



「Unpredictable」

~ How to survive increasingly unpredictable world ~

第18回エコプレミアムクラブ ネットシンポジウム

2021年8月23日（月） @国際文化会館

安 永 裕 幸

国際連合工業開発機関（UNIDO） 東京投資・技術移転促進事務所長

北陸先端科学技術大学院大学（JAIST） 客員教授

前・産業技術総合研究所（AIST）理事・参事

元・経済産業省大臣官房審議官（産業技術・基準認証担当）



1. "Unpredictable" とは？（今日、私は何を期待されているのか？）

1) 自分が "less experienced" だから「何かが起きた場合にどう対応すればいいのかわからない」という不安を抱くことはある。

>> 過去の事例(**歴史**)に学べば良い。

2) 相手(事象)に関する情報が無く、"less informed" だから「何が起こるか分らない」という不安を抱くこともある。

>> 一生懸命、相手(事象)について**勉強・研究**すれば良い。

3) しかしながら、歴史に学んでも、勉強しても、「世の中全体が一体どう動くかわからない」場合もあるだろう。

>> そういう時は、「**出たところ勝負**」だ。

2. 「出たとこ勝負」にも「必勝の方法論」はある筈だ。

- 1) 「**相手の様子を見ながら**」臨機応変に戦略・戦術を現場で構築・組み替えていく。
(相手の強み・弱み・得意・不得意の瞬時把握)

>> 「**観察力・分析力**」が鍵。

- 2) 「**自分の得意な形・局面**」に持って行くチャンスがあれば、すかさずそちらへ誘導する。(逆に「自分の不得意な形・局面」に移行することは極力回避する。)

>> 「**場のコントロール力**」をどこまで持てるか、が鍵。

- 3) 「追い詰められた」場合、最後は「**自分の体の芯に染みついているもの**」しか出せない(＝頼りにならない)、と腹をくくる。

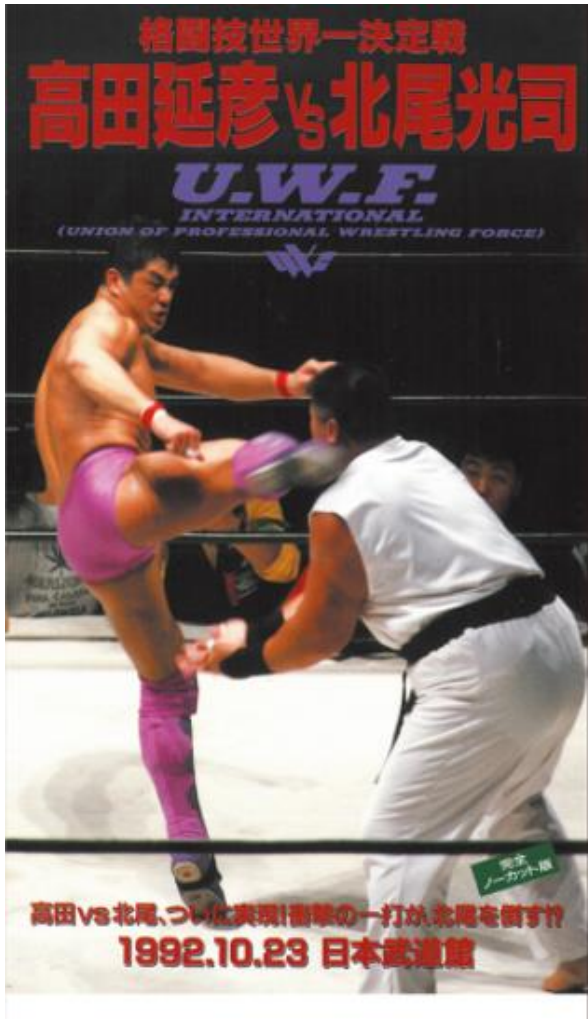
>> 昭和世代の根拠なき確信は、「**血と汗と涙**」だ。

3. 過去、“unpredictable” な状況下で挑戦した先人の事例は？

- 1) 「観察力・分析力」に基づく臨機応変の戦略・戦術が奏功した事例：
 - 「ID野球」の祖・野村克也や「魔術師」西鉄ライオンズ・三原脩の采配。
 - ・究極の例は「江夏の21球」か。
- 2) 「場のコントロール力」で「自分の得意な形・局面」を形成した事例：
 - 「関ヶ原の戦い」における徳川家康の戦略・戦術
 - ・豊臣系大名の分裂（武断派vs文治派）を利用し、武断派を取り込み。
 - ・情報戦で合戦当日の寝返り（小早川秀秋ら）や戦闘ボイコット（吉川広家）による敵軍戦力の無力化に成功。
- 3) 「自分の体の芯に染みついているもの」に賭けて勝利した事例：
 - 異種格闘技戦
 - ・特に、「A猪木vsザ・モンスターマン」戦、「桜庭和志vsヘンゾ・グレイシー」戦、「高田延彦vs北尾光司」戦等。（ついでに「川田利明vsドン・フライ」戦）



【参考画像】



4. さて、現在、最も "Unpredictable" なものは何だろう？

- 1) IPCC (Inter-governmental Panel on Climate Change) の最新報告では、「**地球の気温 1.5°C上昇は、2021～2040年に**」と、これまでの見通しよりも約10年早い。地球と人類は大丈夫か？
- 2) 中国と米国の関係はどうなるのだろうか？ これまでの「**民主主義や自由貿易**」という「西側」的価値観は変更を余儀なくされるのだろうか？ 日本はどうすればよいのだろうか？
- 3) GAFAM 等の**巨大IT企業**が政府より大きな力を持って、世の中の仕組みをガラリと変えてしまうのだろうか？
- 4) **AI(人工知能)**が人間の知能を超える **singularity** は来るのだろうか？ また、**生命科学**の進歩により「人類や文明」はどうなるのだろうか？

5. で、お題に「地球温暖化の、過去の見通しを上回る進行」を挙げてみることにする。

- 1) この問題の最大のポイントは、「大気中の温室効果ガス(あるいはCO₂)の濃度がある閾値(point of no return)を超えると、元に戻れなくなる(positive feedback による暴走)」こと。
- 2) 既に産業革命以前と比較し、地球の気温は 既に約 0.85°C 上昇(全球平均)しており、「1.5°C シナリオ」の実現は極めて厳しいと考えざるを得ない。
- 3) であれば、「あらゆる選択肢を排除せず、全ての可能性に張り、それを常にレビューして最適解(群)を絞り込んでいく」しか無い。
- 4) 世界は、既にそれを開始している。研究開発のみならず、民間投資も政策も。「動かない奴の負け」というのがルールになってきている。ただし、今の流れだけで「正しい方向」に向かうかどうかは、unpredictable な要素あり。

【参考】SDGs における気候変動問題の位置づけ



Goal 13 : Take **urgent** action to combat
climate change and its impact

* SDGs の17の目標のうち、「**urgent**」が含まれているのは、この第13目標だけ。

6. ターゲットをどこに置くか？

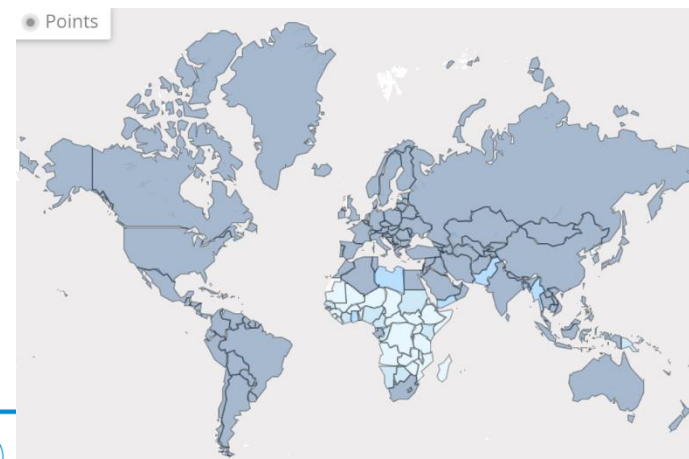
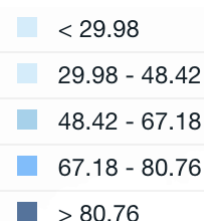
- ① 2050年 から遠くない時期の「世界におけるカーボンニュートラル」の達成
- ② 2050年の「世界における energy sufficiency (万人へのエネルギーアクセス)」の達成

【参考1】

- 世界全体のCO2排出量は、先進国等（日米EU加等：附属書I）が39.4%。これに対し、中国が29.5%、インドが6.8%、インドネシアが1.6%、ブラジルが1.4%・・・。途上国・新興国（非附属書I）が6割。非附属書I国は排出量の増加も1990年～2016年で3倍。【IEA CO2 emissions from fuel combustion 2019】
- IIASA の “Innovations for Sustainability – 3rd Report Prepared by The World in 2050 initiative” によれば、「DLS “Decent Living Standards (最低限の生存基準)” を越えて各種サービス（水・食料、医療、エネルギー等）が提供される状態を “sufficiency” level と規定。（GDP／人＝8,000～11,000 USDか）
- Sufficiency level は 個人・社会・文化の違いにより変化。2種類の 社会的・環境的制約が存在する。
 - ① パレート効率（ある個人の充足が他人の充足を奪わない）
 - ② 地球の資源・環境制約（“Planetary Boundaries”）

【参考】世界の人口比電力普及率（2018年）

World Bank (2018) Access to electricity (% of population)



7. 各国のカーボンニュートラルを巡る動向(1)

【EU・英国】

- EUは、2030年の温暖化効果ガスの削減目標として1990年比で55%削減に合意(40%から大幅積み増し)。
- 仏は「原発の余剰電力で水電解で水素を生産」、独は「太陽光・風力の導入が「次第に頭打ちとなる中で、褐炭の扱いが焦点」、EUから脱退した英国は、「潤沢な洋上風力ポテンシャルの活用等で、COP26で”2030年に1990年比で68%削減”を打ち出す」方向。

【米国】

- トランプ政権でのパリ協定離脱の後、バイデン政権は就任と同時に協定復帰し、「遅くとも2050年までのCO2排出量ネット・ゼロ達成」を表明。特に電力セクターでの「2035年までのネット・ゼロ達成」を企図。2兆ドル規模のクリーンエネルギーへの投資を発表。
- 「アメリカズ・プレッジ」等、企業、自治体(州・都市)、NGO、大学などによるカーボンニュートラル達成のためのネットワークが形成。

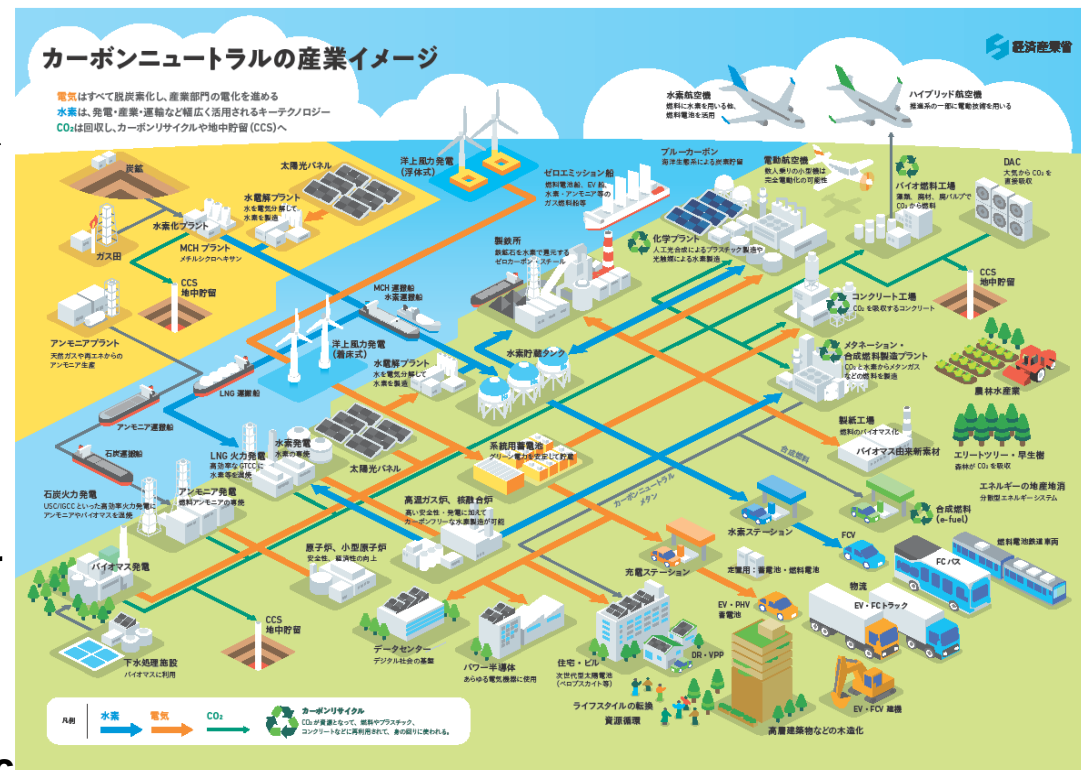
【中国】

- 習近平主席が、国連総会で「2060年までのカーボンニュートラル達成」と「2030年までのCO2排出量ピークアウト」を発表。これまでの「後発国はエネルギーを使う権利を有する」立場から転換。
- 太陽電池、リチウムイオン蓄電池、風力発電機用磁石・重希土の世界シェアを背景か？

8. 各国のカーボンニュートラルを巡る動向（2）

【日本】

- 2020年秋に、菅総理が「2050年までのカーボンニュートラル達成」を明言。
- これを受け、日本政府が2020年末に「グリーン成長戦略」を発表。この中で、「洋上風力」「燃料アンモニア」「水素」「原子力」「自動車・蓄電池」「カーボンリサイクル」等の14技術を「重要分野」と規定。
- 2021年4月、米国主催の「気候変動サミット」で、菅総理は「2030年の温室効果ガスの排出量を2013年比で46%削減する(更に50%削減の高みに向け挑戦)」ことを表明。
- 2021年7月、経済産業省の発表した「第6次エネルギー基本計画(素案)」によれば、2030年の一次エネルギー供給のうち約20%が、電源構成では約36~38%が再エネ。



9. グローバルな戦略(その1～総論)

○ 基本的考え方としては、次の5つの「原則」に基づくものとする。

- ① エネルギー・環境政策、産業政策、農業・食料政策、都市政策、交通政策、科学技術政策等を議論する場(Forum for International Carbon Neutrality and Energy Sufficiency＝FICNES)を設立する。
- ② 特に貧困な後発の開発途上国については、当面の間、Energy Sufficiency の達成を優先させつつ、長期的視点からカーボンニュートラル実現にシフト。
- ③ 開発途上国・新興国のうち、大きな人口(2050年に1億人程度)を抱え、既に高い経済成長を実現しつつある国については、カーボンニュートラルと Energy Sufficiency の双方を同時達成するための方策を講じるよう、世界が支援と投資を行う。
- ④ エネルギー供給分野については、特に地域の特性を活かした再生可能エネルギー(太陽光・太陽熱、風力、地熱、バイオマス、水力等)の導入に関し全体最適を目指すとともに、複数国間を跨ぐインフラ(多国間送電網、CCS施設とCO2パイプライン等)の構築を行う。(FICNESSで議論)
- ⑤ 各国のCO2排出量及び吸収量のモニタリング、新技術の開発・普及、原子力安全、過渡的時期における化石資源貿易の管理、海洋・森林のCO2吸収メカニズムの解明等に協力・連携して取り組むための人材確保と人材育成を行う。

10. グローバルな戦略(その2～重要な協力対象国の絞り込み)

Important Countries for Carbon Neutrality and Energy Sufficiency

Country	Population 2050 forecast (million)	Average annual economic growth rate 2012-2019 (%/yr)	GDP per capita 2019 (USD)	% of Population with access to electricity 2019	CO2 (GHGs) emission 2018 (MtCO2)	CO2 emissions global share 2018 (%)
India	1639	6.6%	2172	97.8%	2309	6.90%
(China) (reference)	1402	7.1%	10099	100.0%	9809	29.30%
Nigeria	401	2.8%	2222	55.4%	104	0.30%
Pakistan	338	4.1%	1388	73.9%	194	0.60%
Indonesia	331	5.2%	4164	98.8%	543	1.60%
Ethiopia	205	9.3%	953	48.3%	13	0.04%
DR Congo	194	6.0%	501	19.1%	2	0.01%
Bangladesh	192	7.0%	1906	92.2%	82	0.20%
Egypt	159	4.0%	3047	100.0%	224	0.70%
Philippines	144	6.6%	3294	95.6%	132	0.40%
Tanzania	129	6.6%	1105	37.7%	10	0.03%
Vietnam	110	6.5%	2740	99.4%	226	0.70%
Kenya	92	5.5%	1998	69.7%	16	0.05%

11. グローバルな戦略(その2～重要な協力対象国の絞り込み)

【4つの基準】

- ① 2050年における人口が**2億人**、次いで**1億人**前後の国。
- ② 2012~2019年の**平均GDP成長率**が、この期間の開発途上国・新興国の平均値である **4.6%／年**を超えている国。
- ③ 現在の **Per Capita GDP** がタイ、マレーシア、中国の水準 (**約8,000~11,000USD**) を大きく下回り、**Energy Sufficiency** 上、**大きな課題**がある国。
- ④ 現時点での **CO2 排出量**が**一定規模**(例えば1億トン／年)を超えている国。

>>

【特に重要な協力対象国】

インド、ナイジェリア、パキスタン、インドネシア、エジプト、フィリピン、ベトナム

【重要な協力対象国】

エチオピア、コンゴ民主共和国、バングラデシュ、タンザニア、ケニア

12. 技術論(その1～各論)

【エネルギー供給面】

- 基本は「複数の選択肢のベストミックス」。現段階での「決め打ち」は危険。
- 再生可能エネルギー、燃料としての水素(Blue/Green)やアンモニア、送配電グリッドの強化と蓄エネルギーインフラ、より安全性を高めた原子力(新型炉)等の重要性に関する認識は、国際的にも概ね共有されている。

【エネルギー需要面】

- エネルギー多消費型産業(鉄鋼・化学等)のプロセスの低炭素化、輸送手段(特に自動車)の電化、省エネの推進の重要性に関する認識は、国際的にも概ね共有されている。
- 長期的には、新たな都市インフラの構築とライフスタイルの変革が重要であるが、具体論は未だ。

【エネルギー政策及び流通構造面】

- 「CO2排出量の最小化」と「Energy Sufficiency の達成」を、「安定供給の確保」と「経済活動を制約しない」に加えて、エネルギー・環境政策を構築することが重要。
- 開発途上国の Energy Sufficiency への協力に対するインセンティブ(エネルギー投資優先権等)や、水素やアンモニアの「価格形成メカニズムとインフラへの投資促進メカニズム」の構築が重要。
- 分散型のエネルギー・インフラとともに、国境を跨ぐエネルギー・インフラの構築が必要。また、CCS/CCUS の普及のための新たなビジネスモデルと制度(CCS利用権やCO2埋設量クレジット等)が必要。

13. 技術論(その2～全体としての工学の課題)

1. 「様々な**サイズ**とその技術的发展に異なる**時間軸**を有する種々のインフラを複雑に**重畳させた社会インフラの最適解**をどう作っていくか」という方法論と、社会での合意形成への道筋を示すこと。
2. 決定的に不足している**人材**を補うため、大学や公的研究機関におけるこうした分野の**研究を質的・量的に抜本的に強化**するとともに、**開発途上国・新興国の優れた若者を多数日本に受け入れること**。
3. 「新技術の社会実装への投資が進むような**金融メカニズムの構築**」や、「民間投資促進のための**制度設計**」にも工学からのインプットを行うこと。
4. 様々な技術的選択肢の**技術的熟度 (technology readiness) や投資適格性を、跛行性の無い形で評価し、社会に提示**すること(前述のFICNESの役割か)。

14. 原子力の扱いについて(補論)

【方針1】日本工学アカデミーとしては、工学者としての立場に徹して、「将来への選択肢を提示する」という観点から、**中立的に議論を行う**ことが適切である。

【方針2】特に、現時点で各国や国際機関が提示している方策は、未だ「十分な規模かつ経済的にも許容可能な水準での社会実装が実現している」技術であり、その利用は今後の発展に依存しているため、**選択肢を狭めることは適切ではない**。

【方針3】なお、我々は、現状の原子力技術のままで、既存原発の運転再開や新規原発の立地を単純に促進するとの立場にも立たない。**原子力を安全に運営していくためには、現時点では未だ研究開発の途上である、より安全な新型炉等の新技術や、使用済み核燃料の処理技術、廃炉技術に国を挙げて取り組むべき**である。

【方針4】将来のエネルギー供給において原子力というオプションを選択するかどうかは、**将来の世代の市民と政策当局が、国際的協調の中で決定すべき**ことである。

15. 「水＝食料＝エネルギー＝産業・経済＝環境」の「五角形」思考

