

VUCA 時代のエネルギー及び科学技術

千葉工業大学 山崎 晃

1. はじめに

2021年4月の本学会春季研究発表大会のテーマは、「超 VUCA 時代の社会変革とプログラムマネジメント」であった。追いつけ追い越せの時代は、大量生産・大量消費で、目標も明確であり、社会が一つの方向を向いて、ひたすら駆け抜けることにより、日本は現在の地位まで躍進してきた。ところが時代は変わり、多様性を重視する価値観の広がりに加え、著しくかつスピーディーな技術進歩が我々の方向性を見失わせているように思える。このような状況において、不確実性の高い環境における大枠しか決定できない曖昧な問題を的確にマネジメントしていくことが、従前以上に求められている[1][2]。

2021年4月より、「科学技術・イノベーション基本法」が改正施行され、第6期「科学技術・イノベーション基本計画」が走り始めている[3]。法律及び計画に「イノベーション」の文字が入り、これを一層強化していく意思が明確化されている。また、2020年後半から脱炭素の動きが一気に加速し、日本は2050年時点での脱炭素の宣言[4]に加え、2021年4月には、米国バイデン大統領の呼びかけによるオンラインでの気候変動サミットにおいて、2030年時点で温室効果ガスの排出を2013年度比46%削減するとの表明を行っている[5]。

前述の第6期科学技術・イノベーション基本計画では、5年間で、政府の研究開発投資の総額を約30兆円とし、官民合わせた研究開発投資の総額を約120兆円とするこ

とを目指すとしている[6]。また、1000億円超の基金を基に、ムーンショット型研究開発制度を創設し、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進しつつある[7]（詳細は、本号 NEDO 山田氏の寄稿参照）。また、2050年カーボンニュートラルの実現に向け、NEDOに2兆円のグリーンイノベーション基金を造成し、野心的な目標にコミットする企業等に対して、10年間、研究開発・実証から社会実装まで継続した支援が行われる[8]。

学会においては、こうしたイノベーションや環境分野での動きを先取りする形で、そのマネジメントについて、様々な議論が展開されてきている[9][10][11]。本稿では、エネルギーの観点も交えつつ、論点等を提示したい。

2. 原子力と再生可能エネルギー

政府は、2030年度に2013年度比46%の温室効果ガス排出の削減を行うと発表した。2050年に脱炭素を目指すとした先般の発表にも相当驚いたが、今回の更に近い将来での思い切った数値目標の設定は、それを上回る驚きであった。これは、ある意味国家レベルでのプログラムマネジメントの遂行が不可欠になると言える。もっと言えば、プログラム自体も相当数、かつ多層的に含み得るスーパーなレベルでプログラムをマネジメントすることが求められるものである。一体、誰が、どの組織が、そのような

レベルのマネジメントを行うのか？そのためのマネジメント手法はどのようなものなのか？まさに VUCA 時代に求められるプログラムマネジメントであると言える（これについては、P2M マガジン No. 11 の亀山寄稿の図 4 を参照[12]。）。

46%という数字は、数字ありきという性格のものではなく、かなり精緻な積み上げが政府内でなされていることは間違いない[13]。この実現のためには、徹底した省エネを大前提にしつつ、再生可能エネルギーに対する依存度を大きく増大させることが想定される。その中で、原子力をどう扱っていくのかについても、全体の行方に大きく影響を与えるものであり、議論を避けて通ることはできない要素である。

2-1 原子力

原子力については、2011 年の東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故によって、それに対する信頼が大きく揺らいでいる。他方で、資源の乏しい日本において、二酸化炭素の排出を伴わない原子力の活用は、脱炭素を進める観点からは魅力が大きい。しかしながら、報道によれば、2030 年の温室効果ガス排出 46%減を達成しようとする場合、原子力発電 30 基の稼働が必要になるとのことであり（現状 7 基稼働中（2021 年 6 月時点））、その達成は必ずしも容易ではない。原子力の推進には国民の理解が不可欠であり、特に地元の理解が極めて重要である。更に、トイレなきマンションとも称せられる廃棄物処理の問題は、北海道の 2 つの自治体に関心を示すという形で一定の動きは見られるものの、先行きの不透明感拭い切れない。脱炭素の方向性を考える上で、電源の 20~22%が想定されている

原子力の位置づけは（注：現時点での長期エネルギー需給見通しに基づくものであり、温室効果ガス 46%の削減は、この数字を含んでいると思われる）、トータルのマネジメントを考える上で大前提になるとも言えるものである。

2-2 再生可能エネルギー

次に、再生可能エネルギーについては、現状の制度では、再生可能エネルギーの導入が進めば進むほど、それを支える国民負担が自動的に大きくなっていく。もちろん、その影響を低減するための制度改正の努力が続けられていることは事実であり、一定の効果は期待できる。広域での電力融通や電線の有効利用の仕組みの見直しなども併せて進められており、将来的に過度な国民負担に繋がらないように注意が払われている。それでも、再生可能エネルギーの導入に伴う国民負担に対する合意形成をどのように実現するのか、将来を展望した形でのマネジメントが期待される。

再生可能エネルギーの弱点の一つが安定性の欠如である。特に期待の大きい太陽光や風力について、気象条件に大きく影響を受けることは避けがたく、この発電の凸凹を補う必要がある。これを担うのが即応性のある化石燃料による発電もしくは蓄電池である（もちろん、広域融通等他のオプションもありえる。）。化石燃料を使うことが現実的であるとすれば、CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) などを含むカーボンリサイクルの促進やバイオマス、水素、アンモニアとの混焼なども想定していくことも求められる。特に、化石燃料が自動的に悪と見なされるような世界の風潮がある中で、ファイナンス供与も含

め、化石燃料の扱いについて、社会の合意形成が求められる。

2-3 求められるマネジメント

以上のように、省エネの一層の深掘り、ペロブスカイト太陽電池や洋上風力の研究開発の推進など再生可能エネルギーの更なる拡充、これにベースロード電源としての原子力の在り方、調整電源の意味合いもある化石燃料の位置づけや蓄電池開発、更には鉄鋼業等の素材産業の抜本的な技術革新

図1に示すように、技術の普及のスピードは加速している。そのような状況で、良く言われるのが、「技術で勝って、ビジネスで負ける」という日本の状況である。図2は、世界市場における日本製品のシェアの推移を示したものであるが、これはそうした状況を如実に表している。そして、更に注意すべき点は、図3に示すように、日本の国際競争力の低下が継続的に進んでいることである。この順位は、イノベーションのみならず様々な指標を総合的に評価し

米国市場において製品普及率が 10%から90%に拡大するために要した年数		
固定電話		73年(1903～1976年)
携帯電話		14年(1993年～2007年)
スマートフォン		8年(2007年～2015年(予測))
PC		30年超(1985年～現在77%) ※普及率の伸びが近年鈍化
タブレット端末		??(2011年～現在40%)
ウェアラブル端末		??

図1 米国市場における製品の普及スピードの加速
(出典：経済産業省 産業構造審議会総会(第14回))

の必要性も含め、まさにステークホルダーが多種多様で、かつ、その内容も多岐にわたるようなプログラムにおける最適解を導き出すマネジメントが求められる。

3. VUCA時代における日本

3-1 技術で勝ってビジネスで負ける

たものであるが、1990年代は世界1位であった国際競争力が、近年は30位を下回る状況が続いている。そして、図4は主要国の研究開発費総額の推移であるが、米国や中国が着実に研究開発への資金投入を伸ばしている中で、日本の研究開発費の総額は一定のレベルで推移している。もちろん、資

金を投入すれば良いというわけでもないが、注意を要するのは、図5に示すように企業の研究開発効率も、主要先進国と比べて低下してきており、その傾向が続いていることである。

グローバル化の進展が著しい中、更にはコロナでニューノーマルという新常态に世

の中が急激に変革していく状況で（コロナ後を想定したイノベーション像については、NEDO 短信参照[14]）、世界に通用する技術の開発と、そのビジネス展開をどのようにマネジメントしていくか、これまでの状況を分析しつつ、必要な部分はオールジャパンで対応していくことも必要になってくる。

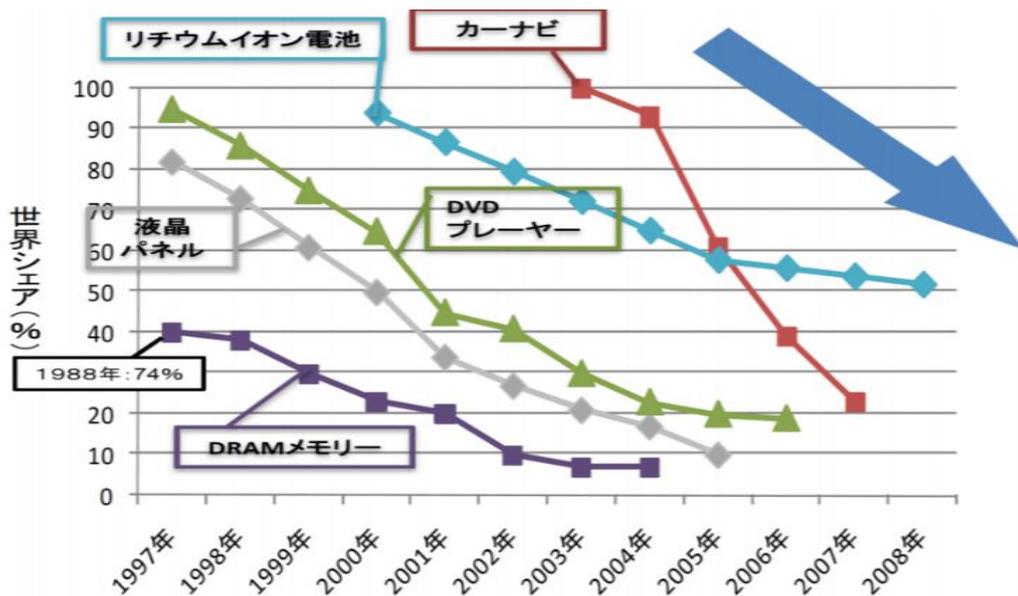


図2 日本の世界市場のシェア

(出典：経済産業省 第1回 産業構造審議会産業競争力部会（・小川紘一「プロダクト・イノベーションからビジネス・イノベーションへ」）)

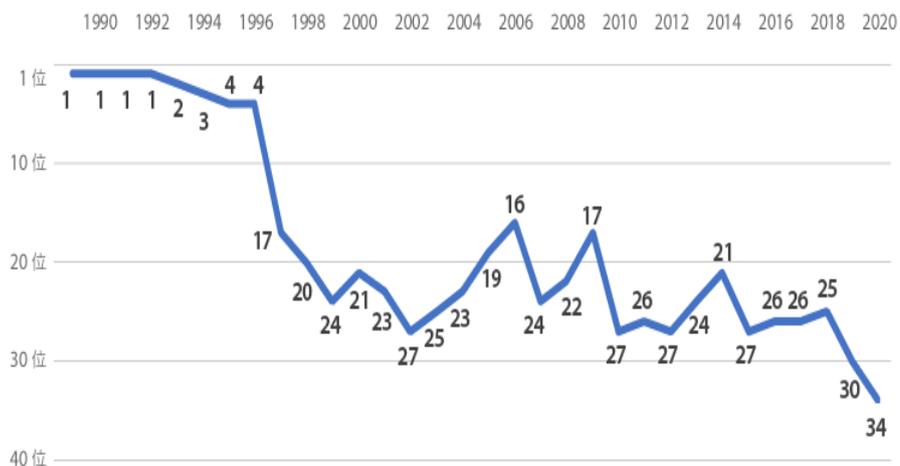


図3 IMD「世界競争力年鑑」日本の総合順位の変遷

(出典：三菱総合研究所 (IMD「世界競争力年鑑」各年版より三菱総合研究所作成))

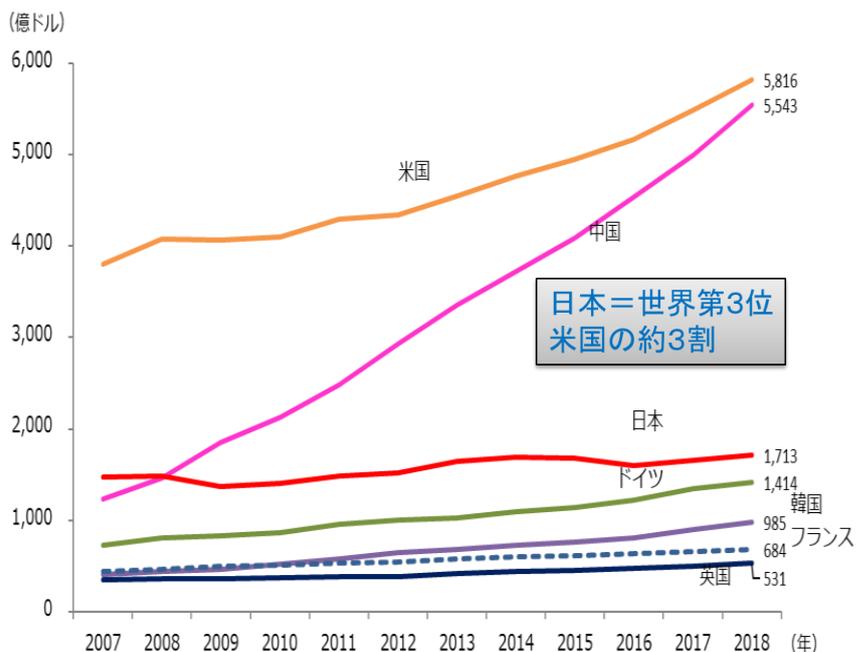
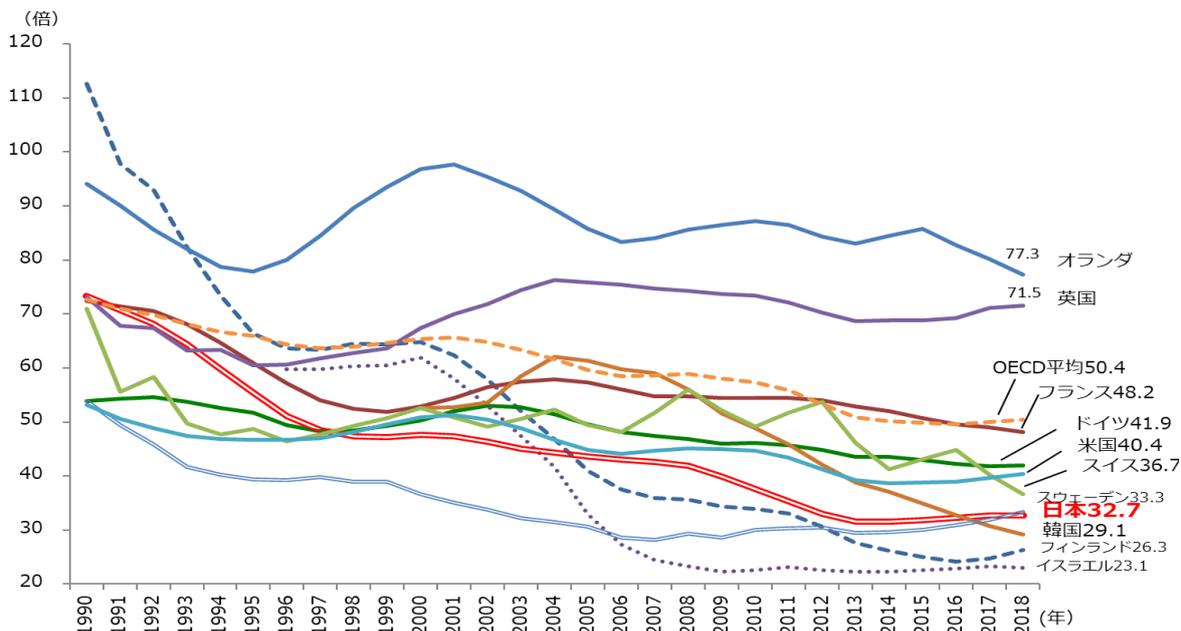


図4 主要国の研究開発費総額
(出典：経済産業省 我が国の産業技術に関する研究開発活動の動向(2021年版))



OECD Main Science and Technology Indicators/ Business Enterprise Expenditure on R&D(BERD) at current PPP\$及び Value Added of industry (current PPP\$)を基に経済産業省作成。
(注1)企業の付加価値及びその5年前の研究開発投資(購買力平価換算)について、後方5ヶ年移動平均値の比率を用いて算出。(2010年の投資効率=2006-10年の付加価値÷2001-05年 R&D 投資)

図5 主要国の産業部門の研究開発投資効率の推移

(出典：経済産業省 我が国の産業技術に関する研究開発 活動の動向(2021年版))

3-2 人材育成

図6は、学術領域別論文の世界ランキングについて、日本の状況を示したものである。

全体、各分野ともに論文数、被引用度の高い論文のランキングがいずれも低下していることが懸念されている。

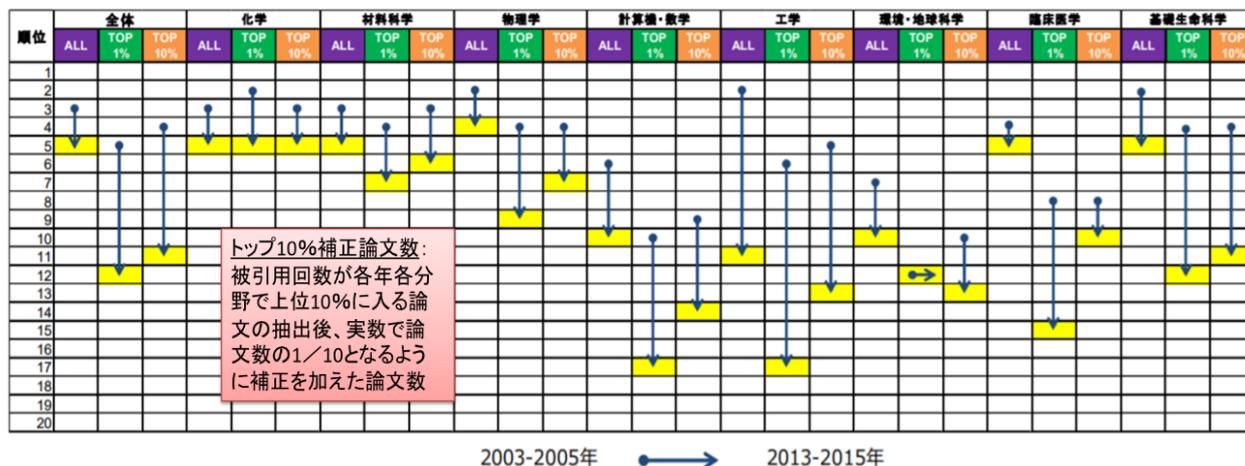


図6 日米欧亜の学術領域別論文の世界ランキング（日本）
 (出典：経済産業省 我が国の産業技術に関する研究開発活動の動向(2017年版))

また、国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2019) [15]によれば、教科の平均得点については、小学校・中学校いずれも、算数・数学、理科ともに、引き続き高い水準を維持している一方、小学校理科では「勉強は楽しい」と答えた児童の割合は、引き続き国際平均を上回っているが、小学校算数、中学校数学及び中学校理科では「勉強は楽しい」と答えた児童生徒の割合は、国際平均を下回っている。

今後、エネルギー分野やDXにおける発展が期待される中で、科学技術基本法の改正において、人文科学系の知見を重視する姿勢が位置づけられたのは意義深い[16]、そもそも理数系科目を楽しみながら習得できるような教育環境を整備していくことが、今後ますます重要になってくる(教育については、前号で特集が組まれており、そちらを参照。)

3-3 日本の強み

SDGs で世界の目指すべき方向性に一定の枠組みが嵌められつつある中で、脱炭素及び現在進展中のDXが、今後の世界の大きい潮流を占めていくのは間違いない。そのような状況の中で、日本は、この分野で強みを発揮できるのかが一つのポイントとなる。脱炭素という意味では、化石燃料の扱いやガソリン自動車に代表される擦り合わせと言った、これまでの日本が強みとして持っていた技術(分野)を、そのまま強みとして維持することは容易ではない。DXについても、GAFABATと言った企業が幅を利かせている中で、(後発とも言える)日本が勝機を見出すのは必ずしも簡単ではないように思える。しかしながら、我々には、逆境の中で飛躍を追求していくDNAが組み込まれており、そして、プロジェクト&プログラムマネジメントという学問体系が、

これを効果的・効率的に果たすために大きく寄与することが期待される。

4. おわりに

今回の学会では、さまざまな登壇者から多くの貴重な話を聞くことができた。これらの人々が要所要所で活躍されている事実は、日本の未来にとって非常に明るいことを意味する。先にも述べたように、現在我が国が直面している問題は、スーパーなレベルで多層的かつ多面的である中、ある種の当面のゴールは設定(例えば2050年での脱炭素)されていたとしても、それに至るプロセスはまさにVUCAであり、国のレベルでのプログラムマネジメントが的確に進められる必要がある。

こうした状況で、わが国及び世界が発展していくことを支えるために、学問体系が貢献することが求められる。もちろん、現状の理論体系で全てを説明し、解決できるものではないかもしれないが、こうした理論体系についてもアウフヘーベンを繰り返しながら、学術的にも精度を向上させつつ、実社会にアプライされ、アカデミックとプラクティカルが両輪となって、未来に向かって社会を牽引していくことを期待したい。

参考文献

- [1] 吉田, 小原, 山本 「実践プログラムマネジメント」, 日刊工業新聞(2014)
- [2] 山本秀男 「不確実な環境下の価値創造プログラムマネジメント」, 国際P2M学会学会誌 Vol. 4, No. 1, pp. 17-27 (2009)
- [3] 内閣府
<https://www8.cao.go.jp/cstp/cst/kihonhou/mokuji.html>
- [4] 第二百三回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説 (2020年10月26日)
https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/state/ment/2020/1026shoshinhyomei.html

- [5] 地球温暖化対策推進本部 総理発言(2021年4月22日)

https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202104/22ondanka.html

- [6] 閣議決定 第6期科学技術・イノベーション基本計画(令和3~令和7年度)

<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

- [7] 総合科学技術・イノベーション会議 健康・医療戦略推進本部 「ムーンショット型研究開発制度の基本的考え方について」(2018)

<https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/index.html>

- [8] 経済産業省 「グリーンイノベーション基金事業の基本方針」(2021)

<https://www.meti.go.jp/press/2020/03/20210312003/20210312003-1.pdf>

- [9] 亀山秀雄 「科学技術イノベーションにおける価値創造プロセスとP2M」国際P2M学会誌 Vol. 10, No. 2, pp. 193-204(2016)

- [10] 小原重信 「Society5.0 環境におけるP2M 基本命題と適用領域の拡張」, 国際P2M学会誌 Vol. 13, No. 2, pp. 81-118(2019)

- [11] 亀山秀雄 「世界を変えるP2Mへの展開」 P2M マガジン No. 10, pp. 10-15 (2020)

- [12] 亀山秀雄 「ERCAにおける若手研究者のための研究開発マネジメント教育」 P2M マガジン No. 11, pp. 28-33 (2021)

<http://www.iap2m.org/pdf/maga11/maga11-4-3.pdf>

- [13] 日本経済新聞 「「46%減」太陽光拡大で帳尻 脱炭素、経産省苦肉の積み上げ」(2021年4月27日付5面)

- [14] NEDO 「コロナ禍後の社会変化と期待されるイノベーション像」(2020)

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101323.html

- [15] 国立教育政策研究所 「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2019)のポイント」

(2019)

<https://www.nier.go.jp/timss/2019/point.pdf>

- [16] 内閣府 「科学技術基本法等の一部を改正する法律の概要」(2021)

https://www8.cao.go.jp/cstp/cst/kihonhou/kaisei_gaiyo.pdf

(2021年5月18日 受理)