の下で設立されることとなった (Cihon 2020, 553)。GPAI は、マルチステークホルダーによるイニシアティブであり、AI に関する理論 (theory) と実践 (practice) のギャップと架橋することを目的としている^{vii}。具体的な活動の場として、責任ある AI に関するワーキンググループ (Working Group on Responsible AI)、データガバナンスに関するワーキンググループ (Working Group on Data Governance)、仕事の将来に関するワーキンググループ (Working Group on the Future of Work)、イノベーションと商業化に関するワーキンググループ (Working Group on innovation and Commercialization) が設置されている。

OECD において検討の進んでいる興味深いメカニズムとしては、インシデント報告・モニターに関するメカニズムがある。ただ、現時点では、自主的報告に基づくインシデント・報告・モニター制度が念頭に行われている。強制的報告では産業界の自主的報告、特にインシデントに至らぬ「ニアミス」の報告をむしろ阻んでしまうことが危惧されている (OECD 2022b, 9)。

また、第三者による監査 (third party auditing) の必要性についても議論されている (Brundage, et.al. 2020, 11)。また、その実施に際しては、認証 (certification) と検認・保証 (verification, validation, “assurance as a service”) といった 2 つのトラックが必要であることが論じられている (Girard 2022, 1)。

4. 比較分析

(1) 未来リテラシーとソフトロー

新興技術ガバナンスの第 1 の課題は、技術発展の速度にいかに対応するかという課題であった。そして、そのような課題の重要性は、第 5 の課題として述べたように、新興技術同士の融合が進む中で、より高まっている。

このような課題に対応するための重要な手法は、フォーサイトやホライズンスキヤニングといった未来について検討する手法である (松尾・岸本 2017、OECD 2022a)。新たなバイオテクノロジーに関しては、例えば、iGEM (International Genetically Engineered Machine) の実践を総括する中で、恒常的な技術に関するホライズンスキヤニング能力 (horizon scanning capacity) が必要であるという点が強調されている (Millett, Alexanian, Palmer, Evans, Kuiken and Oye 2022, 33)。G7 や OECD における AI 原則の検討と並行して、日本においても、AI 開発ガイドライン検討の前提として、AI 社会ネットワーク化が社会・経済に及ぼす影響の検討という形で、未来についての検討が進められてきた (AI ネット

トワーク社会推進会議 2017)。また、民間の PAI (Partnership on Artificial Intelligence to Benefit People and Society) の活動においても、1つの焦点は労働・経済への影響、社会的影響等の検討であった。

技術発展の高速化に対応するためには、このように未来リテラシーを高めることが1つの方策であるが、同時にこのような方策には限界がある。コリングリッジのディレンマとして知られるように、コントロールが可能な早期段階で不確実な未来を検討するには限界があり、他方、未来が確実になった段階でコントロールを試みても、現実に影響を及ぼすことができなくなる。このような中で重要なのは、なるべく早期段階で課題を探知するとともに、そのような探知に対応して技術利用のあり方にフィードバックするメカニズムを構築することである (Collingridge 1980, 19-20)。また、iGEM の総括の中では、適応的リスクアプローチ (adaptive risk management approach) の重要性が指摘されている (Millett, Alexanian, Palmer, Evans, Kuiken and Oye 2022, 32)。

そのような柔軟な対応を可能にするという観点からは、ソフトローの利用に一定の合理性がある。ソフトローには、強制性という観点での実効性、制定手続きに関する正統性、予測可能性・安定性、透明性といった観点では課題があるものの、迅速な対応可能性、イノベーションを阻害しない点、実質的な合意形成・信頼確保が可能である点、柔軟性といった観点ではメリットがある点が指摘されてきた (Hagemann, Skees and Thierer 2019)。

実際に、AI に関しては OECD や各国においてソフトローが活用されており、新たなバイオテクノロジーに関しても、AI や脳技術同様の OECD におけるソフトロー活用の可能性が検討されている。ただし、AI に関しても EU における AIA の提案や各分野別の垂直的規制、FTA や EPA といった条約における AI ガバナンス原則の位置づけにもみられるように、ソフトローだけに依存するわけではなく、現実にはソフトローとハードロー等との組み合わせが志向されている。

(2) 垂直的アプローチと水平的アプローチの組み合わせ

新興技術ガバナンスの第2の課題は、応用領域 (scope of applications) の拡大という課題であった。バイオテクノロジーの場合、応用領域は、食品、健康医療の中で応用領域が拡大していくとともに、エネルギーといった領域においても応用されるようになっていった。AI の場合、健康医療、交通、金融、農業、防衛といった多様な領域にスコープが拡大していった。前述のように、特に AI のような「一般目的技術」においては、多くの応用領域において、同時進行的に応用が拡大するという特徴を持つ。

従来の規制は、基本的には応用領域別に垂直的 (vertical) に行われてきた。食品、健康医療、エネルギー、交通、金融、防衛といった応用領域毎に、規制やガバナンスは設定されてきた。

他方、使われる技術に即して、応用分野横断的に水平的 (horizontal) 規制を行おうという試みも行われてきた。前述のように、バイオテクノロジーをめぐるのは、米国が「プロダ

クトベース」の規制を維持したのに対して、EU は「プロセスベース」の規制を採用した。この「プロセスベース」のアプローチとは、応用領域横断的に、遺伝子組み換え技術というプロセスにより作られた製品は既存の対象物とは本質的に異なるものとして横断的水平的に対応しようとするアプローチであるといえる。EU の現在の AIA の提案も、AI という技術に関して、適用領域横断的に水平的規制を志向しているものと考えられる。

また、水平的アプローチは、EU のバイオテクノロジー規制や AI 規制にみられるようなハードローを活用しなければならないというものではない。OECD や各国の AI 原則にみられるように、ソフトローを活用する試みも多くみられる。

そして、現実の規制は、適用領域毎の垂直的アプローチに基づく規制と技術を切り口とした適用領域横断的な水平的アプローチの組み合わせにより行われている。そして、垂直的領域においては、特に安全性への要請が大きい食品、健康医療、交通といった分野にみられるように、伝統的にハードローが活用されてきた。このように垂直的アプローチにハードローが用いられる傾向があるという現実の下では、水平的アプローチにソフトローを用いるという手法は、アプローチ間の過度の対立を防ぐ現実的手法という側面があったといえる。

(3) 多分野的視野の確保

新興技術ガバナンスの第3の課題は、ガバナンスにおける関心領域 (scope of concerns) の拡大という課題であった。バイオテクノロジーの場合、当初における関心領域は安全性 (実験の安全性) であったが、その後、安全性の中でも食品や医薬品等の安全性、生態系環境、配分の公正性、安全保障、気候変動への影響等へと関心のスコープが拡大しつつある。AI の場合は、当初から、安全性、人権、公正性、安全保障、生態系環境、気候変動への影響等へ関心領域が拡大している。

このような中で、多分野的 (multi-disciplinary) 視野、学際的 (interdisciplinary) 視野をどのようなメカニズムで確保するのが、ガバナンスの重要な課題となる。例えば、iGEM の総括の中では、様々な専門性を取り込むべきである ("wisdom of crowds")、現在の実験室のバイオセイフティ、バイオセキュリティに関するレビューでは不十分である、不確実性を考えると価値や幅広い含意 (values and broader implications) に関する議論を取り込むべきであるといった指摘が行われている (Millett, Alexanian, Palmer, Evans, Kuiken and Oye 2022, 32-33)。

同様の指摘は、米国医学アカデミーによる健康・医療分野における新興技術のガバナンスに関する研究の前提としても、述べられている。新興科学技術の評価には、幅広い専門分野や多くのセクター (a range of disciplines and multiple sectors should come together to assess the landscape of emerging scientific advances and technologies) が協働すべきであり、セクター横断的ガバナンス枠組み (cross-sectoral governance framework) の開発が目標であるとされる。そしてそのような枠組みの3つの鍵となる視角として、個人・社会の利用者の視

角、設計・開発者（科学者、イノベーター、研究資金提供者、投資家）の視角、公式のガバナンスアクターの視角があげられ、これらの視角を単一主体で確保することは不可能であるとされる（Mathews, Balatbat and Dzau 2022, 2）。

また、ジャザノフは、「遺伝子編集に関するグローバルオブザーバトリー（A global observatory for gene editing）」の提案を行っている。これは、ヒトへのゲノム編集の応用について議論した 2015 年の米国科学アカデミー等が中心となったゲノム編集国際サミット（International Summits on Genome Editing）は、多様なアクターを集めた重要な会議ではあったが、技術的問題を専攻する科学者中心であり、科学と社会の専門家の参加が不十分であったという観点から、新たな国際的な場として提案されたものである（Jasanoff and Hurlbut 2018）。

AI においても、同様の観点からの仕組みが設置されてきた。OECD 内において、AI 原則を支援する仕組みとして 2020 年 2 月に設置された「OECD AI オブザーバトリー（OECD AI Observatory）」においては、多分野性（multidisciplinarity）の確保が強調されていた。

（4）原則の実践を担保するメカニズム

原則を実施するための実践を担保するための仕組みとしては、3 つの仕組みが議論されてきた。

第 1 の仕組みは、情報共有、特にインシデントに関するモニタリングの仕組みに関する議論が行われてきた。情報共有とそれに基づく学習は、規制的機能を適切に確保するための全体として重要である。

OECD AI オブザーバトリーの重要な機能は情報共有である。また、AI に関しては、OECD においてインシデントのモニタリングの仕組みづくりが具体的に進められている。現在は、情報提供者のインセンティブに配慮するという観点から自主的な情報提供に基づくべきであることが強調されている。ただし、このような自主的な仕組みが機能するのかどうかについては、課題もある。

また、新たなバイオテクノロジーに関しては、特に安全保障上の懸念もあるため、情報共有を進めるべきかどうか、どの範囲で情報共有を進めるべきかについて、限定的に行うべきだという議論もありうる。この点に関する考慮事項の調整も必要になる。

第 2 の仕組みは、監査である。監査は、組織の認証（certification）という仕組みと、その前提となる組織の実践に関する検証（verification, validation）という 2 つの要素から構成される（Girard 2022）。

AI については、このような監査に関する議論が進みつつある。ただし、会計監査の応用領域の拡大としてとらえるアプローチ、製品やサービスの品質保証の延長としてとらえるアプローチといったアプローチ間の差異がみられる。また、内部監査、外部監査のいずれを念頭に置くのか、また、AI 倫理、経済安全保障、サプライチェーンにおける人権確保といった個別課題ごとに監査メカニズムを設置するのか、コーポレートガバナンスとして横断

的な監査メカニズムを設置するののかについても異なった考え方がある。

新たなバイオテクノロジーについても、特に軍事転用を防ぐといった観点からの仕組みの構築が求められる。その際は、核物質の転用を規制する核不拡散のための核物質の計量管理が参照事例となりうる。ただし、核物質に関しては、物理的な定量的管理を重視しうるのに対して、生物兵器転用管理に関しては意図等の透明性の確保や定性的な分析がより重要になる (Lentzos 2020, 306)。

第3の仕組みは、教育・訓練である。特に、バイオセキュリティの分野においては、行動規範 (code of conduct)、賞 (prize, award) の授与、コンペ (competition) を通して規範構築、行動変容を促すことの重要性が指摘されてきた (Lentzos 2020, 306)。合成生物学に関するコンペを行う組織である iGEM は、その興味深い一例である (Millett, Alexanian, Palmer, Evans, Kuiken and Oye 2022, 27)。

AI についても、2020年6月に設置された GPAI (Global Partnership on AI) の事業的活動には、教育・訓練活動と接続しうる内容が含まれていると考えられる。

5. おわりに

以上、本稿においては、新興技術ガバナンスの主要な課題を指摘した上で、それらの課題に新たなバイオテクノロジーや AI といった新興技術に関して、どのような対応がみられたのか、何が残された課題なのかについて概観した。ガバナンスの要素としては、未来リテラシーとソフトロー、垂直的アプローチと水平的アプローチの組み合わせ、多分野的視野の確保、原則の実践を担保するメカニズム (情報共有・インシデントに関するモニタリング、監査、教育・訓練) が重要であることを確認した。

最後に、残された課題について確認しておきたい。第1に、現実の規制は、適用領域毎の垂直的アプローチに基づく規制と技術を切り口とした適用領域横断的な水平的アプローチの組み合わせにより行われていることを指摘したが、このような組み合わせのあり方はどのような要因によって決まるのかという課題がある。一方では、このような要因としては、産業構造、利用者の構造といった垂直的アプローチを規定する要因、当該社会・国の文化的制度的要因が重要になる。他方、技術の要請という横断的アプローチを規定する要因も重要になる。このような2つの要因が技術利用の文脈 (context) を規定することになるが、これらがどのように組み合わせるのが課題である。ただし一般的には、現在の AI にみられるような「一般目的技術」への傾向は、社会の共通インフラを規制する方法として水平的アプローチの重要性を高めつつあるのではないと思われる。

第2に、新興技術ガバナンスへのインプットのあり方という課題がある。新興技術ガバナンスの1つの焦点は、新たなバイオテクノロジーの場合、AI の場合のいずれにおいても、米国と EU の対立とそれへの対応が焦点であった。しかし、これらの新興技術の利用者は必ずしもこのような主要プレイヤーに限られない。新興国、いわゆるグローバルサウスの諸国は、リープフロッギングのための利用可能性も含めて重要なアクターである。また、AI が

バランス原則や防衛協定におけるこれらの扱いに関する動きにみられるように、日本、シンガポール等のミドルパワーの役割も興味深い。国内における脆弱なアクターの参画も重要である。これらの幅広いアクターを含めたガバナンスの全体像を検討する必要がある。

<参考文献>

Kenneth W. Abbott (2013), “Introduction: the challenges of oversight for emerging technologies”, Gary E. Marchant, Kenneth W. Abbott, and Braden Allenby, eds., *Innovative Governance Models for Emerging Technologies*, Edward Elgar Publishing.

Sigrid Bratlie, Kristin Halvorsen, et al. (2019), “A novel governance framework for GMO A tiered, more flexible regulation for GMOs would help to stimulate innovation and public debate”, *EMBO reports* 20: e47812

Miles Brundage, Shahar Avin, Jasmine Wang, Haydn Belfield, et al. (2020), “Toward Trustworthy AI Development: Mechanisms for Supporting Verifiable Claims”, arXiv:2004.07213 [cs.CY], April 2020.

Peter Cihon, Matthijs M. Maas, Luke Kemp (2020), “Fragmentation and the Future: Investigating Architectures for International AI Governance”, *Global Policy*, Vol. 11-5, pp. 545-556.

David Collingridge (1980), *The Social Control of Technology*, Frances Pinter Ltd.

CSIS (Center for Strategic and International Studies) (2022), “CSIS AI Council White Paper: Japan’s Opportunity to Lead the G7 in Advancing AI Governance”, December 2022.

Thomas A. Dixon, Paul S. Freemont, Richard A. Johnson & Isak S. Pretorius (2022), “A global forum on synthetic biology: the need for international engagement”. *Nature Communication* 13, 3516 (2022), 18 June 2022, pp. 1-5.

Michel Girard (2022), “A Two-Track Approach for Trustworthy AI”, Center for International Governance Innovation, CIGI Policy Brief No. 174, June 29, 2022, pp. 1-7.

Ryan Hagemann, Jennifer Huddleston Skees, and Adam Thierer (2019), “Soft Law for Hard

Problems: The Governance of Emerging Technologies in an Uncertain Future”, Colorado Technology Law Journal Vol. 17-1, March 2019, pp. 37-129.

Sheila Jasanoff and J. Benjamin Hurlbut (2018), “A global observatory for gene editing”, Nature, Vol. 555, 22 March 2018, pp. 435-437.

Jennifer Kuzma (2022), “Governance of Gene-edited Plants: Insights from the History of Biotechnology Oversight and Policy Process Theory”, Science, Technology & Human Values, June 2022, pp. 1-32.

Filippa Lentzos (2020), “How to protect the world from ultra-targeted biological weapons”, Bulletin of the Atomic Scientists, Vol. 76-6, pp. 302-308.

Debra J.H. Mathews, Celynne A. Balatbat, and Victor J. Dzau (2022), “Governance of Emerging Technologies in Health and Medicine - Creating a New Framework”, New England Journal of Medicine, Vol. 386, June 2022, pp. 2239-2242.

Piers Millett, Tessa Alexanian, Megan J. Palmer, Sam Weiss Evans, Todd Kuiken, and Kenneth Oye (2022), “iGEM and Gene Drives: A Case Study for Governance”, Health Security, Vol. 20-1, pp. 26-34.

OECD (2022a), “Emerging Technology Governance: Towards and anticipatory framework STS Outlook 2023, Chapter 6”, OECD Directorate for Science, Technology and Innovation, Committee for Scientific and Technological Policy, DSTI/STP(2022)25/CHAP6.

OECD (2022b) , “Concept note on developing a common framework for AI incident reporting & AI incidents monitor Defining AI Incidents (Phase 1)”, OECD Committee on Digital Economy Policy Working Party on Artificial Intelligence Governance, 19 October 2022, DSTI/CDEP/AIGO(2022)11.

Fabio Urbina, Filippa Lentzos, Cédric Invernizzi and Sean Ekins (2022), “Dual use of artificial-intelligence-powered drug discovery”, Nature Machine Intelligence, Vol 4, March 2022, pp. 189–191.

Sophie van Baalen, Krishna Ravi Srinivas, and Guangxi He (2023), “Challenges of Global Technology Assessment in Biotechnology – Bringing Clarity and Better Understanding in

Fragmented Global Governance”, in Leonhard Hennen, Julia Hahn, Miltos Ladikas, Ralf Lindner, Walter Peissl, Rinie van Est, eds., Technology Assessment in a Globalized World Facing the Challenges of Transnational Technology Governance, Switzerland, Springer, pp. 149-173.

AI ネットワーク社会推進会議 (2017)「報告書 2017-AI ネットワーク化に関する国際的議論の推進に向けて」(http://www.soumu.go.jp/main_content/000499624.pdf)

城山英明・鈴木達治郎・大上泰弘・平川秀幸 (2007)「科学技術の発展を社会的含意－科学技術ガバナンスの必要性」城山英明編『科学技術ガバナンス』東信堂、5－37 頁。

松尾真紀子 (2008)「食品の安全性をめぐる国際合意のダイナミズム」城山英明編『科学技術のポリティクス』東京大学出版会。

松尾真紀子・岸本充生 (2017)「新興技術ガバナンスのための政策プロセスにおける手法・アプローチの横断的分析」『社会技術研究論文集』14 巻、84－94 頁。

山本健人 (2023)「EU の AI 規則案とデジタル立憲主義」、『IFI Working Paper』 No. 13、2023 年 2 月。

注

i https://bch.cbd.int/onlineconferences/portal_art26/ahteg/

ii <https://www.whitehouse.gov/ostp/ai-bill-of-rights/>

iii <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-1.pdf>

iv <https://www.oecd.org/tokyo/newsroom/forty-two-countries-adopt-new-oecd-principles-on-artificial-intelligence-japanese-version.htm>

v <https://oecd.ai/en/about>

vi <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>

vii <https://gpai.ai>