

日米間で次世代原子力の開発は進むか？

I. バイデン政権のインフラ・気候変動三法

執行が注目される 3 法

バイデン政権のインフラ・環境政策は、2021 年夏～2022 年夏に成立したインフラ・気候変動三法、即ち超党派インフラ法（BIL）、インフレ低減法（IRA）、CHIPS 及び科学法（CHIPS+）を以って、法整備は一応の形をみたと言っているだろう（図表 1）。これら 3 法案は純粋なインフラ建設もしくは気候変動対策の法案というよりは、それぞれがその時々の政治環境や政局を反映し生み出された妥協の産物であるが、それでも 3 法案を寄せ集めると、2020 年の大統領選挙時に打ち出した気候変動に関する[公約](#)には近い形を成している。ロッキーマウンテン研究所（RMI）の[調査](#)によれば、この三法などにより、グリーンエネルギー関連の連邦政府年間歳出額は、2009～2017 年の平均約 200 億ドルから、2022～2027 年には平均 800 億ドルまで増えると試算されている。

バイデン政権が 2022 年 11 月上旬に発表した、2050 年のネットゼロ目標に向けゲームチェンジャーとなる技術に関するレポート「[U.S. Innovation to Meet 2050 Climate Goals](#)」のなかでは、CHIPS+が Innovation（革新）、BIL は Demonstration（実証）、IRA が Deployment（展開）を促進する役割が期待できるとしている。特に IRA や BIL が 2030 年までに二酸化炭素排出量を 2005 年対比 50-52%削減、2035 年までに発電セクターでのネットゼロという短期的な目標を視野に入れているのに対し、CHIPS+は 2050 年までの全セクターでのネットゼロ達成に必要な技術開発の促進を主眼としている。

それではこれら 3 法案がどのようにゲームチェンジャーの技術開発を促進するのか、具体的な補助金プログラムの実行または計画状況を追っていく事で、日本企業にとってどのような参画の機会があるのか考察していきたい。また米国での立法以外にも、日米の政府間や産業間で進む協力体制作りが、こうした技術開発をどのように支援しうるかも検討したい。

本レポートでは、日米間で実用化に向けた協力が進む小型原子炉（SMR：Small Module Reactors）や次世代高速炉を含む革新炉（AR：Advanced Reactor）を取り上げる。次号以降は、水素や炭素捕捉利用貯蔵（CCUS：Carbon Capture Utilization and Storage）など、気候変動対策として実用化の期待が高い技術を取り上げていく予定だ。

図表 1：インフラ・気候変動三法

法案名 (英文)	略称	成立時期	技術開発における位置づけ	金額規模	気候変動に関する主な内容
Infrastructure Investment and Jobs Act	BIL(Bipartisan Infrastructure Law)	2021/11/15	Demonstration (実証)	1.2 兆ドル(内新規投資は 5,500 億ドル)	電気自動車(EV)向け充電器整備、送配電網整備、グリーンエネルギー開発、炭素利用、水素活用、小型原子炉(SMR)開発促進など
CHIPS and Science Act	CHIPS+	2022/8/9	Innovation (革新)	半導体産業向け:76.7 億ドル(税控除含む) 通信産業向け:30 億ドル 技術開発:2,000 億ドル。但し約 1,700 億ドルは歳出権限のみで、今後予算配分の法案が必要	グリーン技術を推進するエネルギー省(DOE)科学局、商務省(DOC)傘下の国立標準技術研究所(NIST)への予算増加、国家科学基金(NSF)への拠出金増額及び機構改革、バイオエコノミーの研究開発促進
Inflation Reduction Act	IRA	2022/8/16	Deployment (展開)	気候変動対策:3,910 億ドル 医療保険改革など:1,080 億ドル	クリーンエネルギーの導入や電気自動車(EV)購入に対する税額控除など

出所：連邦議会、RMI などからワシントン事務所作成。

II. 次世代型原発を促進する米政府と日米協力

進む日米間の協力体制と

今年初めに執筆した[レポート](#)¹では、BIL 成立を受け、SMR を始めとする気候変動関連技術において、日米間で協力が進む可能性について分析した。米国で唯一 SMR の設計許認可を取得した NuScale には、日本勢として日揮、IHI に加え、新たに国際協力銀行が 2022 年 4 月に約 110 百万の出資を行っている。また従来から Holtec と加圧式軽水炉技術を用いた SMR の開発を進めていった三菱電機は、2022 年 3 月に同システム向け計装制御装置を受注している（図表 2）。Holtec は SMR 開発資金として、BIL や IRA²により資金強化されたクリーンエネルギー向

¹ 国際貿易投資研究所米国研究会による 2021 年度調査研究レポート、第 7 章「脱炭素をめぐる米国の動きと日本企業へのインパクト」

² IRA の成立により DOE 内の融資プログラム局における新規融資として、117 億ドルの資金が計上された。

け融資プログラムに対し、総額 73 億ドルの融資申請を提出している。

さらに IRA では既存原発への税控除延長に加え、SMR や AR などの次世代型原発に対し、生産税控除（PTC：Production Tax Credit）と投資税控除（ITC：Investment Tax Credit）が新規に設定された。前者は内国歳入庁（IRS）規則 45Y として「クリーン電力生産控除」が新設され、2024 年 12 月 31 日より後に新設されたゼロエミッション発電に対し、¢0.3/kwh の税クレジットが最大 10 年間付与される。後者は IRS 規則 48E として「クリーン電力投資控除」が新設され、規則 45Y 同様に 2025 年以降にサービスが開始されるゼロエミッション発電事業への投資に対し、ネット発電能力が 1MW 未満の場合は投資額に対し 30%の税クレジットが付与される（発電能力が 1 MW 以上の場合は 6%）。さらに、対象設備が石炭生産などで経済が支えられていた地域（エネルギー地域³）や低収入地域で建設された場合、さらには一定程度の国内調達比率を満たした場合などは、クレジット比率がさらに増加。投資額の半額が税控除対象となる可能性もある。NuScale は IRA にこれら税控除が盛り込まれたことを、非常に[歓迎している](#)。ただし同一設備に対し、45Y と 48E 両方の税クレジットを申請することは出来ない。

図表 2：日米企業が連携する次世代型原発プロジェクト

企業名(英文)	設立年	設立者	本社所在地	参画日本企業	採用技術	経緯・現状
NuScale Power	2007	Paul G. Lorenzini Jose Reyes	オレゴン州	日揮(2021、40 百万ドル) IHI(2021、約 20 百万ドル) 国際協力銀行(2022、約 110 百万ドル)	加圧水型原子炉	DOE の研究成果を基に、オレゴン州立大発のスタートアップとして成立。2022 年に原子力規制委員会(NRC)により SMR に対して初となる設計認証を得る。
GE Hitach Nuclear Energy	2007	GE 60%、 日立 40%	ノースカロライナ州	日立(1997 年より GE と提携)	沸騰水型原子炉に加え、Terra Power と共同で、金属燃料ナトリウム冷却高速炉を開発中	同社が開発する金属燃料ナトリウム冷却高速炉(PRISM)が、DOE の実証プログラムの対象に
Terra Power	2006	Bill Gates など	ワシントン州	三菱重工、日本原子力研究開発機構が技術協力予定	ナトリウム冷却炉	2021 年にワイオミング州でナトリウム冷却高速炉の建設を発表

³ ブラウンフィールドが存在する地域、化石燃料事業が雇用の 0.17%以上、もしくは収入の 25%以上を占めた地域、または 2000 年以降炭鉱が閉山もしくは 2010 年以降石炭火力発電所が閉鎖した地域などを指す。

Holtec	1986	Kris Singh	フロリダ州	三菱電機が計装制御システムを受注	加圧水型原子炉	原発設備のサプライヤーから創業。SMR プログラム向けとして DOE に対し、総額 74 億ドルの融資を申請。一部は 2022 年 3 月に承認されている。
--------	------	------------	-------	------------------	---------	--

出所：各社 HP や報道などからワシントン事務所作成

重層化する日米協力体制

日米両政府も SMR などの次世代型原発において、積極的に両国の協力体制作りを行っている。バイデン政権下での初の日米首脳会談（2021 年 4 月）において合意された、「日米気候パートナーシップ」と「日米競争力・強靱性（コア）パートナーシップ」を基に、その後様々なイニシアティブや対話が立ち上がっている（図表 3）。

これら取り組みに共通するのは主に 3 点に纏められる。1 点目は、パリ協定実施に向けた気候変動政策全般における協力関係の強化。2 点目は日米クリーンエネルギーパートナーシップ（JUCEP）などが目指す、第三国での低炭素社会実現の取り組み、そして 3 点目がクリーンエネルギー技術開発における協力だ。特に日米気候パートナーシップでは再生可能エネルギー、エネルギー貯蔵（蓄電池や長期エネルギー貯蔵技術等）、スマートグリッド、省エネルギー、水素、二酸化炭素回収・利用・貯留（CCUS）／カーボンリサイクル、産業における脱炭素化、革新原子力など 8 つの先進技術の普及が掲げられている。

革新原子力については、JUCEP でも再生可能エネルギー、電力網の最適化、脱炭素化技術と共に重点分野の 1 つとなっている他、2022 年 5 月に立ち上がった日米クリーンエネルギー・エネルギーセキュリティ・イニシアティブ（CEESI）においても、洋上風力、地熱エネルギー技術と並んで、開発・普及の加速対象となっており、日米間での新規タスクフォースなどを通じて、連携強化が期待されている⁴。また日米気候パートナーシップに関して 2022 年 5 月に日米が公表したファクトシートでは、革新原子力に関しては、「小型モジュール炉を含む」と追記されており、特に SMR での連携強化が意識されていることが窺える⁵。

⁴ CEESI において日米が共同で開発していく先端クリーンエネルギー技術として他には、産業における脱炭素化、水素、燃料アンモニア、CCUS/カーボンリサイクル、メタン排出削減がある。

⁵ なお 2022 年 5 月に日米両政府が公表した[ファクトシート](#)では、日米で促進していく先端技術として、建築物の電化とクリーンアンモニア（水素も「クリーン水素」に変更）が追加されている。

政府筋によれば、こうしたイニシアティブによる先端クリーン技術に関する日米間での連携は始まったばかりだが、民生原子力に関しては東日本大震災による原発事故の対応などもあり、日米間で既にある程度のパイプが存在している為、他の技術に関する取り組みに比べ、進んでいる模様。日米ともに原子力発電所の事故を経験し、同発電所の新設が難しいなか、原子力に関する知識や人材、サプライチェーンの確保が政府、企業ともに大きな共通課題となっていることも、こうした次世代原発における協力を推し進める背景となっているのだろう。

図表 3：近年の日米間の気候変動に関する協力枠組み

和名	英名	時期	内容
野心、脱炭素化及びクリーンエネルギーに関する日米気候パートナーシップ （外務省）	U.S.-Japan Climate Partnership on Ambition, Decarbonization, and Clean Energy （ホワイトハウス）	2021/4	気候変動政策対話、気候・クリーンエネルギー技術に関する協力、第三国での協力
日米競争力・強靱性（コア）パートナーシップ （外務省）	U.S.-Japan Competitiveness and Resilience (CoRe) Partnership （ホワイトハウス）	2021/4	通信分野・バイオテクノロジーなどの技術分野、パンデミック対策、気候変動・グリーン成長などでの協力強化。気候変動ではパリ協定実施や再エネや革新原子力等のクリーンエネルギー技術での協力
日米クリーンエネルギーパートナーシップ （経済産業省）	Japan-United States Clean Energy Partnership (JUCEP) （国務省）	2021/6	インド太平洋地域などでの脱炭素化加速に向けた協力。再エネ、グリッド、原子力、脱炭素技術などに重点を置く
日米クリーンエネルギー・エネルギーセキュリティ・イニシアティブ （経済産業省）	Japan-U.S. Clean Energy and Energy Security Initiative (CEESI) （エネルギー省）	2022/5 （設立合意）	日米のエネルギー安全保障とネットゼロ排出の実現に向けたエネルギートランジションを促進
日米エネルギー安全保障対話 （外務省、経済産業省）	Japan-U.S. Energy Security Dialogue （国務省）	2022/12	エネルギー安全保障、クリーンエネルギー移行、第三国への脱炭素技術の展開

出所：日米両政府の公式発表（リンク）などからワシントン事務所作成

ガーナでの SMR 導入に向けた日米協力

こうした協力関係構築が進む中、2022 年 10 月 26 日に、日米政府が西アフリカガーナで SMR 導入の支援を行うと発表した。国際原子力機関（IAEA）の原子力閣僚会議において、当事者 3 か国が公表したもので、最初のステップとして日本政府が、日米産業界（IHI、日揮、NuScale など）が行う事業化調査（FS）を支援するというものだ。協力する地域は JUCEP が重視するインド太平洋地域ではなく、またガーナは原子力発電所の建設実績はなく、導入実現にも相当な期間がかかると思われるが、日米協力での目標の一つである第三国での事業にあた

り、日米企業が合同で SMR 導入を目指す格好の事例と言える。

ガーナでの日米共同での取り組みの背景には、上記のような枠組みの他に、米国が先行して立ち上げたプログラムの存在がある。2021 年 4 月に米国が開催した気候サミットに合わせて、国務省内で立ち上げられた、原子力発電導入を目指す国に対し、SMR に関するキャパシティービルディングを支援する FIRST (Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology) だ。2022 年 1 月に[エストニア](#)が、2 月に[ガーナ](#)が、4 月には[ラトビア](#)が、5 月には[ルーマニア](#)が、8 月上旬には[フィリピン](#)が同プログラムのパートナーシップを受け入れた⁶。また SMR 技術を共同で開発していく国として、2022 年 5 月にバイデン大統領訪問時に[韓国](#)が参加を決定。そして 8 月下旬に開催された核兵器不拡散条約 (NPT) 運用検討会議において、上記の国の他、日本、英国、ウクライナ、カザフスタンが FIRST プログラムにおいて協力する[共同声明](#)を発表。こうした枠組みの形成が、ガーナにおいて日米が共同で SMR 導入を目指す伏線となっている事がわかる⁷。

またこうした政府間の協力枠組みは、企業の動きと連動している。例えば NuScale の技術は 2019 年の時点で、エストニアやルーマニアが SMR 導入にあたり、事業化調査の対象として[採択](#)され、国営原子力企業と[覚書](#)なども締結されている。さらにルーマニアにおいては、2021 年 6 月に NuScale と現地企業が行う SMR 導入に向けたフロントエンドのエンジニアリングおよび設計 (FEED) に対し、推定される全体コスト 28 百万ドルのうち、米国政府が 14 百万ドルを供与することを[決めている](#)。ウクライナの国営原子力発電企業とは 2021 年 9 月に、カザフスタンのエネルギー企業とは同年 12 月に、同社の SMR 技術を検討する覚書を締結している。また韓国企業とは 2022 年 4 月に既に NuScale が、GE エナジー、サムスン C&T、斗山重工業と共に SMR の設計や建設において協力する覚書を[締結](#)している。

⁶ 2022 年 11 月にはハリス米副大統領の訪問に合わせ、タイが FIRST への参加を表明。

⁷ この他に、ガーナがアフリカの中でも比較定米国に近い国であり、早くから原子力発電所の建設を検討していたことなども背景にある。

この他にも NuScale の技術はヨルダンやポーランド、ブルガリア、チェコなど、東欧国家でも導入が検討されている。今後、政府間の協力もこうした国に拡大する可能性も考えられる。

III. 次世代型原発の課題と地政学的な意味合い

中口に出し抜かれた新たな技術

日米など西側諸国が次世代型原発の開発に積極的なのは、気候変動対応や、原子力発電関連の安全性向上やサプライチェーン維持という事だけではない。近年米中競争で注目される半導体同様に、次世代原発においても米国は、中国やロシアとの競争に晒されており、かつ現時点では後れをとっているという焦燥感すらある。それは 2022 年 2 月のロシアによるウクライナ侵攻を受けさらに高まっている。つまり原子力の持つ地政学的な意味合いが改めて見直されているとも考えられる。

国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）のビロル事務局長は 2022 年 6 月、先進国において、確固たる原子力政策や建設コストへ増加に対する対応の不在などにより、2017 年以降建設された次世代炉 31 基のうち、27 基が中国及びロシアによる設計だと言及。新型軽水炉では、ロシア国営原子力企業のロスアトムや、中国の国有会社国家電力投資集団や中国広核集団（CGN）、中国核工業集团公司（CNNC）が既に運転を開始し、多くの建設、計画案件を進めているのに対し、西側諸国では米国のウェスティングハウスが AP1000 の建設を進め、フランスのフラマトム（旧アレヴァ）も欧州型加圧軽水炉（EPR）を進めるも、中国やロシアが国策として自国内や国外での建設を進めるのには及ばない。新型軽水炉以外の高速炉や高温ガス炉といった革新炉でも、米国など西側諸国のメーカーは許認可段階である一方、中国とロシアは既に運転、建設の段階に進んでいる⁸。

⁸ 「世界の革新炉 開発動向」、（一般社団法人）海外電力調査会が経済産業省原子力委員会（2022 年 3 月 28 日開催）向けに作成した資料より引用

ロシアのさらなる燃料カード

さらには多くの SMR が燃料とする予定の、高純度低濃縮ウラン（HALEU：High-Assay Low-Enriched Uranium）⁹を商業生産しているのは、現時点ではロシアのロスアトム傘下企業テネックス 1 社のみである。

そもそも米国はウラン燃料の約 90%を輸入に依存しており、そのうちウランの 14%を、またウランの濃縮サービスの 28%をロシアに[依存している](#)（2021 年）。トランプ前政権時代には、ウラン燃料の海外依存度の高さから、拡大通商法 232 条による輸入ウラン燃料への関税引き上げも検討され、その後もロシアへのウラン依存度を警戒する声や輸入規制する声は続き、ウクライナ侵攻後はさらに加速している¹⁰。ただ欧米の対ロ制裁にはウラン燃料輸入の規制は含まれておらず、米国の貿易統計を見ても、ウクライナ侵攻以降もロシア産の輸入額が占める割合に大きな変化は見られない。

つまりロシアは原油や天然ガスなどの化石燃料以外にも、気候変動対策として改めて注目されている原子力発電の燃料、さらにはその先進的な原子炉で必要な次世代燃料までも抑えていることになる。ウクライナ侵攻を受けて、化石燃料の市場が乱高下し、元々気候変動対応として化石燃料の消費削減を目論んでいた西側諸国は足元をすくわれる格好で、思い切った脱炭素化への動きも取れず、かといって自国での化石燃料生産の急増といった対策もとれないでいる。その中で、安全でかつ安定した再エネベースロードとして中長期的に期待される次世代原子力発電においても、ロシアや中国との競争は既に激化しており、さらに燃料を抑えられている状況だ。

もちろん米国もこうした問題への対応策を講じようとはしている。トランプ前政権の 2020 年の時点で、DoE の研究機関であるアイダホ国立研究所が HALEU の需要と商業生産導入までの戦略をまとめた[提言書](#)を発表。中長期的な HALEU の需要見通しを示し、コストを出来るだけ抑えた競争力のある HALEU の商業生産までの道筋を示している。また 2020 年の大統領選後に成立した 2020 年エネルギー法（2021 年度連邦予算の一部と

⁹ 従来の原子力発電では、ウラン 235 濃度が 3~5%まで濃縮された低濃縮ウランを燃料としている。SMR では原子炉を小型化するために、反応の効率が向上する濃度 5~20%の HALEU を採用するタイプが多い。

¹⁰ バラツ上院議員（共和党、ワイオミング州選出）など共和党議員を中心に、ロシア産ウラン燃料の輸入を規制する法案はウクライナ侵攻前から何度か提出され、ウクライナ侵攻後も“*No Russia*”法案として再度提出されている。

**インフラ・気候変動三法
とロシアのウクライナ侵攻
が日米間の SMR 協力を
推進する**

して成立)では、HALEU の生産を支援するため、DoE に対し 5 年間で約 175 百万ドルの予算を与え、HALEU 可用性プログラムを設立し、HALEU の生産や輸送などに関する許認可の促進を促している。また同法は HALEU コンソーシアムの発足も義務付け、関係者からのデータ集積や、限定的な HALEU の分配を取り決めている。

バイデン政権も米国内での HALEU 利用可能性を支援するため、2022 年 11 月に Centrus Energy Corp の子会社で先端遠心分離機を開発している American Centrifuge Operating に対し、HALEU 生産能力開発のためのコスト分担金として 150 百万ドルの資金提供を[決めた](#)。また 2021 年末に上記プログラムに関するパブリックコメントを行い、2022 年 12 月に HALEU コンソーシアムを正式に[立ちあげた](#)。HALEU 生産に関しては、GE が主導する日立との合弁企業 Global Nuclear Fuel が、Terra Power と共同で、2022 年 10 月に加工 HALEU 製造設備の着工にこぎつけている。それ以外には日米企業による目立った連携はいまだ見られないが、コンソーシアムには米国人であれば参加可能なため、ウラン濃縮技術や知見をもつ日本企業の米国現地法人などの参加があり得るかもしれない。また HALEU の生産サプライチェーン問題については、今後日米間の対話において、避けては通れない課題の 1 つとなるだろう。

バイデン政権はネット・ゼロエミッションに向けた大きなマイルストーンとして、2035 年までに発電セクターのネット・ゼロエミッションという野心的な目標を打ち上げた。このマイルストーン達成には、太陽光や風力といった再生可能エネルギーの変動性を補うために、安定した原子力発電の存在は欠かせない。従い、インフラ・気候変動三法においても SMR といった次世代原子炉などは重要なパーツになっている。他方、ロシアのウクライナ侵攻を受け、次世代原子炉の商用化や次世代燃料のサプライチェーンにおいても、今後中国やロシアと西側諸国の競争が激しくなりつつある。

こうした気候変動の対応、先進技術の開発、地政学リスクへの対処という課題は、日米同盟関係の真価が十分に発揮される分野であり、日米両政府ともそうした認識を強く持っている。今

後も新たな政策や政府支援が打ち出される一方、2023 年は日米の産官学同士の対話や協力がさらに進むことが期待される。

以上／阿部

本資料は公開情報に基づいて作成されていますが、丸紅米国会社ワシントン事務所（以下、当事務所）はその正確性、相当性、完全性を保証するものではありません。

本資料に従って決断した行為に起因する利害得失はその行為者自身に帰するもので、当事務所は何らの責任を負うものではありません。

本資料に掲載している内容は予告なしに変更することがあります。

本資料に掲載している個々の文章、写真、イラストなど(以下「情報」といいます)は、当事務所の著作物であり、日本の著作権法及びベルヌ条約などの国際条約により、著作権の保護を受けています。個人の私的使用および引用など、著作権法により認められている場合を除き、本資料に掲載している情報を、著作権者に無断で、複製、頒布、改変、翻訳、翻案、公衆送信、送信可能化などすることは著作権法違反となります。