

# 日本の技術力と エネルギーを考える

技術革新は経済成長の原動力であり、社会のパラダイムシフトを引き起こす力も持っている。しかし近年日本はその国際競争力が低下。一方、現代社会の機能維持に不可欠なエネルギーを見ても、資源小国日本のエネルギー制約はますます厳しさを増し、経済成長の足枷になりかねない状況を呈している。新しいエネルギー基本計画も策定されるなか、「技術大国日本」の復活に向け、今、改めて日本の技術とエネルギーを考えたい。



原 丈人 経済財政諮問会議専門調査会会長代理

山口 彰 大阪大学大学院教授

大場恭子 東京工業大学特任准教授

日本の技術力をめぐる現状をどう見ているか？

異質なものの融合と起業家精神が重要だが、平和ボケの日本はリスクを取らない

原 きょうは日本の技術力とエネルギーについて考えます。今、日本は技術革新が低迷し、技術立国の凋落、国際競争力の低下が言われていますが、私の実感からお話しすると、一九七九年にスタンフォード大学ビジネススクールに入ったとき、同学年に創業者が大勢いた。

ステイブ・ジョブズがアップルコンピュータをつくったのが七六年。まだ創業三年の小さな会社で、将来は何万人の会社にするぞと夢を語っていた。それを聴いているのは、マイクロソフトのCEOになったステイブ・バルマーやサン・マイクロシステムズを創業したスコット・マクネリ。みんな同級生。ベンチャーが興った時代です。

スタンフォードはCOE、卓越した研究拠点。カリフォルニアの特徴は、文化的背景が違う人たちが集まるところです。かつて東部からヨーロッパ人が嵬馬車に乗って来て、終着点が西海岸だった。太平洋を越えてアジア人が着き、南からはメキシコ、スペイン人、北からロシア人が来た。多様な人々が出会ったメルティングポイントがサンフランシスコ。同じ集まるなら、文化的な背景や考え方が違うほうが新しい発明・発見が生まれる。だからヨーロッパ一色の東海岸より、西海岸のサンフランシスコ。異質なものの融合こそ新しいものが生まれる原点です。

そういう必要条件に対し、十分条件は起業家精神。リスクを取って無から有をつくりだす精神。これを徹底的に教えると、スタンフォードの優秀な学生は、大企業でなく、

設立三年以内で従業員数五〇人以下の会社に入りたがる。

今、日本もリスクを取らないとだめになってきた。かつて日本が伸びていた時代は、米国発の新技術を導入し、いかに効率よく安く大量生産をして輸出するかという時代。追いかけているときの日本は、技術革新の効率が非常に良かった。目標が明確で、ムダな資金も使わずに済む。でも追いついた以上は新しい挑戦。革新技術だけでなく、事業化のしくみや資金の流れをつくり上げないといけない。

日本がだめになった理由は、一言で言うと「平和ボケ」。危機意識がない。私が考古学研究でエルサルバドルに行ったときは内戦状態。ゲリラにつくか政府軍につくか。自分で判断をして、自分の身は自分で守る。また、ジャングルを行くとあちこちに毒蛇がいる。十分な血清もないから、噛まれたら死ぬ。噛まれないよう、どう身を守るか。そういう訓練を日本の若い人たちはしていない。年配者は戦争を経験したし、ハングリー精神を持っていたと思いますが、それがなくなってきたのも大きな要因でしょう。

### 成功体験・技術力への過信がブレイクスルーを阻む

原 山口さんは現状をどう見ていますか？

山口 日本で政策文書などをつくるるとき、必ず「技術力に優れた」という枕言葉が出てきます。だけど、技術ってそんなに簡単に維持できるものじゃない。例えば日本の原子力技術は今も世界トップクラスと言われるが、確実に他の国もキャッチアップしてきている。その危機感がなく、技術維持への覚悟を持っていない。これが一つ、新しい技術のブレイクスルーが出ていない理由だと思います。アメリカは、コンピュータ技術が現れた時代と、人々が

スタンフォード大学 ©alamy/PPS



国境を超えて動ける時代になったことが、西海岸で相俟って花開いた。実は七〇年代八〇年代は、日本でも多様なエネルギー技術が実用化に向けて動き始めていた。太陽光発電はサンシャイン計画\*があり、原子力も高速増殖炉や新型軽水炉を動かし始めた。ところが太陽光も以後四〇年経って、未だに発電効率は上がっていない。技術開発には時間がかかるのに、しぶとく続ける力が弱まっている。

もう一つ、アメリカ、特にカリフォルニアは人種の坩堝で、八〇年代にホワイトじゃない人たちが五〇%を超えた。日本は今、福島第一原子力発電所で事故処理をやっている、あれも一つの技術チャレンジですが、そういう場に外国人がほとんどいない。事故前まで日本では原子力技術への過信があった。自分たちの技術力を信じるあまり、他を見ることなく一方向で技術を磨く。しかし新しい技術へのチャレンジは、違う方向から物事を見ること。だから技術に過信があると、それが却って新しい側面を切り拓くときの障害になる。閉じた社会で自分たちの技術力でやっていけた時代と、逆にブレイクスルーを求められる時代、その変化に適応できず問題が露呈しているように思います。

### リスクがないことを良しとする価値観が、誰もリスクを取らない国にした

原 なるほどね。大場さんのお話も聞かせてください。

大場 日本社会は、リスクがあることが当たり前でそれをいかに少なくするのではなく、リスクがあることはいけなめ、マスコミや一般の方は、「リスク」をきちんと語ってこなかった。平和ボケも、戦争に負けて終結した日を「敗

#### ステイブ・ジョブズ (1955 ~ 2011)

ステイブ・ウォズニアクらと共に、パーソナルコンピュータで世界初の成功を取ったアップル社の共同創業者。九七〜一年CEO (最高経営責任者)。

#### ステイブ・バルマー (1956 ~ )

ハーバード大学卒、スタンフォード大学経営大学院中退。二〇〇〇〜一三年マイクロソフト社CEO。

#### スコット・マクネリ (1954 ~ )

ハーバード大学卒、スタンフォード大学経営大学院修了。八二年サン・マイクロシステムズ創業 (共同創業者の一人)、八四年〜〇六年CEO。

#### COE (Center of excellence)

優秀な頭脳と最先端の設備環境を持ち、世界的に評価される研究拠点のこと。

#### サンシャイン計画

石油危機直後の一九七四年から二〇〇〇年まで行われた新エネルギー技術開発計画。太陽、地熱、石炭、水素エネルギーという四技術分野で研究開発が行われた。

戦記念日」ではなく「終戦記念日」としたこと、戦争を知らない世代は、ただ平和になってよかった、としか思わない。戦争を体験した方が戦後日本を盛り上げてきましたが、その後が維持できなくなっているんですね。

リスクはゼロでないといけないとしてしまうと何が起きるか。技術を扱っている者から見れば、リスクは必ずあります。でも、それがオープンにならない。すると技術者自らがリスクはないと信じてしまい、技術力があると錯覚する。結果、技術は成熟しておらずリスクが潜んでいるにもかかわらず、大丈夫という過信が生まれてしまうんです。原子力に関して言えば、より安全を高めようという努力がなされなかったことにつながります。

今、リスクコミュニケーションが非常に重要になっています。事故の後、放射線の人体への影響などがそのテーマになっていますが、エネルギーだって、各発電方法にはすべてリスクがあります。それが明らかにされず、風力や太陽光はリスクゼロ、原子力はリスクの固まりみたいな感じで議論が進んでいるところがある。すると一般の方の中には、リスクがあるものはだめだね、自然エネルギーで行こうと思ってしまう人が出てくる。

日本人のリスクの捉え方の拙さと、危機意識のなさ、平和ボケは、国そのものにも言えるように思います。事故の翌年、国は二〇三〇年の原子力比率<sup>\*</sup>として、ゼロ・一五％・二〇％二五％という三つのシナリオを提示しましたが、十分にリスク情報を出さないまま選ばせるわけです。誰かがきちんとリスクを明示して、自らもリスクを取るという態度を示さない限り、エネルギー政策は決められないと思います。

役人に訊くと、理屈はわかるが規則なんだ、規則を破るようになりリスクは取れないんだと。

**山口** 目標設定が日本は下手だというのは、まさにその通り。ルールは目標のためにあるのに、ルールのために目標をねじ曲げることが頻繁に起きている。

### 楽だからと規則に従っているうちに、新しいチャレンジが怖くてできなくなる

**大場** でも、本当に日本人って、重箱の隅をつつくようなことが多い。それによりさらにみんながリスクを口にしなくなる。

私は父が満州育ちなんです。その上、外資系に長く勤めてもいたので、ちょっと日本人っぽくない。幼い頃から、よくファーストプライオリティは何だと訊かれました。一番大切なのは何か、何が目的なのか、目的のためには周りに何を言われようがすぐにもすべきことがあるだろうと。そう小さい頃から言われていたので、今、大学などで不可解な規則の多さに戸惑ってしまうことは少なくありません。これでは目的は達成できないと感じたりします。

**山口** 放射線防護に、ALARA (As Low As Reasonably Achievable)、合理的に達成できる限り低くという概念があります。もともとの発想は、ある目的を達成するための幾つもある方法のなかで、最も実現性のある方法を選ぶというところ。ところが、達成できる限り低くというところ、日本人は非常に強迫観念を持つ。これもあれもやらなきゃと、身動きがとれなくなる。それを救ってくれるのが規則。規則に従っていれば、そういう心配はしなくていい。だけど、新しい技術チャレンジはルールのないもの。規則に従うだ

### ルールは目標のためにあるのに、ルールのために目標をねじ曲げる

**原** リスクといえば、福島第一の事故の原因について、一責任は誰がとるべきか。どう思われますか？

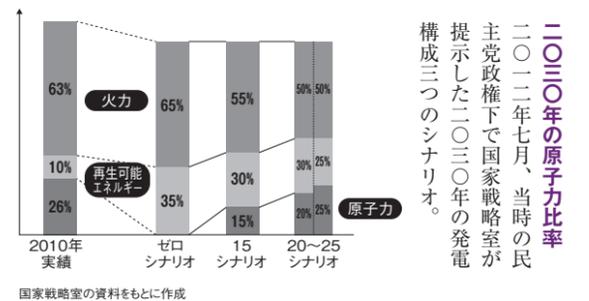
**大場** 私は国だと思っています。

**山口** 国民ですね。というのは、日本人は目標設定が下手なんです。例えばアメリカ人がベンチャーをめざすのは、金持ちになりたいとか、有名になりたいとか。自分で目標設定をするがゆえにリスクを取る。日本人は平穩無事であることをめざすから、リスクを取る理由がない。多分これ日本人共通。福島で言えば、事故を起こさないことを目標にしていた。本来、安全規制の目的は公衆を守ることですが、発電所を守るだけの規制でしかなかった。今の汚染水処理も、ちょっととした構造上の心配があったことで誰もリスクを取れないままざるざる来て、状況が悪化した。国民全体で何が一番大切かという目標設定、認識の共有ができていないので、なかなか小さなリスクを取りにいけない。それが、私が国民も責任を共有すべきと考える理由です。

**原** リスクを取りにくいという話で思い出しましたが、あのノーベル賞学者が、国からの研究予算でアメリカから教授を呼ぼうと旅費規定を見たら、片道二八万円もかかる。長期滞在だから片道でいいが、八万円で購入する往復切符にすれば、半分使わなくても二〇万円節約できる。ところが文科省はその申請を受け付けてくれない。何度かやりとりして、先生が始末書を書くことでようやく安い往復切符の使用が許可されたが、片道分の使用だからと四万円しか承認されなかったというのです。



原 丈人 はら じょうじ  
DEFTA PARTNERSグループ会長；内閣府本府参与兼経済財政諮問会議専門調査会会長代理；アライアンス・フォーラム財団（国連経済社会理事会特別協議資格承認非政府機関）代表理事  
慶應義塾大学在学時から27歳まで中米考古学研究。渡米しスタンフォード大学院在学中シリコンバレー初の光ファイバー事業に成功（81年工学修士）。84年デフタ・パートナーズを創業し、米英イスラエルの革新的な技術を持つベンチャー企業への出資と経営を行う。世界第2位ソフトのポーランド、インテルと合併したOPLUS、サイバーセキュリティ大手フォーティネットなどを会長、社外取締役としてゼロから立ち上げた。05年からアジア、アフリカで情報インフラ整備、栄養改善事業に取り組む。国連政府間機関特命全権大使、財務省参与など日欧米の公職歴。著書『増補21世紀の国富論』など。  
<http://www.allianceforum.org/>



けでは、新しいものに対し臆病になって動けなくなる。

日本人と比べて外国人の発想が柔軟なのは、自分たちはリソースも能力も限られているから、多様な選択肢の中で一番合理的なものを選んだと。自分で選んで生き抜いていくトレーニングが日本人にはできていない。

**原** 福島事故で、アメリカ側が、日本がとるであろうと想定し対策を考えたのは、原子炉を納入したGEへの責任追及、東電からPL法（製造物責任法）に基づく損害賠償の請求です。ところが政府事故調も東電事故調も国会事故調も全部、責任は東電か国が国民。日本の問題だと。だけど、これはアメリカに対してものを言うチャンス逃したに過ぎない。なぜ言わないのか。国際社会では、日本がGEも責任の一端を担っていると云わないことを不思議に思う人が大勢いる。

裁判になればGEは負けるはずですが、実は日本は訴えることができない。六二年に施行された日本の原子力損害賠償法\*には、原子力発電所事故が起きた場合、プラントメーカーは免責だとある。こんな不平等条約があるなんて驚きでしたが、それなら事故被害者による株主代表訴訟をアメリカで起こすなど方法はある。何か起きたとき、自力で闘って、損害を与えた会社から資金をもぎ取ってくるような胆力のある経営者がいれば、違ってくる。

### ぬるま湯に浸かつて「能ある鷹は爪をなくす」

**大場** 先ほど私は、事故の責任は国にあると言いましたが、それは単に国というよりも、トップ。就いている職位の責任を果たさないあるいは果たし切れていない方が多かったと思うのです。例えば事故が起きたときに、当時の原子力

安全委員長は非常に社会から叩かれましたが、もし安全委員会が叩かれる立場であれば、歴代の委員長はどうなのか。その他のトップに立つ方は、きちんと役割を果たしていたのか。

一方、東京電力の責任もあるとは思いますが、ただ彼らは法律違反をしていたわけではない。規制を守っていたにもかかわらず事故が起きています。津波の予測など、保守的な評価や都合のよい解釈をしていた側面はありますが、東京電力にすべての責任があるかのような意見はおかしいですし、そもそも無理があると思います。

国民と答えなかったのは、かつて放射線教育をなくしたのが国であるからです。原子力発電を推進するなか、放射線教育をやめた。それが今の福島の風評被害を生んでいる遠因にもなっているのです、やはり私は国民よりも、国というか、トップに立つ者の責任を問いたいですね。リスクを受け入れる、覚悟を持った真のリーダーがいない。

**原** 大会社とか安定した組織にいと、どんなに頭がよくても、危機が起きない平和な状態が長く続くと、「能ある鷹は爪を隠す」が「爪をなくす」になる。だから危機に対応する訓練をしないとイケない。トップには、一番リスクの高い仕事をして、失敗して、その失敗処理をこなした人間を選ぶとか。加点主義の方針をとらないと、日本企業の将来は危うくなります。

高度成長で後追いのときは、リスクを取らなくても良かった。でも一旦日本が世界のトップに躍り出た九〇年代頃からは、リスクを取って失敗しながら試行錯誤する姿勢が求められたのに、長い間それをしなかったのです。

### 原子力損害賠償法

原子力発電、原子燃料製造、再処理など原子力施設の運転中に発生した事故により原子力損害を受けた被害者を救済するため、六一年制定、六二年施行。天災や社会的動乱の場合を除いて、原子力事業者以外の者は損害賠償の責任がなく、製造物責任法の規定も適用しないとされている。

### 放射線教育の削除

七七年学習指導要領から削除され、〇八年の改訂で復活。中学理科では二二年度から、高校理科では一三年度から完全実施。



日本には技術革新に不可欠な  
リスクを許容する土壌と自由度がない

原 では次に技術革新を生むしくみ、どう思われますか？

山口 今は、一昔前に比べると技術革新がやりにくい。技術革新は挑戦をしてリスクを取らないとできないが、消去法の世界になっていて、リスクを取りにくいんです。

例えばエネルギーで言えば、原子力は安全性が心配、太陽光は安定性に欠ける、風力は送電が大変、石油は環境に悪いと、それぞれのエネルギー源の悪口を言い合って引っぱり下ろしをしている。本来、安いエネルギーの安定的な確保が目標なら、それぞれのいいところを引っ張り上げ、組み合わせさせていけばいい。いいところを持ち上げるのは、逆に悪いところも併せて飲み込むことなので、リスクを取ることにもなるし、新しい技術革新も生まれます。

大場 技術革新には、リスクを許容する土壌と、自由度が必要です。その両方が今の日本には欠けている。基本的にリスクを認めないという前提だから、自由度もない。例えば大学で何か新しいことをしようとしたときの、書類申請の煩雑さ。これでは幾らアイデアがあっても途中で投げ出してしまいう方も少なくないように思います。成功することを条件とするようなお金のつけ方は、成果報告が成功の報告でなければならず、時に誇張した表現につながることもあります。これでは、次の検討（研究）も続きません。海のものか山のものかわからないが、この目的のためには必要だから挑戦しようということが難しい社会になっていると思います。

米国の金融資本主義、短期利益の追求が  
実用化に向かう技術革新を阻害する

原 技術革新、大学や国立の研究所で行われる基礎科学・基礎技術の革新と、その後、産業化段階の技術革新と二つあるでしょう。これ、どちらをどう考えればいいですか。

山口 それぞれで革新があるんですね。例えば遺伝子組み換え、iPS細胞もそうですが、新しい研究成果には倫理問題が出てくる。特に産業化というフェイズに入り、ステークホルダーがたくさん関わってくると、悪いところを指摘する声も増えてくる。ここが不十分じゃないか、ここが心配だと。ですから産業化の発想がうまく技術革新につながる部分は何とかするほうが重要性は高い。

原 そうですね。国の予算で研究する大学や国立研究機関と、実用化に至る民間のベンチャー資金では、質が違う。アメリカは基礎研究の資金は潤沢です。でも、その成果物を使って事業化する民間長期資金は少ない——理由は、短期リターンを求める民間資金がほとんどになったから。要するに会社は株主のものという考え方。株主・投資家がリターンを求めるわけですが、それは一〇年かけるより五年、五年より三年、三年より一年、今日投資して明日と。ROE<sup>\*</sup>、株主のリターンをいかに短期に追求するかが米国企業にとつては最も重要です。長期の研究開発を株主は許しません。だから企業の中央研究所は全部廃止か売却されてしまった。企業が金融商品化されてしまい、ヘッジファンドなどが米国経済を支配する。だから、発明・発見はアカデミックでは起きるが、実用化段階での技術革新は起きにくくなっている。

山口 彰 やまぐち あきら  
大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻教授（原子炉工学・システム安全工学）  
1957年鳥根県生まれ。東京大学工学部卒、同大学院工学系研究科原子炉工学専攻博士課程修了。動力炉・核燃料開発事業団（現・日本原子力研究開発機構）大洗工学センター、核燃料サイクル開発機構（同）で高速炉の熱流動、安全、リスク評価など研究。2005年より現職。原子力規制委員会発電用軽水型原子炉の新安全基準に関する検討チーム委員、日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会技術分析分科会メンバー、同「第4世代ナトリウム冷却高速炉の安全設計クライテリア」特別専門委員会主査なども務めた。  
<http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/seeqe/seeqe/homepage/>



この短期的な利益追求が米国経済の大きな問題。また、この考え方を世界に拡げているのがウォールストリート。だからヨーロッパでも一時、ダイヤモンド・ベンツがクライスラーを買収し米国型経営になった結果、いい自動車がつくられなくなった。日本でも二〇〇〇年頃から中期の安全投資を削ってでもROEを上げるといふ流れが拡がった。今、私が考えているのは、こういう経済運営下での技術革新の意義。今回もアベノミクスで金融緩和、第一の矢は放たれて日銀が量的緩和をどんどん進め、第二の矢で財政出動を行っています。これだけでは財政赤字が膨れ上がり元の木阿弥。技術革新は第三の矢の成長戦略を考えたとき絶対必要。技術革新で、無から有を生み出し新しい産業を興し雇用をつくる。これを中長期で進めることを経済メカニズムに組み込まない限り、国の将来は見込めない。

バブルをつくって潰す米国型経済運営か？  
実体経済をつくっていく日本型か？

山口 ただ、ROEの追求は、企業にとつては目標が明確で、いいと思うんです。問題は、企業がそうした場合、技術革新はどこが担うのか。私の知っている限りでは、アメリカは国立研究所を二つのやり方でうまく活用している。一つは技術革新の場、もう一つは研究のコーディネートを行う場。利益を追求する企業と、技術革新を行う組織・制度がバランスするのが健全な姿で、アメリカは確かに株価を上げることには熱心ですが、技術革新についても考えている国じゃないか。お金を回さないと研究開発はできません。原 利益を追求するのはいいけど、それは研究開発に金を回すためじゃない。米国の定義だと、「株主のため」に利

ROE

(Return On Equity)

株主資本（＝自己資本）利益率。「当期純利益÷自己資本×100」で求められる。

益を追求します。だからアメリカの会社は、景気が悪くなると従業員をカットする。そのとき必ず経営者はボーナスをもらう。これ、正しいですか？

**山口** 難しい質問ですね。レイオフされた従業員のセーフティネットがどの程度あるかによって、そのやり方が正当化されるかどうか、判断が分かれるんじゃないか。

**原** 例えば、〇八年アメリカンエンアラインが航空機不況で三四〇億円の従業員給料カットを断行し、経営陣は二〇〇億円のボーナスを受け取った。これ、私はとんでもないと思います。でも米国流の資本主義では、会社は株主のものであり、従業員の給料は会社の負債。それを切れば業績が良くなるので、経営陣にボーナスを払うのは当たり前だと主張します。これはゼロサムゲーム。百人が各自一万円を賭けてジャンケンゲームをすれば、五分で勝負がついて、一人の勝者が百万円、残りは全員敗者でゼロ、中間はないのがゼロサムゲームです。やればやるほど富の二極分化が起き、実際、中産階級の実質賃金は下がっている。私はこういう社会をいいとは思わない。会社は株主ばかりで成り立っているわけじゃない。従業員がいて、お客さんや取引先がいて、地域社会があり、地球全体を見る。会社が利益を上げるのは、全体に還元するため。そのリタインのほとんどが株主に回る構造は、すごくいびつです。

最近米国は景気が回復してきたというが、これは実質賃金が上がって個人消費が伸びたわけじゃない。資産効果とあって株や土地が上がっているから消費が増えているだけです。

産業が新たな価値を創造することで社会を豊かにするという、実体経済重視の日本と異なり、アメリカはいわば金融主導の仮想経済で経済運営をすることが中心となりました。土地や株を上げてバブルをつくれれば景気がいいし、バブルを潰すと景気が悪いという景気循環の国になりました。金融主導の景気循環メカニズムは、会社は株主のものだと考える人たちによってつくられたものです。そしてコーポレートガバナンス、減損会計や時価会計などのシステムもすべて彼らに都合よくつくられています。ここでは技術革新は関係ないし、バブルをつくっては潰すから非常に不安定。そしてやればやるほどトップは太り、貧しい人が増える。日本の強みは、中産階級がしっかりしていて、上層階級はほとんどいない。でもアメリカほどひどい低所得層も少ないので、途上国から見たら日本はお手本なんですね。

現在の日米間経済交渉の要は、バブルをつくって潰す米国のルールと実体経済をつくる日本のルールの勝負です。この意味でTPPと並んで行われている日米並行協議\*に注目してください。協議項目に株主重視がありますが、もし株主重視が規定され日米間の国際法となれば、憲法第九八条第二項\*の定めにより、わが国の会社法など関連国内法は修正されてしまいます。先に述べたアメリカンエンアラインのような事態が起きたとき、従業員が給与削減される一方で経営者と株主が利益を得るのが当たり前というおかしな国になります。

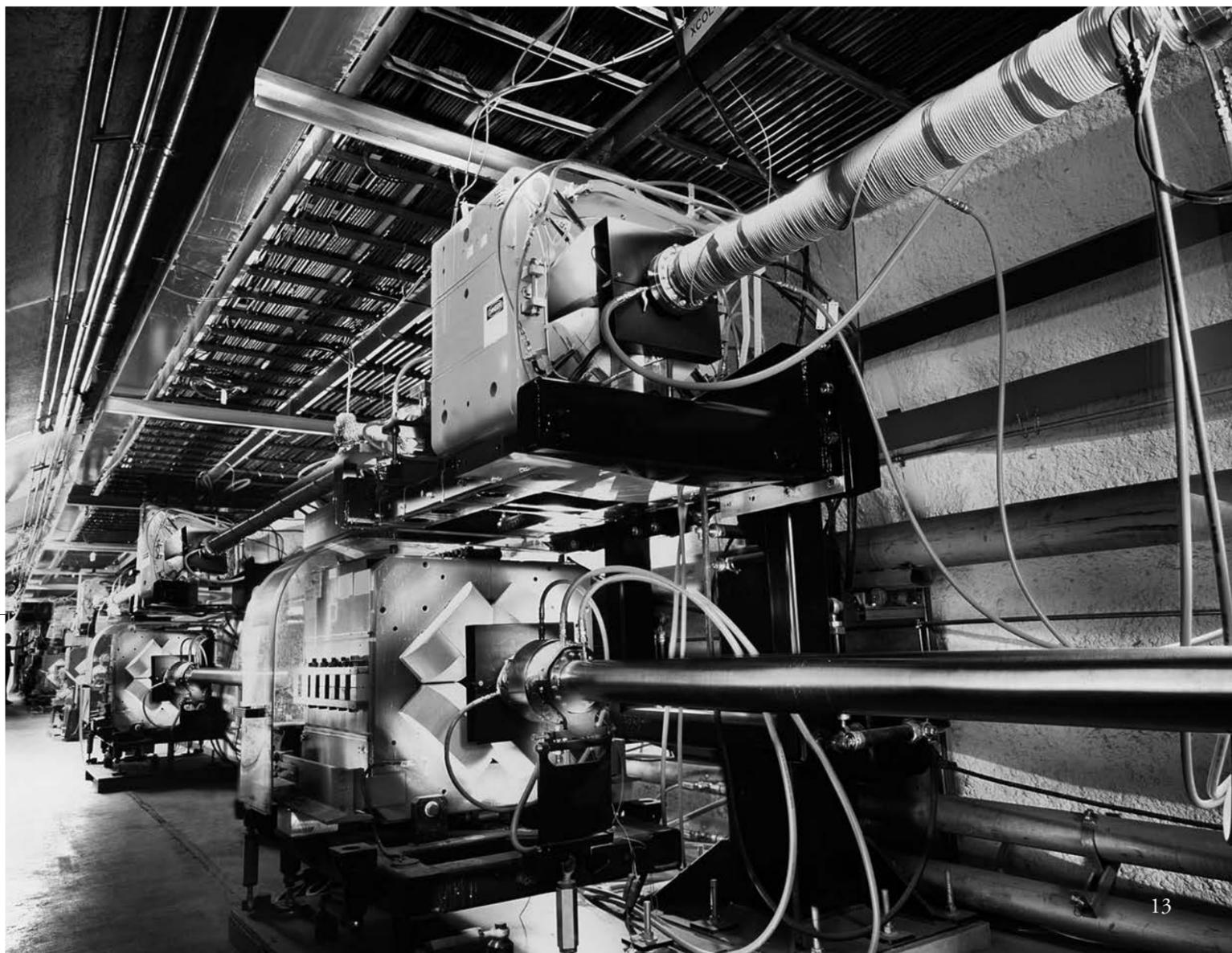
### 所得税一〇%分の投資で

### 国民一人ひとりが技術革新のパトロンになる

**山口** 技術革新には膨大な資金も必要で、それに合った経済のしくみを考える必要があります。

今のお話で、日本がキャッチアップしつつある段階はと

膨大な資金も必要とする技術革新（写真は、原子核や素粒子の実験などに用いられる線型加速器） ©Superstock/PPS



もなく、これから新しいものを出そうとすると、みんな中産階級のような状況がいいのか、あるいは何か新しいものに取り組むための、もっとドラスティックなしくみを探り入れなければいけないのか。少なくとも今、日本の技術革新のアプローチは、必ずしも成功していない。

それはどこに問題があるかというと、アメリカなら大金持ちがいて、大規模な研究開発に投資をする。例えば、ビル・ゲイツはテラパワー\*という会社をつくって原子力を手がけようとしている。日本は技術革新のために少ししくみをいじらないといけないんじゃないか。

**原** 米国は一部の巨万の富を持つ人たちが新しい技術革新にチャレンジする例が目立ちますが、実際は大金持ちほど保守的。節税対象になる慈善活動等々にお金を使って、社会的地位を築くのが一般的な行動パターンです。

人為的に革新的な技術開発に資金を導入するには、例えば所得税の一〇%分だけ、自分で好きな技術に投資すれば、所得税を払ったとみなすようにすればいい。また今は会社がベンチャーに投資しても、減損会計ルールのもとでは五年間成果ゼロなら特別損失を計上しないといけない。企業はこんな時限爆弾を抱えたくないから、投資しない。だからベンチャーに投資する場合は、初めから損失として控除させるようにすれば、彼らにとっては節税にもなる。個人や企業が自分の思い入れのある分野に投資する制度は、欧米にもない。

**山口** すると、かつてアメリカのベンチャーがパトロンを求めて、自分のプランを説明して回る形になりますよね。**原** なりますね。この制度を使えば、貧困層の多いアメリカより日本のほうがはるかに新しい技術の事業化が進む。

**コーポレートガバナンス**  
(Corporate Governance)  
企業統治。経営者が株主利益の最大化をめざし企業経営を行っているかを監視するしくみ。

**減損会計**  
資産の収益性が低下して投資額の回収が見込めなくなった場合、当該資産の帳簿価額にその価値の下落を反映させる会計手法。

**時価会計**  
一部金融資産を期末時点の時価で再評価する会計手法。

**日米並行協議**  
TPP（環太平洋パートナーシップ）の交渉と並行して進めている日米二国間協議。

**憲法第九八条第二項**  
国際法規の遵守を規定した項。国際法・条約の効力は国内法として受容され、国内法より上位と定められている、と解されている。

**テラパワー**  
マイクロソフト社の共同創業者・会長であるビル・ゲイツ（1965〜）がオーナーになっていてる次世代型原子炉の研究開発を行う企業。

**山口** 例えば今、高速増殖炉もんじゅが建設費六〇〇億円で動かせず、維持費で毎年百数十億かかることが批判されています。ああいうのはどうご覧になりますか。

**原** この原理を使って民間でやればいい。国には頼らない。**山口** 将来のエネルギー安定供給を考えれば年間百数十億円の維持費は決して多くはないはずなのに、その意味合いが理解されない。パトロンのような形で、まさにこの技術こそというものに対して、税制優遇などの形で一般から投資を募り、技術革新を促すしくみはぜひつくっていただきたい。

**大場** そうですね。今の高速増殖炉の話も、もし個人投資ができればどんなことがあるかを私はちよつと違う視点で見えていました。現在は国がそこにお金をつけていることがまず批判対象になっているわけですが、それを個人が投資する、必要だと思う個人からお金が集まったのであれば、そもそも批判対象にならない。これはいいしくみだなという一つは、高速増殖炉の研究者は、今まで国ばかり向いていた。その人たちがお金を集めなくちゃいけないので社会を向く。自分たちの技術がどれくらい夢のある技術かを技術者自ら語るわけですよ。国に金をくれと言うのは全く違いますから、社会が非常に大きく動くしくみだと思います。

**エネルギー技術の役割と方向性は？**  
**安定供給とコストを基本に安全性と環境性も考え、多様なカードを持つておく**

**原** 既に話も出ていますが、最後のテーマはエネルギー技

術。さあ、どうします？

**山口** エネルギーについては一二年の討論型世論調査で、安定供給とコスト、安全性、地球温暖化防止、四つのうちどれが一番重視するか質問したが、それは全くおかしな話。日本は資源がない国です。事故前に民主党政権が掲げたように原子力比率を約五〇%にし、設備利用率を約九〇%にするなどして、やつと自給率が三十数%になる。それが脱原子力をやろうとしているドイツ並みの数字。だから日本はエネルギーを安く安定して供給することを最重点にすべきなんです。安全性は確かに重要ですが、安全性だけ追求しても安定供給ができるわけではない。資源のない日本は、国力維持のため原子力も再エネも幅広く技術開発をして、カードをたくさん持つておくことこそ重要です。

**大場** 私はエネルギー技術を支える社会をどうつくるかに興味があります。今は原子力発電所が止まっているので、どうしても運転員の方々は士気が下がってしまっています。電力会社にとって一番重要な価値は、安定供給なんですね。私自身は今、世界にある多様なエネルギー技術のなかで、ある程度安く安定した電気を届けるため原子力発電は必要だと思ふ。将来、違う技術が出てくるでしょうが、今はそう思っています。

エネルギーがないからこそ、七二年前、日本はアメリカに戦争を吹っつけたんです。エネルギーは戦争にもつながる大事なものだという認識を国民一人ひとりが持てる社会をどうつくっていくか。先の四つの選択肢は全部大切。安く安定したエネルギーが必要ですが、誰もが不幸にならないような安全の問題や地球環境の問題も考える。省エネルギーも重要で、今生きている人だけでなく世代公平性も考

**討論型世論調査**  
二〇一二年八月、エネルギー・環境戦略を決定するために実施した国民的議論の一つとしての調査。二日間の「討論フォーラム」を挟む、①電話世論調査②討論前アンケート③討論後アンケートの合計三回実施し、熟慮された意見の推移をまとめるというもの。



えないといけない。そこを、より多くの方が理解できるようにするにはどうするかがキーかなと思っています。**山口** 実は二〇〇〇年代は、世界各地で大停電が起きた時期なんです。カリフォルニア、ニューヨーク、イタリア……。今、原子力がなくても電気は足りるという議論がよく聞かれますが、それは違う。蛇口を捻れば水が出るように、コンセントに差し込めばいつでも電気が来る生活に慣れていますが、それこそ平和ボケというか、電気ボケ。今は電気が足りないと意識されているが、普段からエネルギーにきちんと思いをめぐらせるような、子供の頃からのエネルギー教育、原子力に関する教育や議論の場が必要です。**大場** 電力会社は赤字を出しながら安定供給を守ろうとしているんですね。原子力発電所に対しても対策をとっている。そういうなかで電気料金を値上げする。原子力代替の火力燃料を膨大に輸入しているからお金がかかるわけですが、それが理解されない社会というのは、何かしくみが必要だろうと感じます。**山口** 混乱しているのは、電気料金の値上げも、原子力を動かす動かしにくいという枠組みで語られる。本当は、再生可能エネルギーのコストや火力燃料の調達、いろいろコストに絡む話があるのに、原子力だけに集中して、〇か×か白か黒かという議論になりがち。エネルギー技術は原子力も省エネや再エネも含め、次の世代のために多様なオプションを用意するものだという説明をしていく必要がある。**貴重な資源としての使用済燃料**  
**再処理路線を堅持し、革新技術を探る**

**原** もう一つ聞きたいのは、使用済燃料の処理の問題、こ

大場 恭子 おおば きょうこ  
東京工業大学グローバル原子力安全・セキュリティ・エージェント教育院特任准教授（原子力社会学・科学技術倫理）  
1973年神奈川県生まれ。多摩大学経営情報学部卒、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修了。東京大学文学部行動文化学科社会学専攻および同大学院工学系研究科システム量子工学専攻に研究生として所属。エネルギー問題や原子力と社会との関係について研究。2002年金沢工業大学科学技術応用倫理研究所研究員、12年より現職。日本原子力学会倫理委員会委員長、電気学会技術者倫理委員会委員なども務める。共著『実践のための技術倫理—責任あるコーポレート・ガバナンスのために』『技術者倫理』など。  
<http://www.nr.titech.ac.jp/u-atom/>

れはどう考えておられます？

**山口** 使用済燃料は、将来そこからプルトニウムを取り出して、また燃料として使う可能性もあるわけです。今、批判的なのは高レベル放射性廃棄物の処分場がないこと。もともと原子力を始めたとき、廃棄物問題をどう捉えていたかというところ、他のエネルギー源に比べ、原子力によって出てくる高レベル廃棄物の量は決して管理できないほど大量ではなく、処理が非常に大変だということでもない。技術によって長期管理できる。ゆえに、高レベル廃棄物の問題は原子力をやりながら考えて、まず脱石油を政策としてしっかりやろうと。そういう位置づけだった。

使用済燃料は、再処理をすれば新しい燃料になる。あるいは分離交換技術\*が実現すれば、ほかの貴重な金属を取り出して利用できる可能性がある。ですから、使用済燃料は魔物のようなゴミでどんどん溜まるという見方は違う。もともと原子力技術は数十年、百年オーダーの世界なので、廃棄物問題はもう少し長いスケールでじっくり考えてもらいたい。

**大場** 使用済燃料はこのまま埋めるのか、再処理に回すのか、二つの方法が議論されていますが、どちらが望ましいか、国民に聞いてもいい。今後、技術がどうなるかわからないから、取り出し可能な形で貯留しておこうとか、このまま埋めてしまうやり方も含め、技術革新への国民の投資のしくみができればいいと思います。

**山口** 基本的には日本の国情、エネルギー資源制約から考えると、再処理というオプションは決して捨てるべきではなく、使用済燃料はいつでも再処理できる形にしておく。将来、再処理の技術革新が起きれば、それを使った違う処

いうアプローチで、若い人の研究意欲を高め、科学技術が活性化していくのがあります。

### 世界の現実を目を向けながら ベンチャーを巻き込んだエネルギー開発を

**原** あと、大場さんが言われたコストの件。八兆円以上もの貿易赤字の半分が火力燃料輸入です。だから、これは消費者が選ぶように持っていく。これだけ輸入すれば電気代は高くなる。一方、絶対安心なものはないが、より安全な原子力もあり、原子力利用の割合によって電気料金の水準が変わってくるので、最適な水準を消費者に選んでもらう。

そして新しいエネルギー技術開発は、やっぱりベンチャーにやらせないとな。大企業は意思決定に時間がかかるが、わが社なんか私と社長ですぐ決まる。年齢だけでなくメンタリテイの若い人たちが新技術に挑戦していけば、より安全な原子力も早く安く開発できる。研究開発予算も私なら五〇〇億円あれば一〇〇億円ずつ五社に分散して競争させる。余った開発費は半分あげる。そうしたら効率的に使う。余ったお金をあげるといふ発想、あまりないでしょう。

**山口** 日本は余ったら全部召し上げられます。(笑)

**原** そういうのを考えるんですよ。結果としてそのほうが個人の能力を活性化させて、いいものをつくる。

それから、アメリカの石油会社なんか、なるべく日本が脱原発の方向に行ってくれば、また儲かると……。

**大場** ははは。(笑)

**原** いや、ほんと。アメリカの石油会社は、反原発のNGOに寄付しようとか思ってる。昔、米大手石油会社が国内

分方法の可能性もあるので、いろんなやり方を残しつつ、技術はしっかり維持していかないとけない。

### 溶融塩炉など第四世代原子炉や小型モジュール炉、 より安全性・経済性を高めた炉の研究が進む

**原** 再処理技術はとても重要だし、アメリカも日本に期待しています。新しい発想を持つ若い人たちに資金を提供し助成していく流れをつくるべきですね。

同時にエネルギーの多様性は重要です。原子力に関しては全部すぐやめるべきという意見もありますが、これは現実的じゃない。もちろん廃炉にすべき炉は廃炉にするが、はるかに安全な新しい原子炉の開発も進んでいる。オークリッジの研究などでトリウムとか他の原子力発電技術の研究もある。溶融塩炉\*など新型炉の可能性はどうですか。

**山口** 今は第四世代原子炉\*。日本で言えばナトリウム冷却の高速増殖炉など、六つの炉の概念が国際プロジェクトとして研究されている。溶融塩炉もその一つで、なかなか技術的なハードルは高いが、非常に安全性が高いとされており、ブレイクスルーをめざし研究の継続が望まれます。

事故の後、原子炉のニーズも多様になっていて、アメリカでは小型モジュール炉\*が脚光を浴びている。日本の場合、今まではコストメリットを考えて大型化を志向していたが、これからの社会に合った原子力システムのあり方が、改めて問われる時代に入ってきた。

多様な新型炉に対し適正な技術開発投資が必要で、問題は、その投資をどうするか。例えば溶融塩炉のファンがいて、俺はこの炉に賭けるとか、ビル・ゲイツのようにTWR\*、進行波炉というコンセプトに賭けるのも面白い。そう

**分離交換技術**  
放射性廃棄物処理・処分の負担軽減及び資源の有効利用のために、高レベル放射性廃棄物に含まれる白金族など稀少で有用な元素や放射性核種を、その半減期や利用目的に応じて分離するとともに、長寿命核種を短寿命核種あるいは安定な核種に変換する技術。

**オークリッジ国立研究所**  
アメリカエネルギー省管轄下の科学技術に関する研究所。一九四三年原爆開発のマンハッタンプロジェクトで創設され、戦後は原子力平和利用研究の中心的な役割を果たす。

**トリウム溶融塩炉**  
トリウムを燃料に、溶融塩を一次冷却材として使用する新型原子炉。燃料交換なしで連続運転できる。

### 第四世代原子炉

米エネルギー省が二〇三〇年頃の実用化をめざして二〇〇〇年に提唱した次世代の原子炉概念。燃料の効率的利用、廃棄物最小化、核拡散抵抗性の確保等エネルギー源としての持続可能性、炉心損傷頻度の飛躍的低減や敷地外緊急時対応の必要性排除など安全性・信頼性の向上、他のエネルギー源とも競合できる高い経済性の目標を満たすもの。超臨界圧軽水冷却炉、ナトリウム冷却高速炉、鉛合金冷却高速炉、超高温ガス炉、ガス冷却高速炉、溶融塩炉の六概念について、日米など国際的枠組みで研究が進んでいる。(本誌25〜26ページも参照)

**小型モジュール炉**  
(**SMR = Small Modular Reactors**)

出力が数万〜数十万kWと小さい原子炉。工場で製造でき、複数並べることで発電量増大もできる。

### TWR

(**Traveling Wave Reactors**)  
燃料に劣化ウラン、冷却材に金属ナトリウムを使用する新型原子炉。六〇年以上かけて燃料の燃焼領域が徐々に移動(進行)することから「進行波炉」という。

高速増殖炉もんじゅ ©森田敏隆/PPS



石油会社と競合したとき、環境保護団体に寄付して国内石油会社の採掘場で環境破壊だと騒がせて、ライバル会社を潰した。だから日本も世界でどういう競争が行われているかをよく研究した上で、対抗していくことが重要です。

## 一日百億、産油国に回るカネを研究開発に回し、日本の固有事情に基づいたエネルギー政策を

原 最後に一言ずつ何かあれば。

山口 今日の特テーマは技術力とエネルギーですが、エネルギーは日本の弱点で、技術力は、低下したとはいえ日本の長所です。例えば今、火力燃料費で三・八兆円、一日百億円ずつ外国にお金が流れている。それが研究開発に回れば、相当なもの。エネルギーのオプションを広く持つことこそ日本の将来に対する保険になるという発想で、技術開発を進めていく。

やっぱり根っこは国民のマインドです。国民がエネルギー技術をこれからどう育て、どう使っていくか。その目的、目標を理解して共有しない限り、エネルギーの問題は解決しない。目的を共有することに力を注ぎたいですね。**大場** 私は、原さんからアメリカのお話などをお聞きして非常に楽しかったのですが、今日のタイトルにある「日本の」ということが重要だと考えています。今、いろいろなものがグローバル化していますが、エネルギー政策にグローバルスタンダードなんてない。それぞれの国によって違うわけです。中国は今、原子力を進めている。エネルギー自給率が一〇〇%を切ったことに危機感を持ったわけですね。日本なんて原子力を除くと僅か四%しかない。

エネルギーの状況は各国違って、ドイツがどうだと

いう話を当てはめること自体がそもそも間違い。日本として安定供給を望むなら、どういうエネルギーが必要か。エネルギー政策は各国独自のものだということをまずきちんと理解する。幸い日本は技術力がある。日本の強みをどう生かしながら、日本のエネルギーをどう考えるか。国民一人ひとりが真摯に考えられるようになればと思います。

原 そのとおりですね。日本人の持つ独自の技術力をもっと活性化させて海外にも出していく。使用済燃料の問題がなくならないような新しい原子力発電技術も進めればいい。再処理技術が完成すれば、日本の原子力技術はさらに厚みを増す。再生可能エネルギーでは、日本は火山国だから地熱発電がいい。稼働率も太陽光発電一二%に対し、地熱は八〇%。日本に向いている上に、日本メーカーが世界シェア七割を占めている。こういう技術をもっと強化させていけばいい。

エネルギーミックスのあるべき姿は時代とともに変わるけど、そのとき使えるオプションの技術をしっかりと持つ。あらゆるものに必ず失敗はあるが、それを乗り越えて研究開発を継続し、実用化に結びつけることが重要です。

自然を真似た科学技術も進むなか、太陽では核融合反応が安定して起きている。人類のためにそうしたものを安全な形で手に入れたい——科学技術のスピリットを絶やすべきではありません。**耀**

(二〇一三年十一月八日実施) 編集/田窪由美子

