

FORUM REPORT 011

# 現代日本における技術開発—その可能性と課題

グローバルな文脈での日本 第11回フォーラム 2017年5月20日（大阪）

## 戦後日本の原子力および宇宙技術ガバナンス

東京大学大学院法学政治学研究科教授

城山英明

技術は社会に大きな影響を与えるので、技術ガバナンスには多様なアクターが関与する。科学者やエンジニアは、個人としても、研究機関のメンバーとしても、大きな役割を果たす。企業もまた、技術を社会に導入する上で重要である。さらにさまざまな国内官庁も関与し、また外国政府は技術移転を伴う際には主要な役割を果たす。

技術開発によって、さまざまな広範なリスクも高まるし、また利便性も向上する。したがって、技術ガバナンスには、多様な社会集団が関与するリスク評価とリスク管理が必要である。そのためには、不確実性に対処し、またリスクと利便性をそれぞれどれだけとするべきかという配分方法にも取り組まなければならない。一方、技術ガバナンスは、科学者やエンジニアによる研究開発を促進するためのイノベーション・ガバナンスと、これにたいする資金提供を必要とする。新技術の動員と実施のためには、イノベーションと技術需要を形作るプッシュ・プル要因を理解する必要もある。

戦後日本の原子力技術と宇宙技術のガバナンスの問題からは教訓が導かれる。本報告の分析は、各分野における「二元的」統治システムの構造と意味に焦点を当てる。

歴史的に、原子力技術においては、特に燃料再処理と高速増殖技術に関して研究開発を重視するグループと、移転された軽水炉技術の利用に焦点を当てるグループ間に緊張関係があった。前者には、科学技術庁、日本原子力研究開発機構、動力炉・核燃料開発事業団が含まれる。動力炉・核燃料開発事業団は2005年に日本原子力研究開発機構に統合された。後者は電力事業者と通商産業

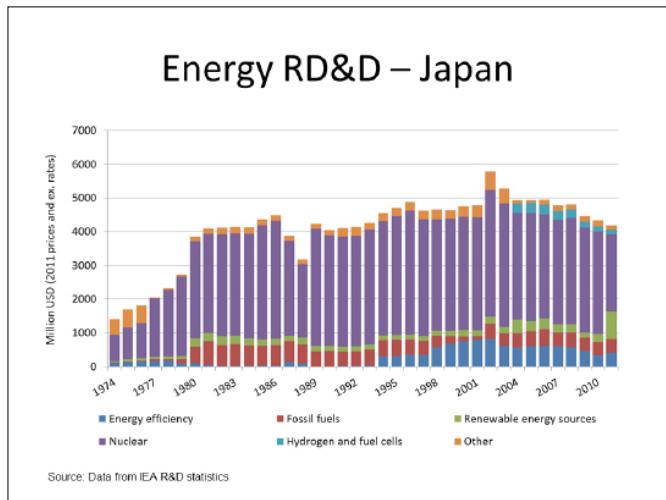
省（現経済産業省）が含まれる。

原子力規制体制をめぐる時期は3つに区分することができる。第1期は1957年から1978年で、行政管理によって特徴づけられる。この期間は、首相が原子力事業の規制に関する権限を持っていた。商業用原子炉の承認は時には有能な閣僚の関与も必要とした。実際には、彼らは、科学技術庁長官が委員長を務める日本原子力委員会の意見を踏襲した。

第2期は1978年から1999年で、1974年の原子力船「むつ」の放射線漏れ事故後の時期である。この期間は権力の分散化の時期にあたり、原子力利用を管轄する政府機関は、産業の促進と規制の両方を担っていた。科学技術庁が事務局を務める独立した諮問委員会である原子力安全委員会は、他の機関による規制の見直しと国民啓発の両方を担当した。

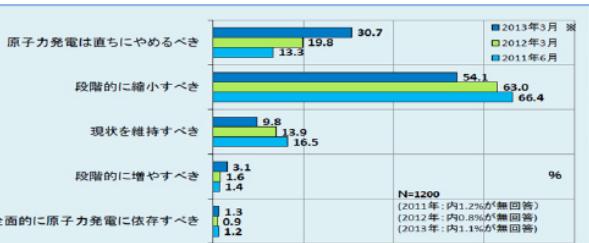
1999年以降現在に至る第3期には、核燃料製造会社の事故を契機として従来よりも強力な規制体制が実現したが、二元的システムは弱体化した。2001年には原子力安全保安院が経済産業省の内部に準独立組織として設立された。原子力安全保安院は強化されていたが、国際原子力機関(IAEA)は、その真の独立性にやや懐疑的だった。この時期には、地震や津波の科学的理験や政策の段階的な変化も見られた。

2011年の福島第一原発事故の原因のひとつは、原子力コミュニティにおける各分野間で意思疎通を図り、地震・津波の研究者たちから新しい知識を十分に得てそれを生かすことができなかったことである。たとえば、津波の研究者は、福島地域を含めた地域で、従来信じられていたよりも津波予測の不確実性が高いと考えるように



### Gradual Weakening of Public Support on Nuclear Energy

(Hirotada Hirose, "Changes of Public Opinion about Nuclear Power,")



### 日本の原子力発電はどうあるべきか

※2013年の調査では、回答項目は「再稼働を認めず、直ちにやめるべき」「再稼働を認めて現状を維持すべき」「再稼働を認めて段階的に増やすべき」であった。

対策の対象は、確率的安全評価により地震を含む外部事象のリスクをほとんど無視したものになっていた。事業者と電力会社は、政府の関与なしに自主的な措置を取ったが、これらの措置は不十分であった。

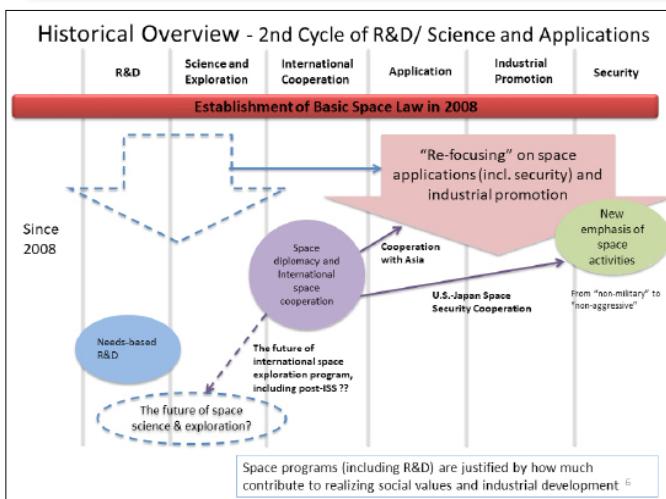
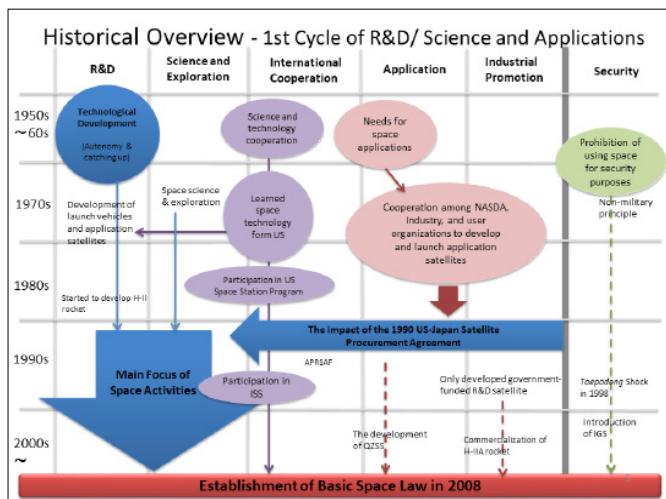
福島原発事故後、政府と非政府機関はいくつかの調査を実施した。国会は、これまで規制が不十分であり、経済産業省が業界の促進と規制という相反する義務を担ってきたことへの対応として最終的に、2013年に新たな原子力規制委員会の設立を承認した。しかしながら、形式的な独立では十分ではないことは明らかである。規制当局は、効果的かつ国民の信頼を得るものでなければならぬ。

ひとつの重要な側面は人材である。規制当局は、学際的な方向性を持つリスク管理者を必要とする。これは、自然災害、技術的事故、およびその他のリスクの間に相互作用がありうる、原子力などの技術領域において特にあてはまる。将来的に、どのような人材が原子力規制委員会に配置されるのかはまだわからない。

宇宙技術においては、科学技術を重視する文部省や宇宙科学研究所 (ISAS) などと、技術利用を重視する科学技術庁と宇宙開発事業団 (NASDA) などの間に緊張関係があった。ISASとNASDAは2003年に宇宙航空研究開発機構 (JAXA) に統合された。

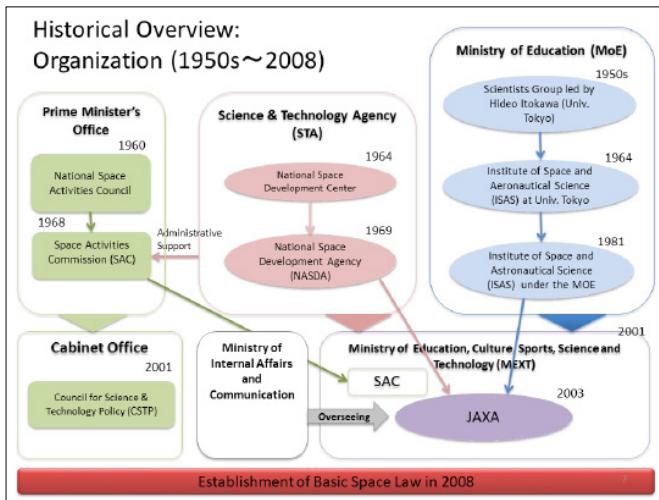
日本の宇宙部門もいくつかの段階を経て発展してきた。1950年代にはいくつかのロケット事業とともに日本を拠点とする宇宙活動が始まった。1960年代には首相官邸が一部の宇宙政策を主導した。ふたつの別々の組織も設立され、二元的システムが確立された。すなわち、ISASは、科学技術に関する問題、衛星打ち上げなどの科学ミッションに焦点を当てており、他方、NASDAは、宇宙を拠点とする技術を通信、放送、気象監視、その他の社会的ニーズに適用することに重点を置いていた。NASDAはまた、宇宙技術の業界およびユーザーと緊密に協力し、米国から日本に技術を導入した。

1990年代になり、冷戦後の安全保障環境の変化と北朝鮮からの脅威の増大により、宇宙ベースの監視システムの必要性が高まった。同時に、米国は、特に衛星の調達

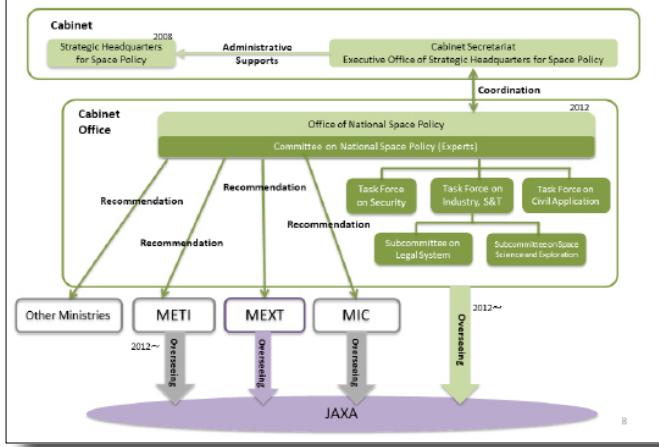


なっていた。だがこうした知見は原子力施設に効果的に伝達されなかった。ここから得られる重要な教訓は、複雑な技術システムを規制するには、幅広い知識領域の動向に敏感でなければならないという点である。

もうひとつの問題は、過酷事故対策が厳しい法的要件ではなく、自発的に事業者が行うものとみなされていたことである。この自己規制アプローチにより、過酷事故



## Historical Overview: Organization (2008~)



に関する日本政府による宇宙産業保護を批判し始めた。これにより、政府市場が開放され、非研究開発衛星契約のための国際入札が始まった。

第2のサイクルは2000年代に始まった。二元的システムの下では、宇宙技術の研究と応用は、それぞれISASとNASDAに分かれて行われていた。このシステムは一連の行政改革、特にISASとNASDAのJAXAへの統合によって弱体化し始めた。日本は、2003年に最初の2つの「情報収集衛星」を立ち上げ、これまでの厳密な「平和的な」宇宙活動の解釈は徐々に崩れていった。

2008年には、宇宙基本法が日本の宇宙活動の目的を定めた。これには、国民生活の向上、国家安全保障の強化、国際社会の平和及び安全の確保、科学研究の発達、社会経済的発展の促進が含まれる。これらは、宇宙技術の応用が従来以上に重視されるようになった現在の変化を示している。2009年、2013年、2015年に打ち出された日本の宇宙基本計画は、宇宙研究と技術を安全保障と産業のために応用することを重視している。

宇宙基本法の趣旨に基づき、2016年に提出された宇宙活動法の下で、より広い宇宙活動を可能にする法的枠組みが議論されるようになった。宇宙活動法は、商業化が進む中で国際条約および協定を遵守することを保証する

こと、また国民の安全を守り、宇宙産業を促進することを目的としている。衛星リモートセンシング法は、リモートセンシングデータの利用を促進し、民間部門の活動を促進し、安全保障上の利益を保護するためのものである。

原子力部門の場合と同様に、進化する宇宙規制の枠組みでは規制と産業振興とのバランスが取られることが求められている。原子力部門について述べたとおり、適切な制度的枠組みのもとでこのバランスを正しく取ることが、国民の信頼と効果的なリスク管理を促進するうえで非常に重要である。

民营化の増加、商業活動の拡大、宇宙技術の応用の広がりの中で、独立した効果的な規制力を確保しなければならない。しかしながら、誰がどのように規制のための資源を提供すべきかを決定するのかは残された課題である。政府が省庁や内閣府を通じてこの役割を果たすべきか、JAXAが主導権を握るべきか。リスク、便益、アカウンタビリティはどのように分担されるべきか。原子力と宇宙技術が発展し続ける中で、これらは緊急かつ未解決の問題である。

質疑応答

報告に続いて、質疑応答の時間が設けられた。最初の質問は、宇宙ガバナンスにおいて、どのようなリスクを管理する必要があるのかという点についてであった。

これについて城山氏は、宇宙ごみ、衛星の墜落、宇宙天気、そして宇宙基盤の通信インフラへの被害に関連した体系的かつ連鎖リスクをなどのリスクであると述べた。これらのリスクに対処するには、技術的および調整上の課題がある。ヨーロッパでは日本よりも宇宙天気により大きな関心が寄せられてきた。

さらに、原子力に関わるリスクには精力的な規制努力がなされてきたが、宇宙に関してはそれほどの取り組みがなされてきていないのではないかという質問がなされた。この違いを生み出してきたのは何か。ダウンサイドリスクの相対的な大きさだろうか。原子力に関しては、ダウンサイドリスクとコストは非常に大きい。他方、宇宙についてはそれほど大きくないように思われる。宇宙におけるイノベーションと規制を推進するために、国家主導の一貫した努力が比較的少ないので、宇宙に関してはリスクが原子力よりも深刻でなくコストも小さいという感覚を反映しているのだろうか。

城山氏は、なぜ特定のダウンサイドリスクが受け入れられたのかを考える価値があると示唆した。日本では歴史的に、エネルギー安全保障の必要性のために、ある程度の原子力に関するダウンサイドリスクが受容されてきた。原子力技術では、政府は、民間産業が投資を行うための規制や保険の枠組みを提供する傾向にあり、このような枠組みがリスク受容を可能にしてきた。ただし、この枠組みは、日本では他の国よりも柔軟性があるが、民間業界にとって安定性と予測可能性は低い。そのため、

政府が枠組みを適切に運用できない場合、モラルハザードを招いたり投資を阻害する可能性がある。

第2の質問は、城山氏が述べたガバナンスの枠組みが、サイバー・セキュリティなどの新たなリスク、開発や応用のスピード、政府の研究開発枠組み外の投資の規模を考えると、21世紀にも機能しうるのかどうかについてであった。イーロン・マスクの破壊的なリーダーシップは良い例である。確立された国家主導ガバナンスの枠組みは、将来的にも助けとなるのだろうか。あるいはもはや戦後の規制システムは最後のあがきをしている段階に入っているのだろうか。もしそうなら、サイバー・セキュリティやCRISPRなどのツールによる遺伝子編集技術の民主化など、21世紀のリスクに対応できる新しいシステムはあるだろうか。

城山氏は、これはケースによって異なると答えた。ガバナンス構造のポートフォリオが拡大しており、その相対的な強みは、当該技術分野の性格や関連する利益、リスク、ガバナンスのあり方による。たとえば、国家指向のガバナンス構造が適切か、産業指向のガバナンス構造が適切かどうか考えるべきだろう。自己ガバナンスが目立つところでは、しばしば職業倫理規範や教育基準が役割を果たしている。一部の業種では、民間部門は、安定した事業と投資環境を確保するために必要であると理解しているため、政府の規制を積極的に推進している。

原子力技術と宇宙部門では従来から国家がガバナンスにおいて主導的役割を果たしてきたが、海事技術・海運などの他の産業では、ガバナンスの多くは、保険制度や船級協会などを通じて業界が実施してきた。原子力ガバナンスにおいてさえ、民間部門に大きく依存している。たとえば、原子力事業者は、事故・事象データ、公益事業会社間の安全性の評価の共有で協力し、保険料率を決定している。

業界の構造も重要な変数である。バイオテクノロジー分野では、研究室や企業レベルで、比較的小規模で分散した規模で多くの活動が行われている。一方、原子力産業は相対的に統合されている。

続いて、伝統的なガバナンスの考え方とは、例えはある種の技術の民主化など、われわれが目指す方向と合致するのかについて質問があった。どのように外部者を規制することができるだろうか。原子力産業への新規参入者は規制することができるが、グローバルファイナンスを覆すような仮想通貨を作りたいと思っている人に対処するのははるかに難しいように思われる。

城山氏は、最近ますます職業倫理とコミュニティを基盤とする規制に重点が置かれるようになってきているが、これを実行するのは簡単ではないと述べた。間違なく、新たな技術動向に対応するためには多くの作業が必要である。

第4の質問は、原子力のケースにおける二元的システムからの脱却のタイミングについてであった。城山教授は、1970年代と1980年代にはすでに変化が起っていたが、全体的な傾向はますます強まっており現在も継続し

ていると答えた。現在でも、弱体化された二元的システムに依存していると言える。

関連した質問としてアカウンタビリティについて尋ねられた。災害が発生した場合、特定の地域社会ではコストと便益のバランスが過度に低下する可能性がある。ガバナンス体制とアカウンタビリティの問題、特に不均衡なリスクと利便性の配分をどのように調和させるべきだろうか。

これに対して城山氏は、アカウンタビリティの重要な側面のひとつは、専門家とガバナンス組織の関係であると答えた。リスク管理機関にとって独立が重要である一方で、リスク配分は「科学的」であるという理由だけで中立になりうるという考えには同意できない。リスク管理は、特定の技術政策に伴うリスクと利便性の分布が不均一なためにどうしても政治的にならざるを得ない。したがって、アカウンタビリティを確保するためには、多数の利害関係者の視点を組み込むとともに、こうしたことへの理解も必要である。

次の質問は、イノベーションと規制、そしてリスクと利便性の間にみられる緊張が日本の公的言説の中で表現される場合、なにか特異な点はあるかというものであった。たとえば報道媒体間で違いはあるだろうか。

この質問について城山氏は、さまざまな報道媒体によってリスクと利便性が異なるかたちで強調されているのは事実だが、これは日本独自のものではないようだと指摘した。また、過小評価されているのはリスクだけではなく、利便性も過小評価される可能性があることがあることに言及しておかなければならない。さらに、リスクとイノベーションの関係は忘れられがちである。リスクの評価と対応には、リスクを伴うイノベーションと研究が必要であるが、この点は見逃されがちである。

次に、資金調達の取り決めなど、研究の優先事項を形成する上で、政府がどのくらいの役割を果たすべきかについての質問があった。

城山氏は、学問の細分化は根本的な問題であり、学際的コミュニケーションはイノベーションと規制の両面において非常に重要であると答えた。異なる学問的コミュニケーション間では交流の機会が乏しい。政府がこうしたコミュニケーション間のより多くの協力を奨励するのは良いことである。しかし、特定の公共目的向けの研究と研究の自律性の必要性とのバランスを取る必要がある。

最後の質問は、宇宙政策における防衛省の役割についてであった。原子力と宇宙政策の違いのひとつは、国民がどれほど監視しているかという点であるように思われる。原子力発電は政治的に論争を巻き起こしているが、他方、宇宙政策は依然として専門家の関心のレベルにとどまっている。しかし2008年以降、日本の宇宙政策には急激な変化がみられ、予算のかなりの部分が防衛省に向かいつつある。かつて宇宙政策は全面的に民間利用を前提としていたが、重点が変わった。だが、このプロセスは依然として国民の監視の及ばないところで行われている。国民の多くは宇宙政策について、曖昧にしかわかつ

ていないのにもっぱら肯定的に見ているようだ。中国では、政府は宇宙政策のほぼすべての側面を管理している。日本では、防衛省は宇宙政策に関する予算プロセスにおいて発言が乏しい。このプロセスは健全だろうか。日本では、防衛省は宇宙政策に関する予算プロセスにおいて発言が乏しい。このプロセスは健全だろうか。

城山氏は、宇宙政策コミュニティは宇宙産業と技術利用を促進したいと考えているが、十分な民間需要を見つけることはできないとの述べた。そこで、ひとつの対応は、防衛省を含む政府に依存することであるという。宇宙産業界には、特に従来からの平和利用への約束義務から、これにまだ非常に慎重な立場もある。また防衛省の観点からすると、宇宙関連事業に資金を投入すると、他のどこかで予算を削減しなければならないという懸念がある。

城山氏は最後に、宇宙と原子力の関係者のコミュニティでは異なる歴史と経験のために、異なる文化があると指摘した。宇宙コミュニティはより率直でオープンで、単刀直入な傾向がある。原子力産業は一連の事故を経験しており、より多くの公的な監視を受けているという点で異なるといえる。

(翻訳 昇亜美子)

# イノベーション—21世紀における「日本株式会社」

サカスチュワード大学政治学部准教授  
カリン・ホロイド

1960年代以降、日本は世界で有数の商業的に革新的な国として知られてきた。トヨタ、ホンダ、三菱などの日本企業は、効率的な自動車設計と製造の分野で支配的存在であり、ソニー、パナソニック、東芝は消費者向けデジタル製品を開拓し、世界的なブランドをつくり出した。さらにこれら大企業ほどは知られていない数多くのハイテク企業が、日本経済の上昇と安定を支えていた。また日本は、高品質の生産、ジャストインタイム生産システム、世界をリードする商業エレクトロニクス、ロボットの広範な使用、太陽光発電、LED照明などのイノベーションで広く知られている。強力な官民連携によってたらされたこうしたイニシアチブによって、日本は全体的な生産性と個人所得の面で世界で最も成功した経済大国となった。

こうした強みがあったにもかかわらず、日本の経済成長率は1990年代に劇的に減速し、2000年以降は平均約1.5%に過ぎなかった（金融危機時の2008年～2009年を除く）。経済成長は健全な経済と社会を示す唯一の指標ではないものの、中央政府は生活を進歩させる機会を提供する必要がある。21世紀の政府にとっての国内外の最重要課題のひとつは、経済革新、科学技術開発、国際競争力、環境持続性をほぼ同等の水準で促進する政策を開発し、維持することである。

日本は、21世紀の未来を科学技術に基づいた経済として構築するために、多くの国よりも早期に、そして大きな取り組みを行ってきた。1980年代には、製造業の海外移転への懸念から、日本政府は新たな潜在的な経済部門への投資を促した。日本は科学技術国家としての地位を宣言し、1995年に初の科学技術基本計画を制定した。2016年4月には第5次計画が採択された。これらの計画を通じて、日本は先進教育、適切なインフラ、産学連携といった科学技術基盤経済の基礎を構築しようしてきた。

実際のところ、技術開発は、21世紀の経済競争力のための国の計画の中核を担うものである。日本は、宇宙ベースのソーラーパネル、ナノテクノロジー、水素エネルギー、商業的利益を生み出す潜在的可能性を持つロボット技術など、ハイリスク・ハイリターンの分野に多額の投資を行っている。もしも日本がこれらの新部門で、かつ

て製造業などで達成したような成功を再現できれば、世界的に混乱と不安定な時代に経済的成功の新時代を迎えるだろう。しかし、こうした高額でリスクの高い投資からリターンが得られる保証があるわけではない。そのうえ日本には、国内市場でしか成功しない製品やサービスが開発されるという「ガラパゴス効果」のリスクもある。

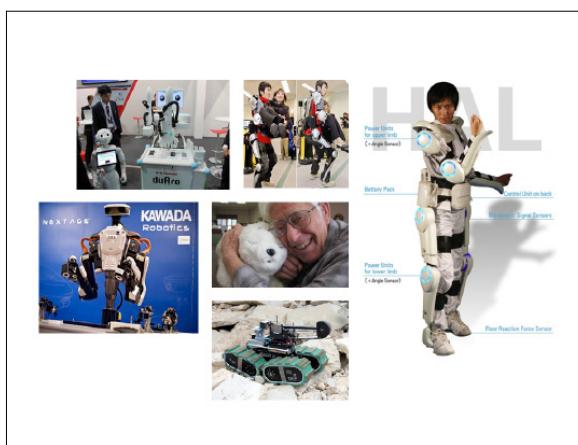
比較的最近まで、先進的な教育、基礎研究、および商業化への投資は雇用と繁栄につながるというのが社会通念であった。しかし、この「イノベーション方程式」が当初の思惑通りに働いているかどうかは不明である。イノベーションによって、製造・加工部門から専門分野に至るまで、多くの職種が失われてしまった。世界各国の政府は、農村の過疎化や高齢化、オートメーション化、富の不平等といった混乱や困難な傾向に直面し、新しいハイテク、イノベーション主導型経済が必要であり、この潮流は止められないと考えている。しかしこの新経済が、イノベーションによって失われた数多くの職を補うのに十分な新たな職を提供できるかどうかは不明である。

イノベーション経済や「未来経済」を構築するためのコンセンサスやルールはない。イノベーションをもたらすためには、政府の政策、法的基準、ビジネス能力、創造性、発明、消費者へのオープンさ、失敗への耐性、そして古き良き幸運が必要である。市場の力がイノベーションを促進するというのが社会的通念ではあるが、歴史的にみると、市場との断絶こそが、政府をイノベーター

として成功させてきたのである。もっとも、政府の強い力を必要とする技術分野はあるものの、政府がいつ、どこに、どれくらい投資するべきか、そしてその投資をいつ止めるべきかを知ることは容易ではない。

政府と企業を緊密に結びつける「日本株式会社」モデルは、不完全ではあるが成功したイノベーションへのアプローチのひとつである。しかし、国際イノベーション競争の中で日本がどの程度成功するかは不透明である。

過去に成功したからといって将来のリーダーシップが予測できるだろうか。イノベーションと商業化を促進するための最良の方法はなにか。イノベーションが日本や世界の生活の質をどのように向上させることができる



のだろうか。

日本が未来を見通すために、政府が多少の手助けをすることでどの部門が繁栄するかを考えてみよう。日本企業は、いくつかの重要な伝統的・新興分野において主要な存在である。

日本は2016年に世界第3位の自動車生産国であった。日本の自動車メーカーは、政府主導の研究開発、インフラ支援、購買支援、長期戦略などにより、電気自動車、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車の生産をリードしている。

日本には、ガソリンスタンドよりも多くの電気自動車ステーションがあり、電気自動車業界の繁栄に必要なインフラの骨格を提供している。日本政府はまた、燃料電池の商業化を支援する国家戦略に資金を提供している。日本は「水素社会」を掲げ、世界で初めて燃料電池技術の大衆市場になることを目指している。

日本はまた、ロボットの開発、生産、利用をリードしているが、他の国々がこれに追いつこうとしている。中小企業は労働力不足に直面しており、産業用ロボットに対する需要が大きくなっている。コンシェルジュサービス、災害救助、セキュリティなど、開発・利用されているロボットの種類は多種多様である。高齢化が進む日本では、企業が、介護者のパワーアシスト機能を備える装着型のロボット機器、刺激を与えたり話し相手となったりするロボットペット、遠隔医療モニタリングを可能にするスマートな機器など、高齢者や介護者の生活を改善する技術を積極的に開発している。最近安倍首相は、産業界主導の「ロボット革命」イニシアチブの立ち上げを発表した。これは、人々が生活し働くあらゆる場所にふさわしいロボットを広めることを目指している。

日本には、デジタル化された素材の商業的流通に焦点を当てた、非常に活気あるデジタルコンテンツ部門もある。メディアや一般の人々の関心はコンテンツよりも技術に重点が置かれる傾向があるが、世界のコンテンツ部門は現在、国際映画産業よりもはるかに規模が大きく、ビデオゲームやアニメーションから大規模データアプリケーション、eラーニング、金融技術までを網羅している。しかし、かなりの政府の支援にもかかわらず、日本のコンテンツの海外進出は小規模に留まっている。

日本企業は環境にやさしく効率的な技術の開発と商業化にも長年積極的に取り組んでおり、日本は引き続きこれらの面に大きく投資している。たとえば、「トップランナー方式」は、国が定めた省エネの基準値をクリアし商品化されているもののうち、最も省エネ性能が優れている機器（トップランナー）を設定する制度である。この制度は31の製品カテゴリーをカバーしており、効率性を継続的に向上することでイノベーションを促進しようとするものである。

日本はまた、高効率で環境にやさしいコミュニティを形成するために、スマートグリッド、エネルギー管理システム、分散型再生可能エネルギー源、そして情報通信技術を活用する「スマートシティ」のビジョンに投資し

ている。地方分権型エネルギー生産により、こうしたコミュニティは災害からの回復力が大きいと期待される。このスマートシティ計画は、日本企業が持っている、電気自動車、建設、バッテリー、高度道路交通システムなどの多くの専門分野を結びつける。

スマートシティは、地方・地域経済を活性化させるだけでなく、世界に対して新しい技術を紹介することになる。日本は環境にやさしい技術の特許取得において世界でトップの地位にある。日本は大規模投資を行っており、気候変動やエネルギー不足によってコミュニティの回復がこれまで以上に重要になっている時代に、スマートなインフラ輸出国と位置付けられている。

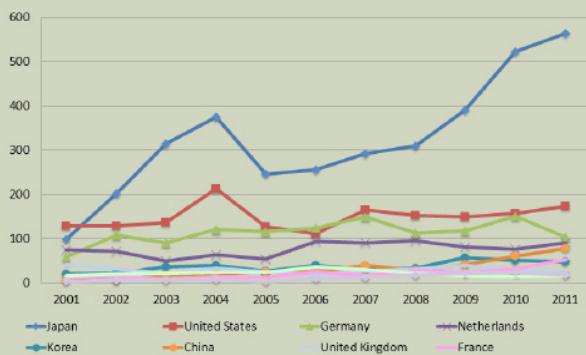
「壮大な挑戦（ムーンショット）」とでも呼べるいくつかの取り組みもある。宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、1998年から宇宙太陽光発電を真剣に研究しており、約130名の研究者がこのプロジェクトに従事している。JAXAは京都大学と共同で、2040年までに1ギガワットの宇宙ベースの太陽光発電所の開発する技術計画を実施している。同様に、清水建設も最近、月赤道上に太陽電池のベルトを建設する「月太陽発電ルナリング」計画を発表した。同社によれば、地球上の発電所に向けてマイクロ波レーザー光に変換してエネルギーを伝送することで、地球全体のエネルギー需要を満たすことができる。

第5期科学技術計画は、これらの取り組みを「超スマート社会」のビジョンと結びつけることに焦点を当てている。超スマート社会とは、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細やかに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な制約を乗り越え、活き活きと快適に暮らすことのできる社会」である。この野心的なビジョンは、新しいスーパーコンピュータ開発、サイバーセキュリティ技術、IoT、ビッグデータ解析、人工知能（AI）、高効率製品、次世代のセンシング技術と監視技術を活用して、サービス、個人向けヘルスケア、現地化されたエネルギーシステム、より弾力のあるコミュニティの実現を目指す。これらの技術は多くの国に集中しているが、日本はその強みを活かして他のどの国よりも先に超スマート社会を構築したいと考えている。

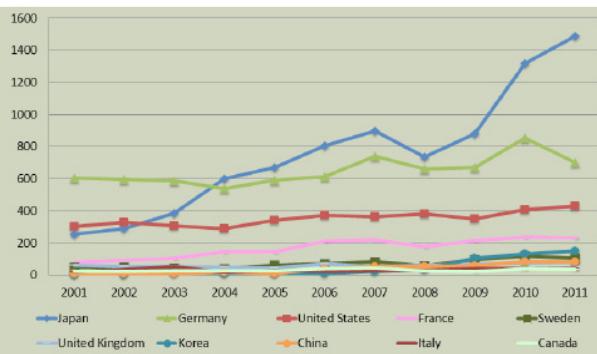
今後は、民間部門が資金調達しにくいハイリスク・ハイリターンの分野への大規模な公的投資により、日本は様々なハイテク産業で強みを發揮するだろう。日本は産官学連携の経験が豊富で、新技術の商業化も成功している。将来の政府の政策、長期的な事業計画、質の高い基準と消費者の期待、そして「巨大科学（ビッグサイエンス）」実験への全国的支援によって、日本は社会変動を推進し、迫り来る人口、環境、経済問題に効果的に対応することが可能になるであろう。

しかしながら、日本が引き続き、イノベーションと技術の分野をリードしていくうえで、重要な課題がいくつも立ちはだかっている。日本は、国際競争の激化、人口の急速な高齢化、巨額の財政赤字、エネルギーコストの

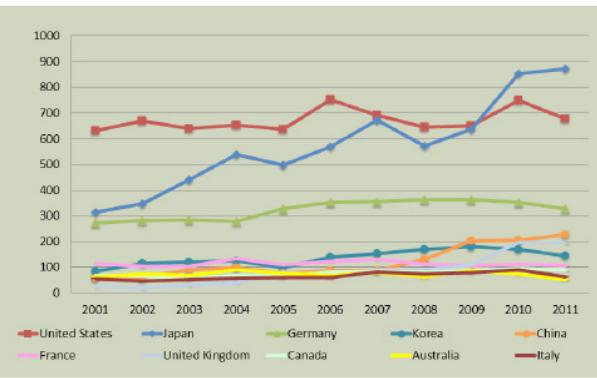
## ENERGY-EFFICIENCY BUILDING AND LIGHTING PATENT APPLICATIONS BY COUNTRY, 2001-2011. PATENT APPLICATIONS, PATENT COOPERATION TREATY



## EMISSIONS ABATEMENT & FUEL EFFICIENCY IN TRANSPORTATION PATENT APPLICATIONS BY COUNTRY, 2001-2011.



## GENERAL WASTE MANAGEMENT PATENT APPLICATIONS BY COUNTRY, 2001-2011.



高騰、労働力不足、そしてガラパゴス状態の影響を常に受ける危険に直面しているのである。

こうした変化の様子をみると、イノベーション競争はスプリントではなく、マラソンであることを覚えておくべきだろう。絶え間ないグローバルなイノベーションと混乱の時代にあっては、初期の成功は長期的な支配

を保証しないということである。日本は成功を収めることができる位置にあるし、「日本株式会社」モデルは依然として広く理解されている。中核的な課題は、イノベーションと混乱を活用して、新技術と経済発展、環境の持続可能性、地域社会の幸福を結びつけることである。

### 質疑応答

最初の質問は、ホロイド氏が、特定の技術分野に焦点を当てた研究をしている理由についてであった。ホロイド氏は、北米では、日本の肯定的な面はほとんど知られていないため、日本が明確なリーダーシップを発揮している分野への意識を深めることに価値があると考えたからであると述べた。

次の質問者は、経済成長、科学、技術、イノベーションの関係についてどのように考えるべきかとたずねた。日本の技術の成功は、景気の停滞や高齢化に関連する他の課題によって相殺されてしまうのだろうか。ホロイド氏はこれに対し、先進国に「うまくいっている」、つまり高成長率を保ち何の問題もないと指摘するのは難しいと答えた。われわれは常により多くを期待してしまいかがちである。「グローバルな文脈での日本」プロジェクトの第8回フォーラム「定常経済」で提起された問題は、この点で非常に説得力のある議論である。これ以上モノを必要としないという地点があるのでかもしれないが、それを政府が決めるのは難しい。

次の質問者は、あらゆる技術開発の前段階には弱点を伴うとの考えを述べたうえで、「超スマート社会」の弱点は何かと尋ねた。ホロイド氏は、プライバシー、データ管理、雇用喪失などの懸念があると答えた。AI、自動化、効率化によって取って代わられる技術と労働力をを持つ人が、どのような職を得られるかは明らかではない。参加者の一人が、一部の国ではすでに失業率が回復しており、日本は中産階級を保護していると指摘した。自動化が進んで、AIに仕事が奪われる時代にあっては、少子高齢化という人口統計学の崩壊は、日本にとって幸運でさえあるかもしれない。一方、北米や欧州などは、政治的なリスクを抱えている。人々は、数年後にどんな仕事がまだ存在しているのかわからないという、キャリアアパラノイアの感覚を持つようになっている。

第4の質問は、ガラパゴス効果についてであった。日本が、国際的なパートナーを積極的に求めず、新興技術の多くの分野で単独で進んでいるのはなぜなのだろうか。ホロイド氏は、日本は多くの場合、たとえば核融合や特定の宇宙計画に関して国際社会と協力することを求めていると答えた。さまざまな協力がある。たとえば、水素社会、超スマート社会、スマートグリッドを目指す過程では、国際的な検査や知識交換が行われている。しかし、日本の言語と文化がガラパゴス化を進めている面もある。この問題について、他の参加者は、移民政策はガラパゴス化にも影響していると指摘した。政府は、優秀な研究者を海外から移住させるためのプログラムを導

入しているが、日本に移住することに关心を示す英語圏の研究者はほとんどいない。同様に、海外に移住する日本人科学者もごくわずかである。大学をグローバル化するのは簡単であるが、日本のハイテク企業で働くために外国人が日本に移住するのは困難である。総じて、日本の研究者は現状に満足しているように見えるが、このことは実は、国際的な協力関係を制約しているのである。別の参加者は、ガラパゴス効果は、通常否定的に捉えられるが、実は日本と世界に利益をもたらすかもしれないとの考えを示した。破壊的な課題に直面したときには、単一のグローバルスタンダードではなく、異なる技術システムとアプローチを持つことは価値があるかもしないのである。

第5の質問は、日本では国益を高めるために、政府が産業や大企業を支援する政策をとっていないのは何故かという点であった。ホロイド氏によれば、カナダなどの国に比べて多くの大小両方の日本企業が政府の支援を受けているが、それはあまり重要ではないと述べた。

次の質問は、混乱と国際競争についてであった。多くの日本の消費者向け電子企業がなくなったり、縮小したりしている。日本の自動車産業は混乱の時代に生き残ることができるだろうか。ホロイド氏は2つ側面からこの質問に答えた。まず、水素自動車が自動車産業の生存に寄与するかどうかはまだ明らかではない。カーシェアリングや自律車に移行するにつれて、自動車の需要は減少するだろう。これは水素経済にとっての課題を提起する。第2に、サプライチェーンから多くのイノベーションがもたらされるだろう。したがって、中小企業が自動車産業の未来を決定する上で重要な役割を果たすだろう。

別の参加者は、実際のイノベーションは、予期せぬ分野や問題解決型でない研究からもたらされることがあると指摘した。社会的課題に取り組むことが重視されている場合、課題が提示される。科学技術コミュニティは時に、その取り組みを社会的な問題の周辺に恣意的に構成するように強いられることがあった。しかし、このような視点は狭すぎる可能性がある。教育、移民、労働市場の改革は科学技術計画にとって重要かもしれないが、これらの点を意図的に結び付けることは必ずしも容易ではない。ホロイド氏は、政府の計画どおりに進まなくとも、何らかの目標や方向性を持つことは良いことだと示唆した。これは、カナダのような国では一般的ではないが、継続性を計画することも重要であり、そのためには進捗状況を監督する必要がある。これは、日本の5か年の科学技術基本計画のなかで、特に難しい課題である。

次に、教育についての質問がなされた。高等教育と、革新、競争の関係はどのようなものだろうか。この関係について、他国からの教訓を引き出すことはできるだろうか。ホロイド氏は、イノベーションの仕組みに対する人々の考え方と、実際の機能の間には相違があり得ると述べた。カナダでは、大学進学率は約5割に上るが、彼らの多くは必ずしも学術的環境に適していたり、興味を持っているとは限らない。カナダでは、大学ではなく職業

プログラムに学生を導くことがうまくできていない。これは日本の問題でもある。多くの人が大学に進学するが、卒業時に自分が想定していたような技能を身につけていない。これは、技術的混乱と雇用の変化という文脈において大きな課題を提示する。良い仕事と良い生活を求めるのに職が無い、あるいは空きのある職につけるだけの技術が無い人々に対しては、どうすればよいのだろうか。

参加者の一人は、誰もが科学者、技術者、社会科学者である必要はないが、結束力のある生産的な社会実現のためには、基本的なレベルの識字率が必要であると示唆した。西側諸国は、その優位性を自ら放棄してきた。開発途上国の大学システムに訓練された人材を提供し、独自の優位性を失った。これは、大部分が小学校と高等学校の教育への投資不足の結果である。学生は、科学、数学、読書、ライティング、スピーチングの基礎的なスキルを習得するために、大学に通って多額の借金を負う必要は無い。

また、他の参加者は、「イノベーション方程式」を特定することの難しさについてコメントした。技術提案の中には、社会科学や政策問題、経済的実現可能性について深刻に考慮していないものもある。これは、経済的インセンティブがすべてのイノベーションを推進するわけではないことを示唆している。将来について夢を持つことは、現状を説明し文脈化するのを助ける。日本の問題は、日本人が夢を見ることが不得意だということにあるかもしれない。日本人は未来について非常に悲観的であるのに、すべてが正常であるかのように人生を続けていた。日本人はどうやって夢を見ることを覚えられるだろうか。ホロイド氏は、不満を持つことは、イノベーションの大きな原動力であると答えた。これが人間を人間たらしめている条件のひとつであるかもしれない。現状に本当に満足している国を指すのは難しい。たとえば、韓国は大成功を収めたにもかかわらず、韓国人は現状に大きな不満を持っている。人々が社会参画の実感を持てないことは大きな課題である。カナダでは状況は良く見えるが、経済の混乱、安全保障、移民などの不確実性に直面すれば、政治情勢は急速に変化する可能性がある。

最後のコメントとして、ある参加者は、楽観的原因になる理由は十分にあると述べた。われわれは新たな課題への対応を考えなければならないが、同時に、自分たちが望む将来についての漠然とした夢によって、どのような取り組みをすべきかが刺激を受けるはずだ。新興技術、あるいはそうした技術が可能にする社会政策の正味の相乗効果のビジョンはまだ明らかではない。いくつかの共同体では、工学におけるデザイン思考の重要性と、科学と創造的な共同体のより大きな協力について議論を始めていた。これは良い出発点となるかもしれない。

(翻訳 昇亜美子)

## グローバルな文脈での日本

### 現代日本の技術開発—可能性と課題

2017年5月20日 於 サントリー文化財団(大阪)

#### 報告者

- ・ 城山英明 (東京大学大学院法学政治学研究科教授)
- ・ カリン・ホロイド (サカスチエワント大学政治学部准教授)

#### プロジェクトディレクター

- ・ 田所昌幸 (慶應義塾大学法学部教授)
- ・ デイヴィッド・ウェルチ (ウォータールー大学バルシリー国際関係大学院教授)

#### プロジェクトメンバー

- ・ 久保文明 (東京大学大学院法学政治学研究科教授)
- ・ 遠藤乾 (北海道大学公共政策大学院教授)
- ・ 渡辺靖 (慶應義塾大学環境情報学部教授)

#### 参加者

- ・ 石原敬浩 (海上自衛隊幹部学校2等海佐)
- ・ 北川敬三 (海上自衛隊戦略研究室長)
- ・ ケン・コウツ (サスカチュワント大学教授)
- ・ 鈴木和歌奈 (京都大学人文科学研究科 日本学術振興会特別研究員)
- ・ 野澤聰 (獨協大学国際教養学部言語文化学科准教授)
- ・ 堀尾健太 (東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻)

#### サントリー文化財団

- ・ 今井涉 (専務理事)
- ・ 前波美由紀 (事務局長)
- ・ 山内典子 (プログラム・オフィサー)

#### アシスタント

- ・ アラディン・ディアクン (ウォータールー大学バルシリー国際関係大学院)



## 城山英明

1989年東京大学法学部卒業。1994年東京大学大学院法学政治学研究科助教授、2006年東京大学大学院法学政治学研究科教授。東京大学政策ビジョン研究センター長(2010-2014年)、東京大学公共政策大学院長(2014-2016年)、東京大学公共政策大学院教授(2010年-)を兼任。文理横断・部局横断型教育プログラムである科学技術イノベーション政策の科学、社会構想マネジメントを先導するグローバルリーダー養成プログラムのコーディネーターも務める。専門は行政学で、国際行政、科学技術と公政策、政策形成プロセスについて研究している。主要業績に、*Governance of Urban Sustainability Transitions: European and Asian Experiences*(Springer, 2016)、『大震災に学ぶ社会科学第3巻：福島原発事故と複合リスク・ガバナンス』(東洋経済新報社、2015年)、“Governance for Sustainability: Knowledge Integration and Multi-actor Dimensions in Risk Management”, *Sustainability Science*, vol.7 (2012)、『科学技術ガバナンス』(東信堂、2007年)等がある。

## カリン・ホロイド

サカスチエワント大学政治学部准教授でありカナダ日本学会会長を務める。ハワイのシャミネード大学および上智大学でM.Sc.を、ニュージーランドのワイカト大学において政治学でPh.D.を取得。その後、ニュージーランド、日本、カナダの大学で教鞭を執る。日本の通商と商業イノベーションに関する政策について幅広く執筆している。ホロイド氏の著書*Japan and the Internet Revolution* (ケン・コツ氏との共著、Palgrave Macmillan, 2003)は、日本においてインターネットが経済社会的な力として登場してきた過程について考察している。さらに、*Innovation Nation: Japanese Science and Technology in the 21st Century*(ケン・コツ氏との共著、Palgrave Macmillan, 2007)では、日本のイノベーション戦略の進化について詳細に分析した。他の著書に、*Digital Media in East Asia: National Innovation and the Transformation of a Region* (ケン・コツ氏との共著、Cambria, 2012)、*The Global Digital Economy* (ケン・コツ氏との共著、Cambria, 2015)、そして、*Green Japan: Environmental Technologies, Innovation Policy and the Pursuit of Green Growth* (University of Toronto Press, 2017)がある。*Green Japan*では、環境技術の商業化に焦点を当て、日本政府がこの分野を中期的な経済目標とすることの重要性について検討した。