

グローバル化と日本人・日本の原子力

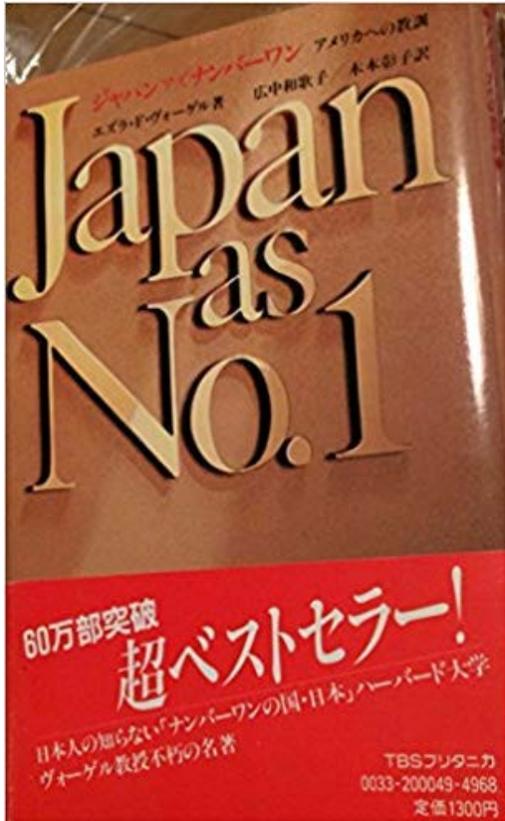
東工大 社会・環境理工学院 規制人材育成プログラム
特任教授 尾本 彰 (omoto@nr.titech.ac.jp)

グローバル化

- 政治経済・文化・人的交流・環境影響などの相互関連が、国家や地域などの境界を越えて、地球規模に拡大すること
- それに留まらず、我々の日々の生活の中で「外国」（利用技術、製品、考え方、言語等）が深く浸透
- 更に、EUなど価値観（と「敵」）を共有する所では域内で国家間の障壁低下（通貨・関税・教育）
- 対局を表現するのに「ガラパゴス化」

1. 我々はいつからグローバル化を叫ぶようになったのか？

➤ 経済成長と輸出攻勢で自信に満ちた時代 (1980's)

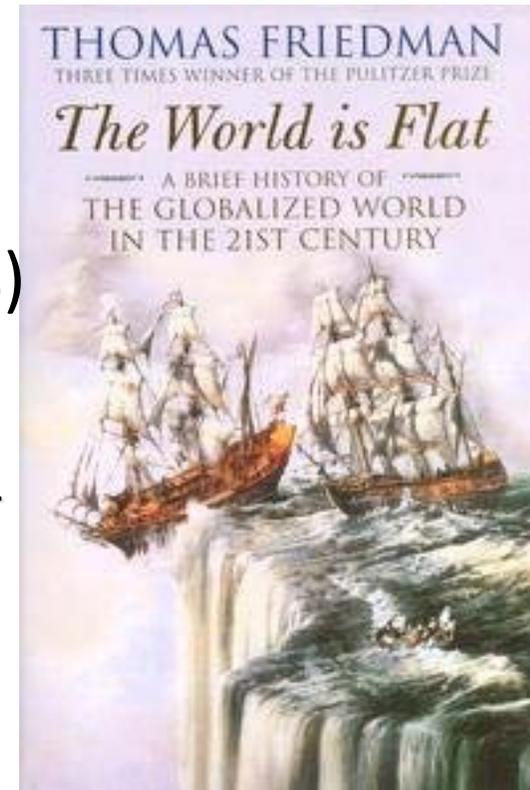


1979年

“日本の資金力で米国全土を買える”
“もはや米国の原子力から学ぶものはない”

➤ インターネットの普及が 世界の距離を縮めた(1990's)

1. Collapse of wall in Berlin (9Nov1989)
 2. Netscape went public opening the door for public use of internet (8Sept1995)
- 等の10の要因



1995年

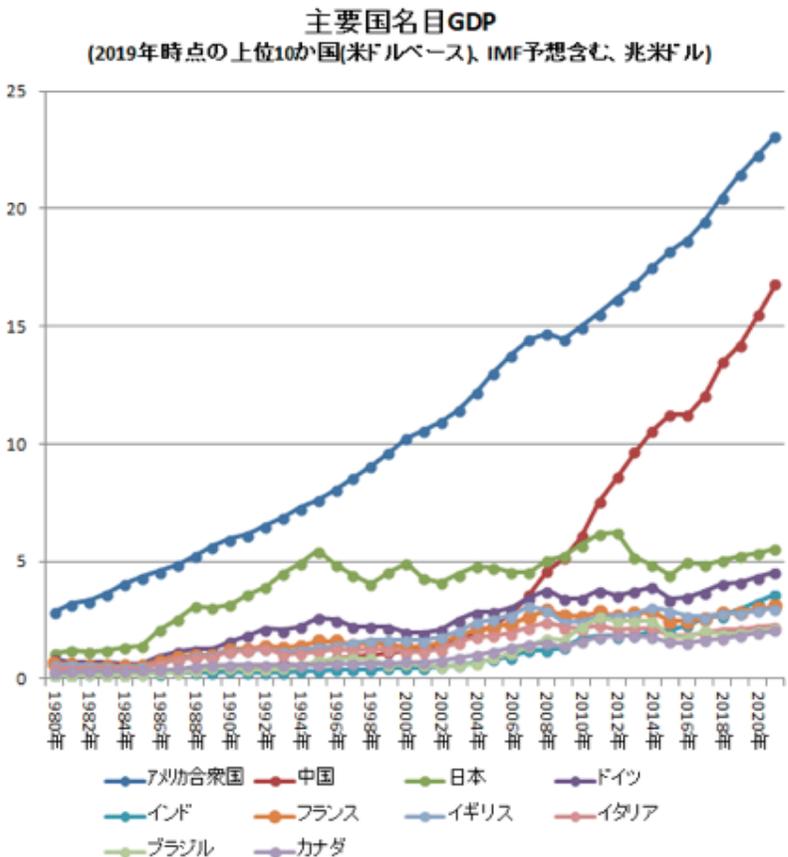
- バブル崩壊を経て「国際化」を大声で言い始めたのが2000年頃？
- 「アジアの人々に開かれた日本」政策(2000~)
 - TPP交渉への参画
 - 留学生招聘、看護・介護サービス分野の人材不足対策
 - 「平成の開国」(菅首相所信表明演説2011)
- 大学でも
 - 「大学の構造改革の方針」(2001)-世界に通用するプロフェッショナルの育成- →これを受けて文科省GCOE事業
 - 文部科学省国際化拠点事業
 - (1) 留学生受入れ拡大 (2) 英語による授業 (3) 外国人教員増



東京大学グローバルCOE

- 生体シグナルを基盤とする統合生命学
- ゲノム情報に基づく先端医療の教育研究拠点
- 未来を拓く物理科学結集教育研究拠点
- ものづくり経営研究センター アジア・ハブ
- 世界を先導する原子力教育研究イニシアチブ 等

- 2000年中葉を過ぎると自信喪失と反省→「グローバル化」合唱
 - リーマンショック2007年で世界の金融崩壊の影響を経験
 - GDPで中国に抜かれる (2008年)
 - 技術力で勝る日本がなぜ事業で負けるのか (妹尾堅一郎 2009年)
- 自嘲的に「ガラパゴス化」：日本独自の発展で世界標準から乖離、国外では競争しない (ガラパゴス島の生き残りは草食動物)



「著作権保護コンテンツ」

技術力で勝る 日本が、 なぜ事業で 負けるのか

東京大学 特任教授 (知的財産研究) / IPO 法人 東京大学 特任教授 理事長 理事長 妹尾堅一郎 著

画期的な新製品が惨敗する理由

「著作権保護コンテンツ」

ガラパゴス化する日本

吉川尚宏

2010年代の最重要キーワード

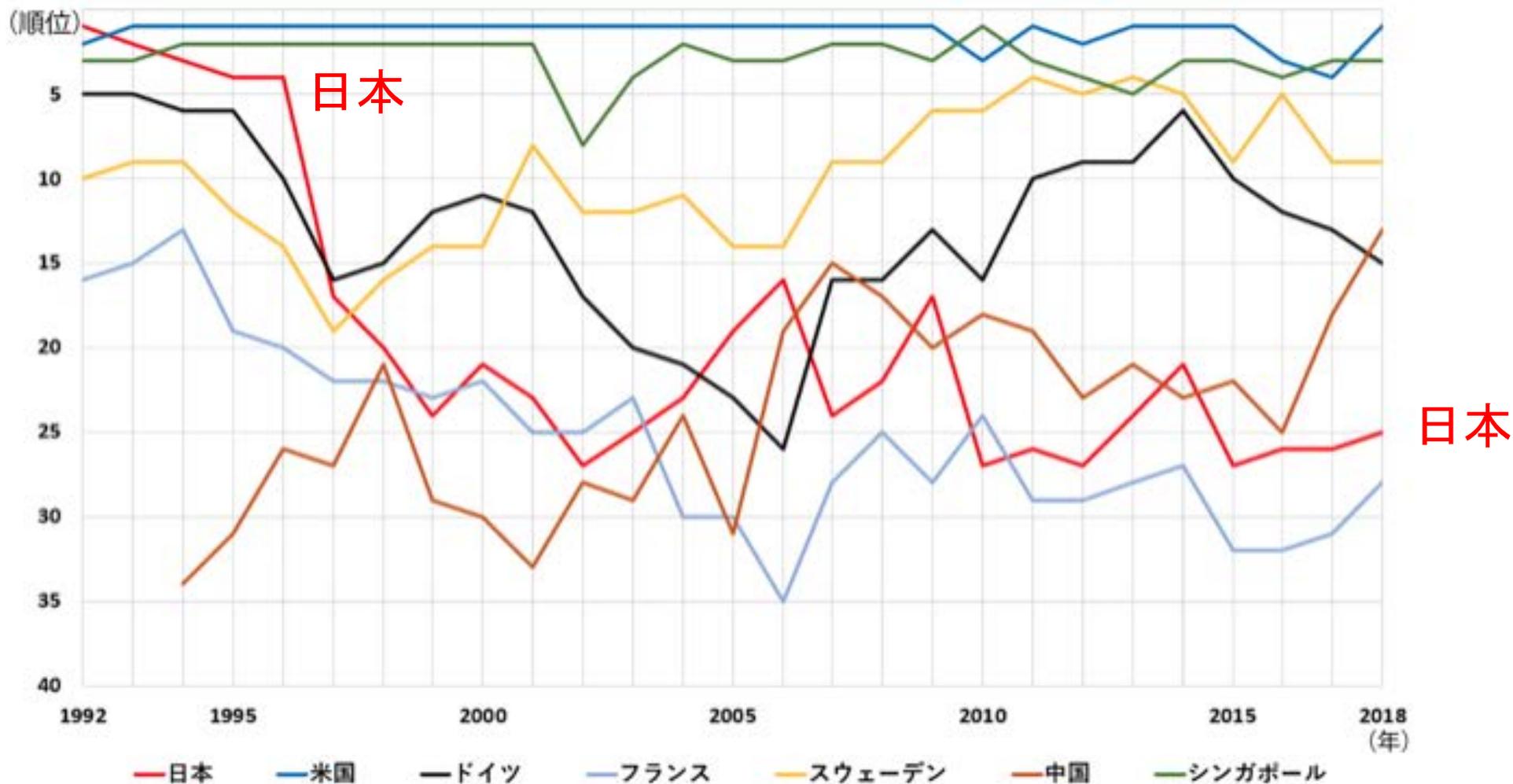
このまま日本は 衰退するのか？

携帯電話・電子マネー・大学・東京・若者...

講談社現代新書

IMD「世界競争力年鑑」総合順位の推移

IMD: International Institute for Management Development

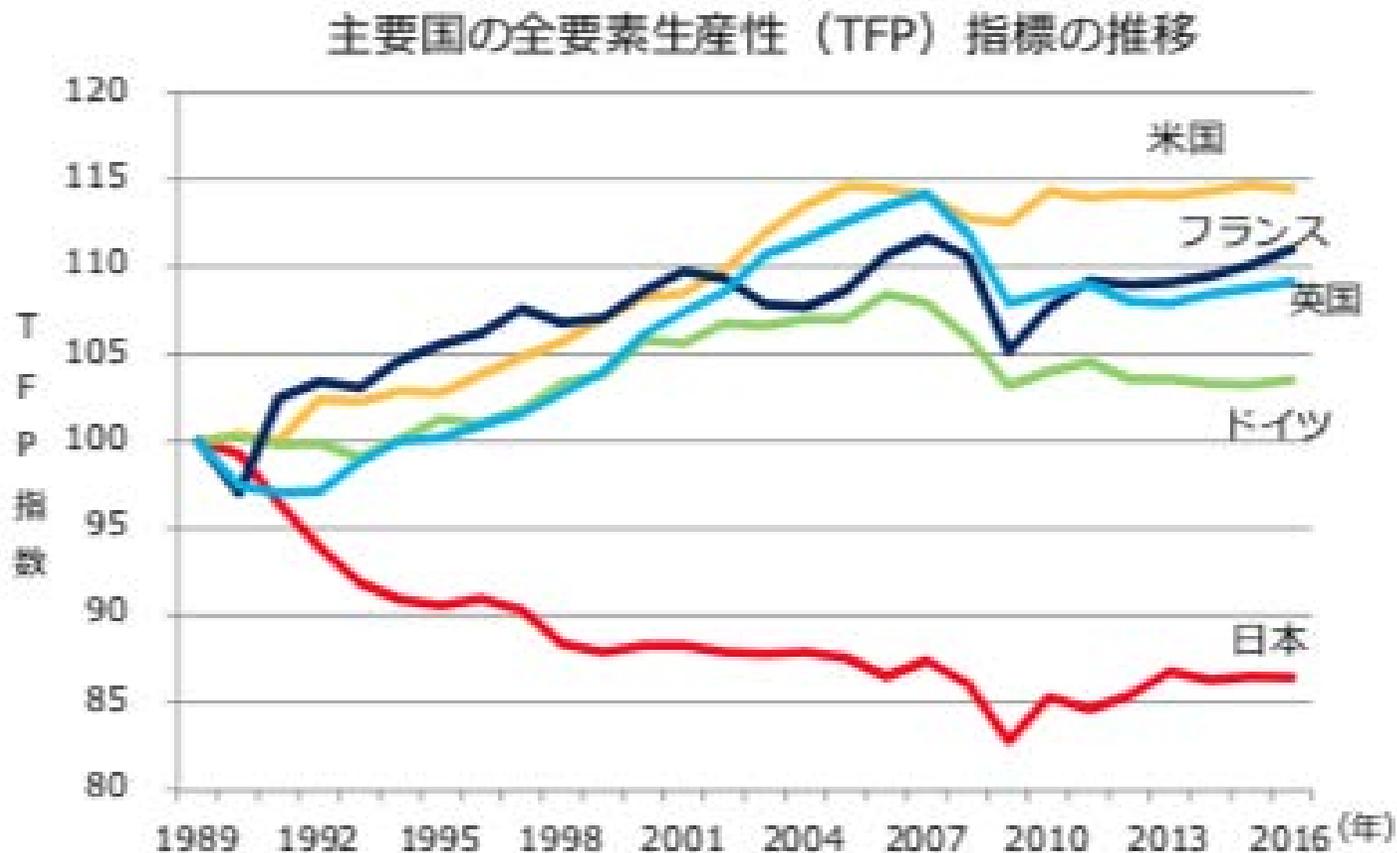


出所：IMD World Competitiveness Yearbook 各年版より三菱総合研究所作成

| 作成者 | IMD | WEF | Cornell Univ. INSEAD, WIPO |
|----------|--|--------------------------------------|--|
| 指標名 | World Competitiveness Yearbook | Global Competitiveness Index | Global Innovation Index |
| 国数 | 63 | 137 | 127 |
| 指標数 | 258 | 116 | 80 |
| 日本の総合順位 | 25 (63位中) | 9 (137位中) | 14 (127位中) |
| 日本の大分類順位 | 経済状況 15 政府効率性 41 ビジネス効率性 36 インフラ 15 | 基礎的な要件 17 効率性向上要因 10 イノベーション 6 | 制度 13 人的資本と研究 14 インフラ 9 市場洗練度 12 ビジネス洗練度 11 知識・技術の産出 12 創造的産出 36 |

出所：IMD, WEF, Cornell Univ.資料などより三菱総合研究所作成

経済成長に対する技術進歩の寄与を示す指標として用いられる 全要素生産性（人材・技術革新・業務効率化など）



(出典)The Conference Board Total Economy DatabaseTM, May 2017, Growth Accounting and Total Factor Productivity, 1990-2016 (Original version) を基に経済産業省作成

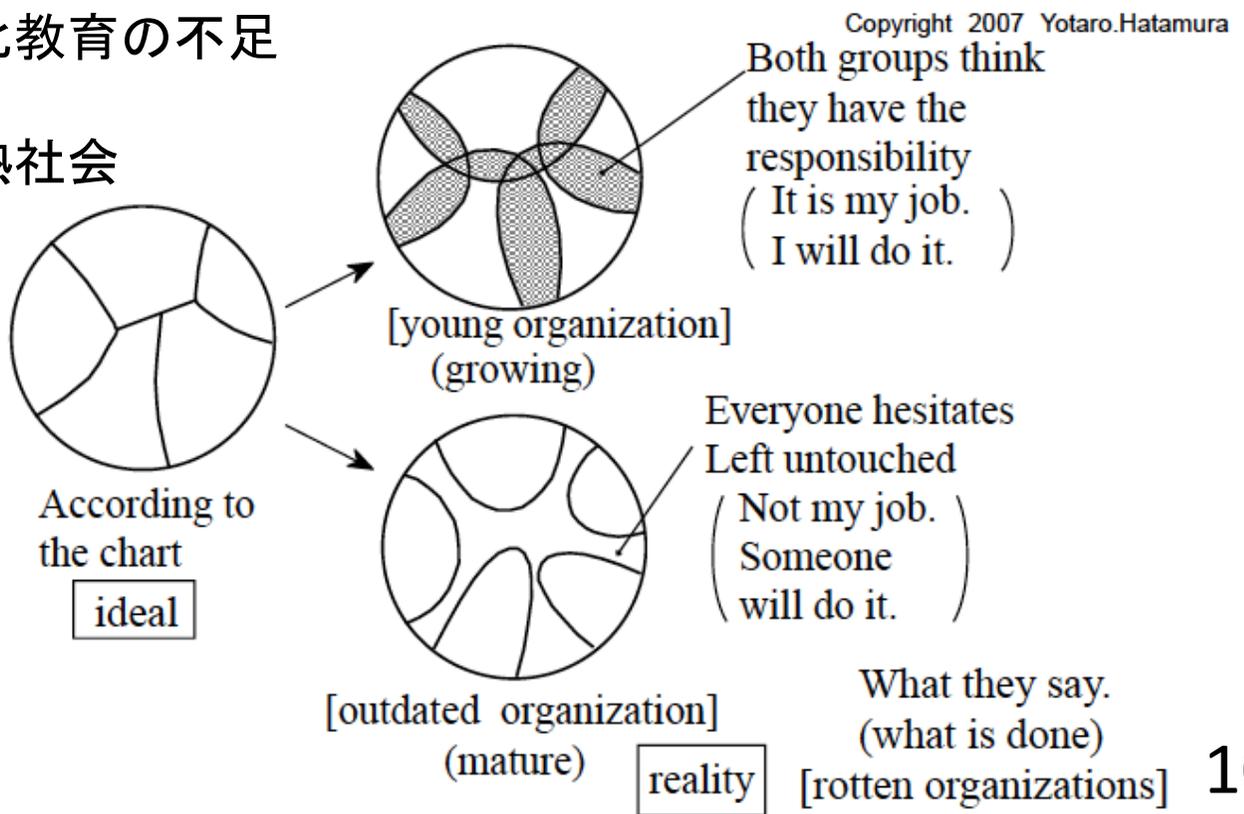
財務省 グローバル化と我が国経済の構造変化に関する 研究会(2007~8)

- グローバル化による世界規模での競争激化に対して人的資本や技術といった全要素生産性の重要性
- 人口減に備え、グローバリゼーションの競争圧力を生かしつつ、人的・物的資源の有界性を乗り越えるような高度に効率的な経済を構築する必要
- このためにグローバル化に対応できる制度を確立するとともに競争性を高めるような教育・訓練システムを構築してゆく事が求められる

1995年以降の産業の国際競争力衰退の原因に様々な見方

- 品質至上主義の虜：増大する新興国市場ニーズを見ず国内市場だけに注目
（品質さえ良ければ世界で売れるはずとの視野狭窄）
- モノだけを見てモノを使うシステムを見なかった
- 閉じた社会、多様性の欠如による独創性の欠如
- 出る杭は打たれる日本文化の中、独創性育まれず
- 政府・ビジネスの非効率性
- リスクを取らない日本人
- 組織幹部のグローバル化教育の不足

• 活力を失いつつある成熟社会



原子力は？

- 日本の原子力は元々 国際的な環境でスタート
- 原子力分野に携わることは海外との繋がりを意味した
- しかし、産業界は原子力発電所の国産化率向上に従い傲慢に
- 今世紀の原子力のグローバル化（国境を前提とした国際化から国境を越えたグローバル化とネットワーク化）のなかで、日本の関与は概ね限定的/受動的
 - 運転経験とベストプラクティスの国際的な共有と事業者間競争
 - 原子炉供給者の国際的な再編と集約→グローバル企業・市場
 - 電気事業者のグローバル原子力発電事業
 - 80年代以降のIAEA安全基準の策定
 - 原子力教育のグローバル化（単位の交換、教材の共用、カリキュラムの標準化、distance-learning 等）
 - 研究開発の地域協力拡大(欧州のSNE-TP)
- 優れた機器供給以外に世界的に存在感が薄い日本の原子力へ

2. 国際社会と日本の原子力 - 国際社会との乖離 -

➤ IAEA勤務の経験から地球を考える会での発表や原子力学会誌巻頭言(2010June)等

外から見た日本の原子力

1. 日本の情報と人にアクセスできない、日本からのIAEAへのアクセスが少ない

- 外国から英文で閲覧/利用できる情報が大変少ない
- 専門家が見えない/専門家にアクセスするのが難しい
- IAEAは"ベストプラクティスの普遍化", "ネットワークキング"を重視するが、日本からこれらの情報とシステムへのアクセスが少ない
- IAEAと協力した(IAEAを活用した)プログラムが少ない

IAEAの活動は(SG以外では)外部専門家による協力にかなりを依存
この領域で貢献する日本人が少ない

- 国際専門家によるミッション
- 安全基準や技術図書 of 素案作成
- ワークショップや国際会議における情報共有
- 計算コードの作成と検証
- 安全以外の分野での地域協力

2. 理念や基準や仕組みの発信が乏しい

地球を考える会での
スライド
(2010March25)

2. 国際社会と日本の原子力 -国際社会との乖離-

外から見た日本の原子力

3. 世界の標準的な慣行等からの乖離

- 多くの国が実施してきていることが実施されない(長期サイクル運転、出力増強、検査期間の短縮、炉設計と燃料の型式認定など)
→発電設備の低い稼働率
- 原子力産業が経済成長と雇用との関連で見られていない(成長戦略)
- GHG削減への寄与認識が原子力推進の民意に繋がらない(IAEA調査, 2005)
- 安全規制は国だが、地方自治体が施設運転を左右する大きな影響力
- 規制のダブルチェック(更には地方自治体による評価委員会によるもう一層のチェック)と規制当局の専門家の頻繁な移動
- システムの機能評価よりも機器の構造強度を重視した基準

地球を考える
会でのスライ
ド
(2010March25
)

2. 国際社会と日本の原子力 -国際社会との乖離-

外から見た日本の原子力

3. 世界の標準的な慣行等からの乖離 (…続)

- 世界の優れた慣行を機敏に取り入れない(電力/規制)
→結果として、記録改竄の遠因を形成
- 発電所の所員/基が世界標準の1/3-1/4 (アウトソースの割が大)
→ownership and responsibility issue
- 高コスト構造(例:廃棄物処分、再処理)
- 狭い国内市場に3原子炉メーカー
- 同様の機能を有する機関が幾つか存在し、人材が分散
- 組織を超えた専門家の移動が無い
 - 規制に実際に発電所で運転保守経験者がいない
 - 電力にメーカーでの設計経験者がいない、外国人がいない
- その他、食品照射適用範囲の乖離、 など

3. 国際社会と日本人

Global Talent Competitiveness Index (GTCI)

Input

Output

Enable

Attract

Grow

Retain

VT Skills

GK Skills

Regulatory Landscape

External Openness

Formal Education

Sustainability

Mid-Level Skills

High-Level Skills

Market Landscape

Internal Openness

Lifelong Learning

Lifestyle

Employability

Talent Impact

Business and Labour Landscape

Access to Growth Opportunities

Heatmap: Rankings on GTCI overall and by pillar

| COUNTRY | GTCI RANKING | ENABLE | ATTRACT | GROW | RETAIN | VT SKILLS ³ | GK SKILLS |
|--|--------------|--------|---------|------|--------|------------------------|-----------|
| Countries ABOVE the median in the overall GTCI score | | | | | | | |
| Switzerland | 1 | 2 | 5 | 3 | 1 | 3 | 9 |
| Singapore | 2 | 1 | 1 | 10 | 25 | 8 | 1 |
| United States of America | 3 | 8 | 18 | 2 | 14 | 2 | 2 |
| Norway | 4 | 10 | 12 | 5 | 2 | 6 | 17 |
| Sweden | 5 | 5 | 11 | 6 | 4 | 11 | 8 |
| Finland | 6 | 9 | 16 | 4 | 5 | 5 | 14 |
| Denmark | 7 | 3 | 13 | 8 | 6 | 10 | 13 |
| United Kingdom | 8 | 6 | 8 | 7 | 11 | 25 | 3 |
| Netherlands | 9 | 12 | 17 | 1 | 9 | 9 | 16 |
| Luxembourg | 10 | 18 | 2 | 19 | 8 | 17 | 18 |
| Australia | 11 | 17 | 7 | 11 | 12 | 24 | 6 |
| New Zealand | 12 | 4 | 6 | 13 | 21 | 20 | 7 |
| Ireland | 13 | 13 | 9 | 12 | 15 | 14 | 12 |
| Iceland | 14 | 19 | 19 | 15 | 7 | 13 | 5 |
| Canada | 15 | 14 | 10 | 14 | 18 | 22 | 11 |
| Belgium | 16 | 21 | 15 | 9 | 13 | 12 | 20 |
| United Arab Emirates | 17 | 11 | 3 | 21 | 28 | 1 | 43 |
| Austria | 18 | 16 | 21 | 16 | 3 | 7 | 27 |
| Germany | 19 | 15 | 22 | 18 | 10 | 4 | 30 |
| Japan | 20 | 7 | 54 | 20 | 20 | 18 | 23 |
| France | 21 | 29 | 25 | 17 | 16 | 15 | 21 |

[source] The Global Talent Competitiveness Index 2018

VT: Vocational
& Technical

GK: Global
Knowledge

INSEAD

The Business School
for the World®

フランスのビジネススクール



THE ADECCO GROUP

スイスの人材会社

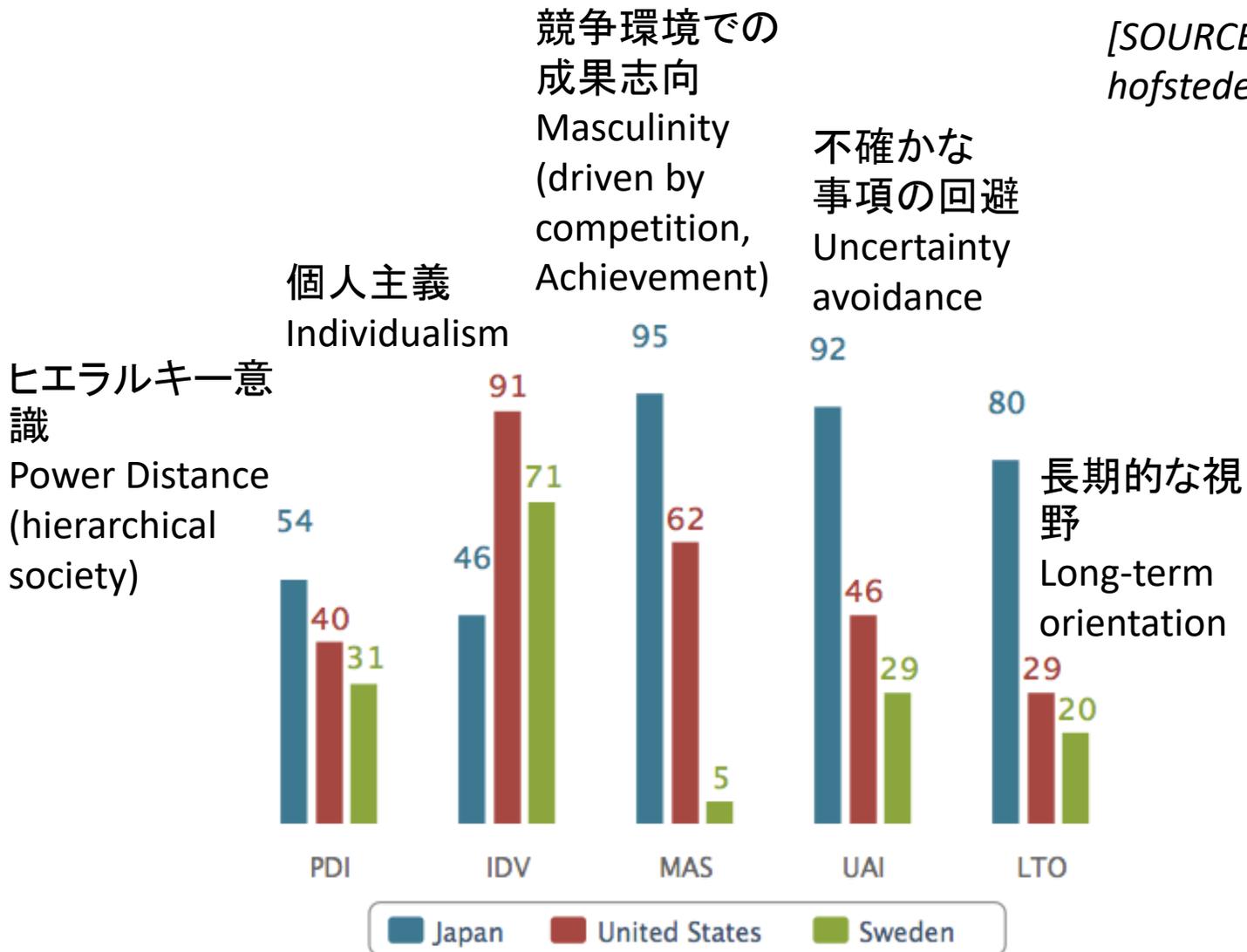


TATA COMMUNICATIONS

TATAはインド財閥(車・鉄・紅茶)

- K. Hopper 「開かれた社会」：合理性、自由と平等、自由な批判
「閉じた社会」：集団主義（個人より集団を優先）
- Hofstedeの5要素評価

[SOURCE] <http://geert-hofstede.com/japan.html>



WNU-SIの例

➤ WNU-SI (2012年以降毎年lecturer兼mentorとして参加)

- 開発途上国を含む30カ国以上から70~80人/年のフェローが参加のリーダー教育
- 原子力の広範な知識吸収、リーダーシップ涵養とネットワーク作りに意義
- 日本からは原産の扱う向坊基金による助成もあり4~5人/年参加

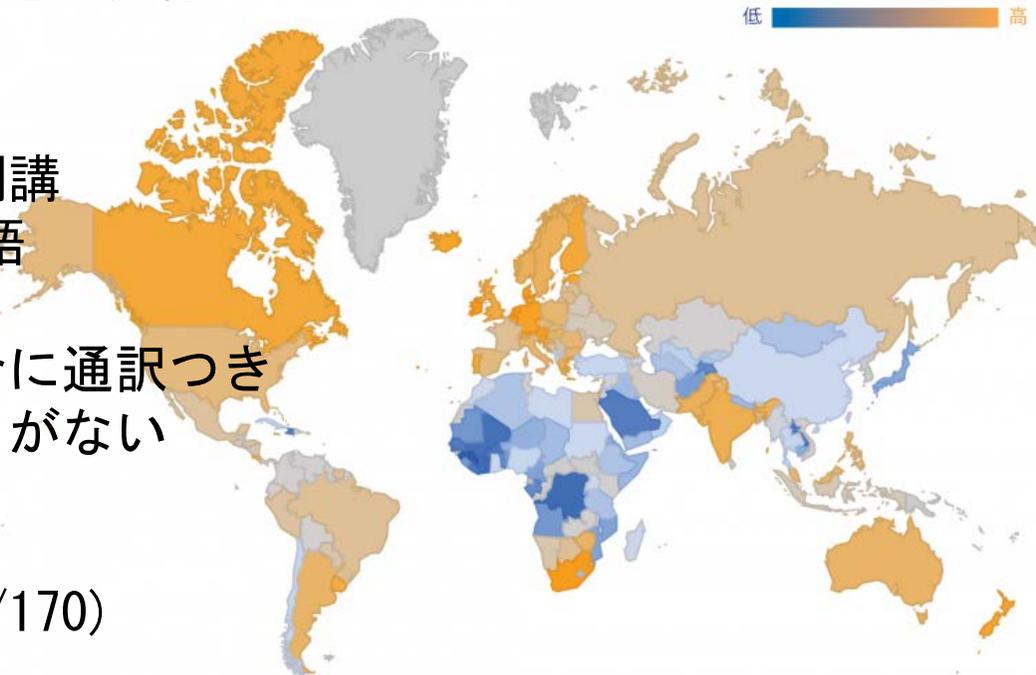
- 日本からのフェローは一般に、「仲間から可愛がられるけれどリーダーにならない/なれない」(謙遜・自信のなさ・英語力…)

- WNUは英語力訓練のために
Nuclear EnglishコースをSI前に開講
- 日本人フェローの出身組織での英語
との関わりには寒心する事も聞く
(某電力) 外国人とのあらゆる会合に通訳つき
英語の文献を読んだことがない

[参考] TOEFL順位(2017data)

日本は145/170(speakingでは170/170)

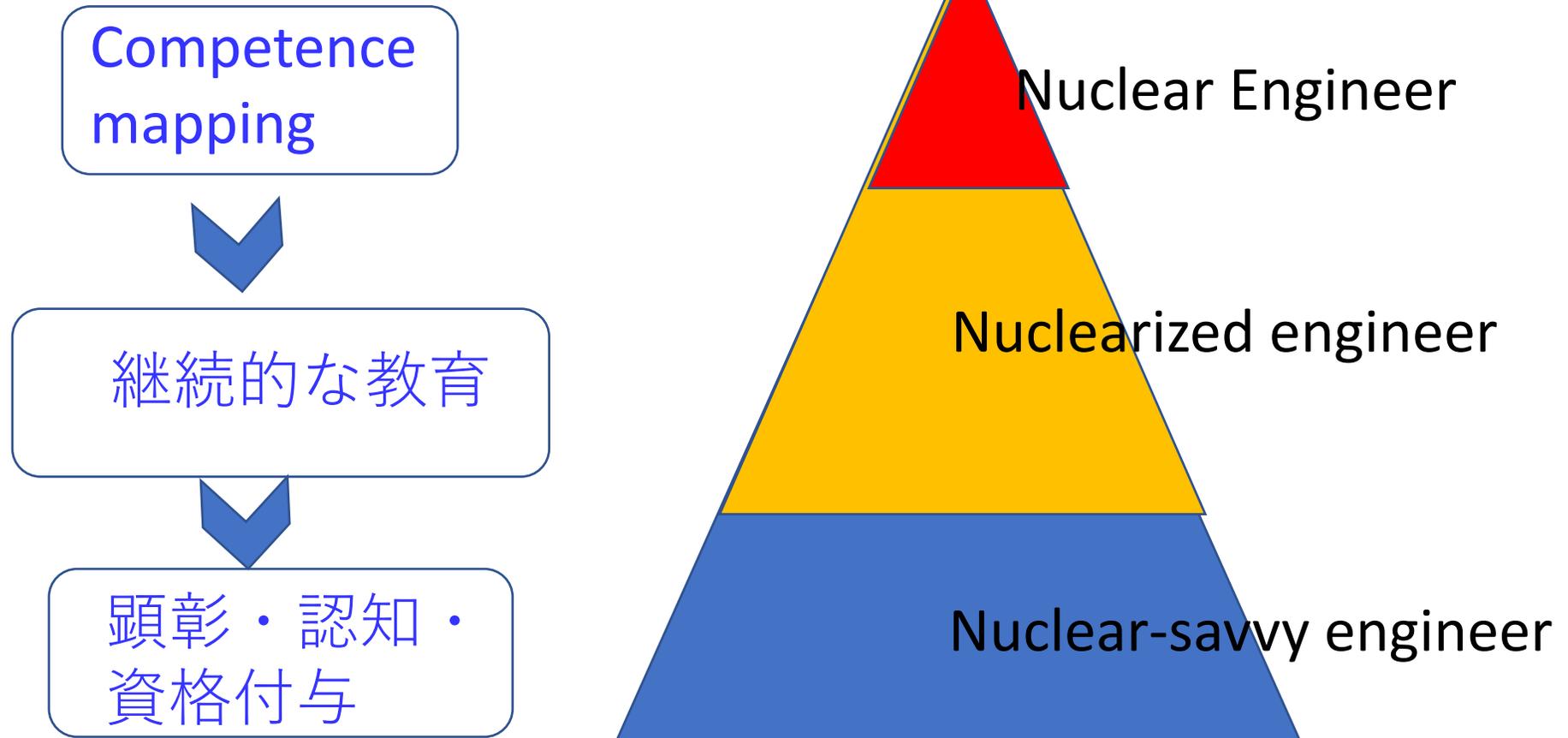
アジアでも26/30



4. 将来に向けての取り組みを考える 1)

1) 原子力人材育成

- 継続的な教育と顕彰・認知・資格付与の仕組みを作る必要
- 日本の原子力組織は体系だった継続教育に積極的でなく、配属時の原子力教育による知識のupdateが限定的



人材育成に参考になる例は多数

➤ とりわけ、原子力の衰退に危機感を持った英国

- nucleargraduates(NDAが構想. 原子力分野で働き始める大学・院卒業生から選抜で有給で様々な原子力機関で働く経験を与えるシステム。所属決定前に様々な分野の活動を知りnetworkも構築)
 - ✓ BSc/MScなどの学位を持つ新卒者から年間40人
 - ✓ 11のスポンサー機関（民間・政府）
 - ✓ 2年間で3機関 (NDA, Rolls-Royes, EDF-UK, IAEA etc.)を経験
 - ✓ <https://www.nucleargraduates.com/>

➤ 原子力の衰退に危機感を持った英国 (...continued)

- National Nuclear Workforce assessment report (Nuclear Energy skills Alliance (NESA), 2015)による人材需給予測
- COGNETによるskill-gap analysis
- National Nuclear Skills Academy(NSAN): graduate-level Certificate of Nuclear Professionalism
- NCfN(National College for Nuclear 原子力大学, 2018~)
- Nuclear skills passportとe-learning system整備



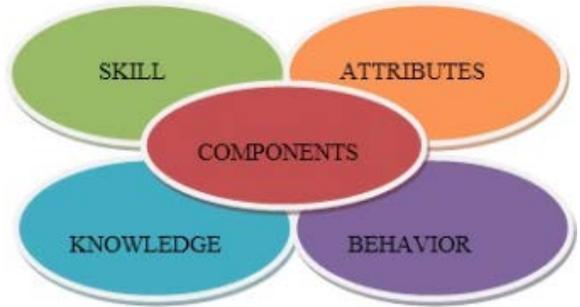
➤ EUのSNETP(Sustainable Nuclear Energy Technology Platform)のETKM-WG (Education, Training & KM) によるEMSNE (European Master Of Science in Nuclear Engineering)

➤ 各国規制機関におけるcompetence mapping

➤ 米国

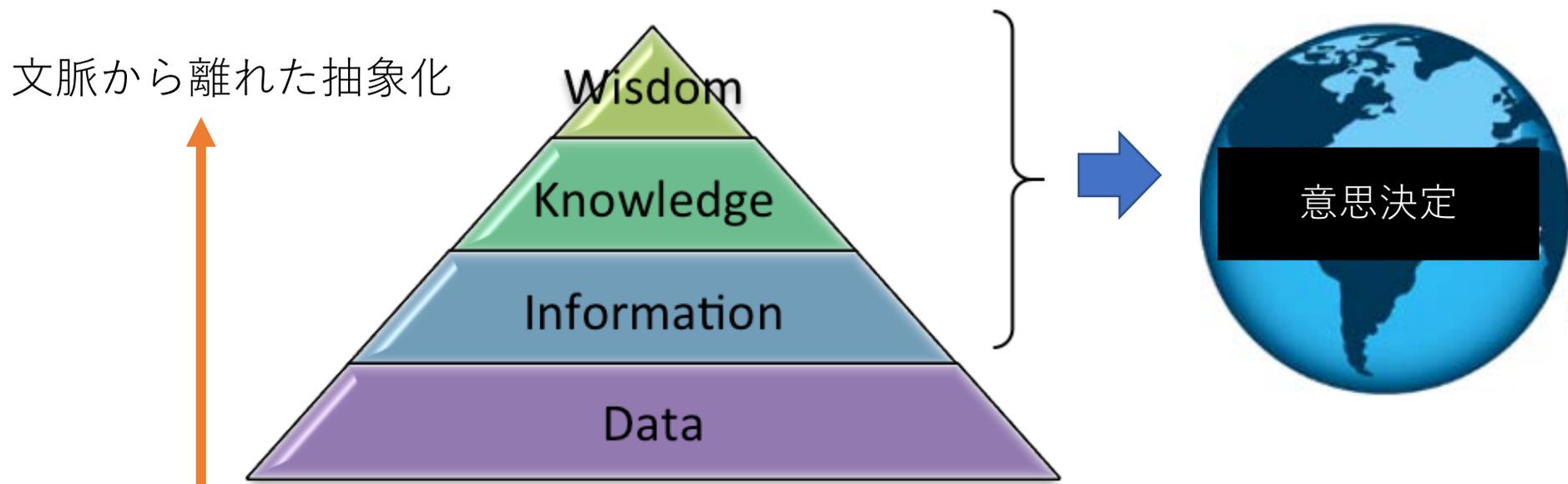
- 発電所近傍のcommunity collegeほか高等教育機関による継続学習支援

(例) Texas A&M Nuclear Power Instituteの指導のもとで Wharton County Junior Collegeの原子力スキル教育



4. 将来に向けての取り組みを考える 2)

2) 知識管理は優れた意思決定の必要要素 人材育成は知識管理の一部



Knowledge Management :

- IAEA : KMは安全文化と同様にマネジメントシステムの重要な要素
- 日本では多くの組織でKMといえば知財管理
- 記憶（記録）は 異なったものを繋げ創造の源泉との見方も
 - “If the essence of creativity is linking disparate facts and ideas, then the more facility you have making associations, and the more facts and ideas you have at your disposal, the better you'll be at coming up with new ideas.” (Joshua Foer “Moonwalking with Einstein”, 2011)
 - 桑木野幸司”創造的思考には記憶が不可欠“(記憶術全史, 2018)

[参考]組織における知識管理の構成要素

1. 組織のマネジメント方針の中にNKM政策を安全文化同様位置づけ
2. 人材育成計画にポジションごとに期待される能力の明確化 (job profile及びcompetence mapping)、その能力保持の確認方策・異動や退職によるKnowledge loss リスクの評価及び継承戦略等の方策を定めて実施
3. Competenceの定義とそれを育成する教育プログラム策定・実施・能力評価・資格付与
4. 文書化されない暗黙知 (tacit knowledge) の共有と継承戦略
5. 知財・経験・設計図書などの情報管理
6. 情報管理の組織内ポータル等によるKOS (Knowledge Organization System) 構築と運用
7. 事故情報管理 (国レベルで実施されるNAKT) システム構築と運用
8. 知識管理文化 (知識に対する価値感と情報・知識を共有する文化)

4. 将来に向けての取り組みを考える 3)

3) 開かれた組織と中堅・幹部の教育訓練

1. 海外からの人材も含め多様な背景と考えを持った人材を持った「開かれた」組織では多様な発想・見方は創造の元、誤りを未然に防止（防止を意図的に実施するのがDevil's Advocate）
 - 日本に職を求める国外の専門家を日本の原子力組織に紹介した幾つかの経験
 - 「前例がない」・「人事が嫌がる」、「インフラがない」
 - DIVERSITY AS A LEVER FOR TALENT COMPETITIVENESS：
“Cognitive diversity (diversity of knowledge, experience, and perspectives) that, through teamwork and collaboration, leads to innovation and outstanding”
 - [source] The Global Talent Competitiveness Index 2018 の推奨事項
2. 海外経験者の経験と見方を活用する
 - 「リハビリのため」とした閑職
3. 中堅・幹部を海外セミナー等で訓練しない日本
 - [source] Dominique Turpin

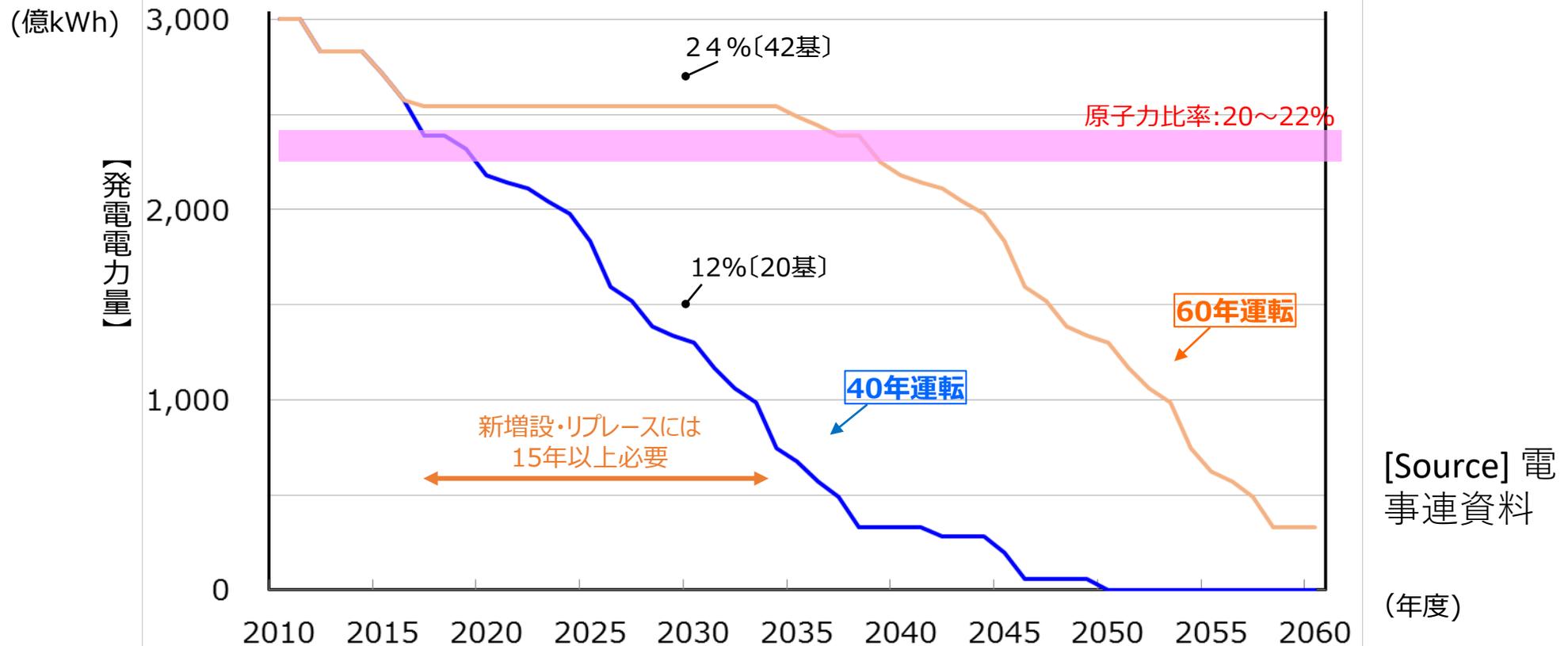
4. ステップアップの為の自己啓発の例 : Executive Masters degree in Energy Management at a European business school ESCP(business school since 1819)で働きながら研修中の友人

- 既にBSc (NE), MB (System Engineering)の学位とSROの資格
- “I truly view life as one long learning experience”
- limited longer periods, international flavor, energy focus, tailored for different nationalities
 - four on-line classes spread over the year
 - two-week block in September (London), one-week block in November (Paris), one-week block in February (Berlin), two-week block in April (Madrid), and one-week block in June (U.S.).
 - Total 10k\$ including airfare, hotel, food, etc.
 - Company paid the tuition (\$25-30K),
 - Some pursued at their own initiatives
 - Student finds it, and then solicits support from his/her company
 - Age at late 20's ~30's~early 40's
- France: The companies give the employees time to do the total of 7 weeks away and many companies are paying for it

4. 将来に向けての取り組みを考える 4)

4) 社会のなかで原子力の役割に関する認識を高めないと、意義のある職域と考えた優れた人材が集まらない

エネルギー基本計画における原子力比率



エネルギー基本計画 原子力比率20%~22%確保するための課題

①再稼動

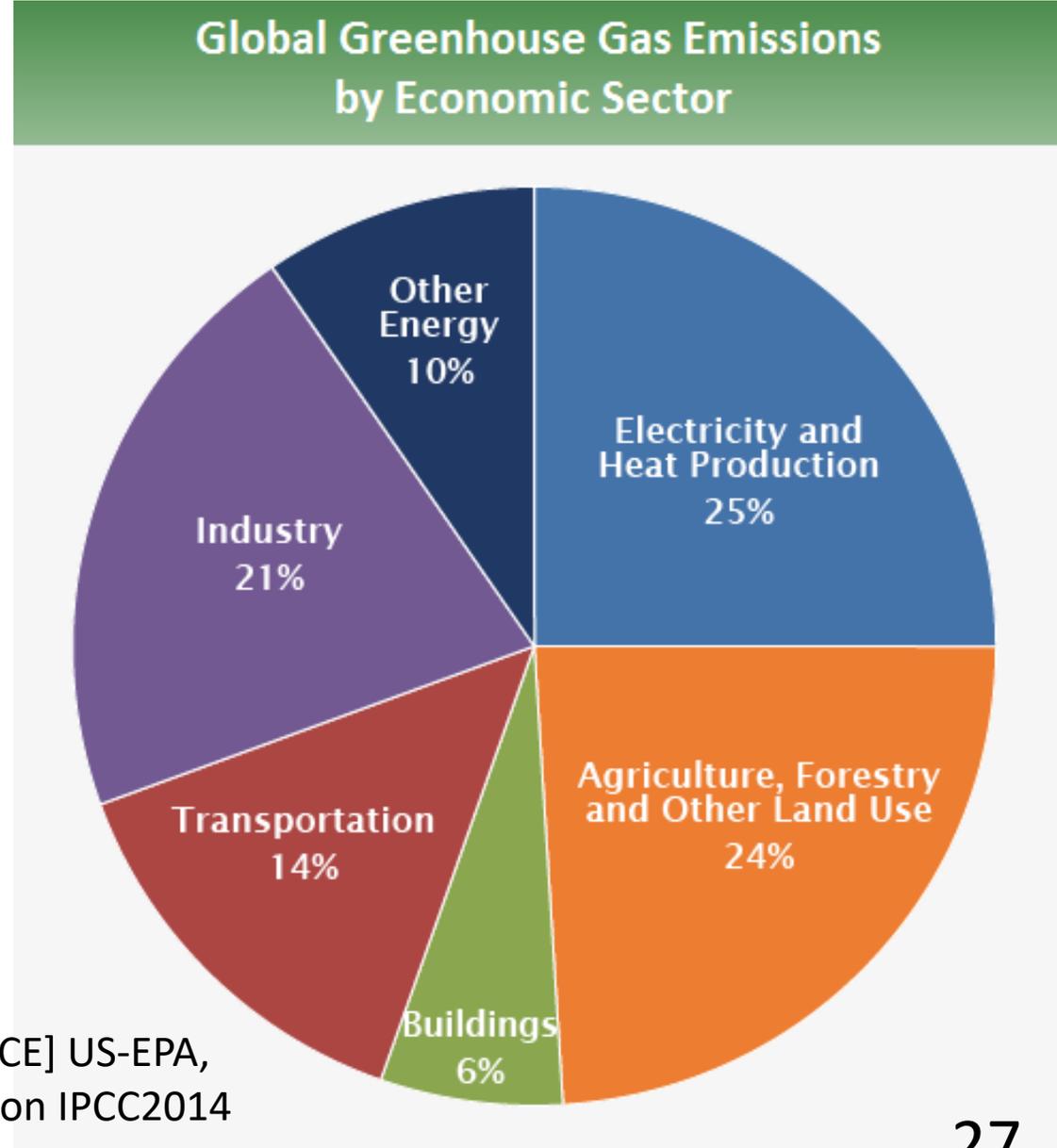
②40年超運転

③新增設・リプレース

低炭素社会における原子力の役割について認識不足

- 1) 安価なクリーンで信頼性の高いエネルギー（電気・熱・エネルギーキャリア）の供給…電力以外へ供給拡大
 - 2) 節約が不十分：NET
（BECCS:BioEnergy with CCS, DAC等）への電力供給
 - 3) 同位体と放射線利用：環境モニタリングと適応
 - 4) 再生可能エネルギーとの相補的利用
- etc.....

[SOURCE] US-EPA,
based on IPCC2014



IAEA 科学フォーラム2018: “Nuclear Technologies for Climate: Mitigation, Monitoring and Adaptation”

- 低炭素エネルギー: GHG 放出低減
- 同位体と放射線: 環境変化のモニタリングと適応への活用



Intermittent Renewables



✓ “太陽光発電は中国インドを含み世界中で最も安価な発電源となった”

(F. Birol, IEA OECD, 2017 World Energy Outlook)

✓ 補助金抜きのLCOE (Levelized Cost of Electricity, (社会・環境に対する外部性と不安定電源に伴う費用は含まず))



[source] Lazard's levelized cost of energy analysis (2016)

\$/MWh

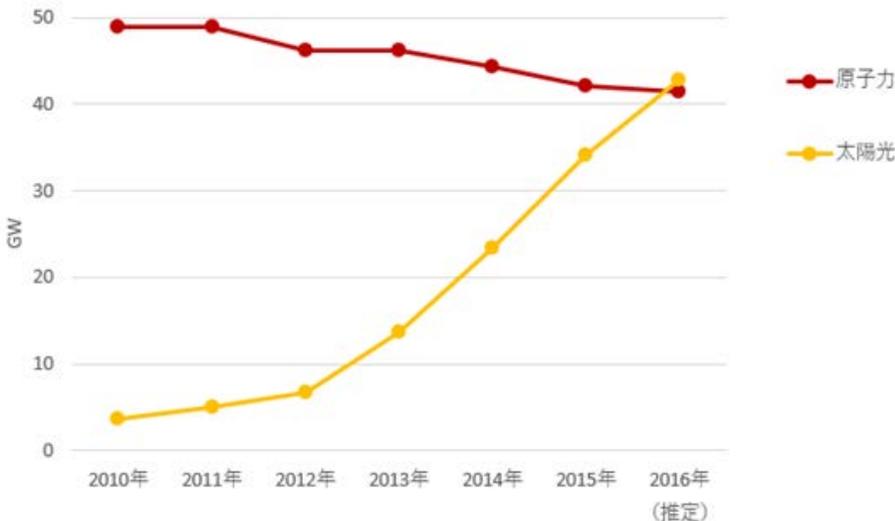
日本の再生可能エネルギー

福島事故後の原子炉数減少と補助金助成の結果、設置容量では**2016.12**で

太陽光>原子力

認可済み太陽光**80GWe**

図1：太陽光発電と原子力発電の設備容量



GW：ギガワット (=100万キロワット)

日本原子力産業協会と国際エネルギー機関のデータをもとに作成

[SOURCE] 自然エネルギー財団

九州電力における低負荷時の負荷曲線と太陽光のシェア (赤)

[source] 九州電力電気予報2017.4.24

負荷[万kw]



時

九州電力の対応策

- 揚水発電の活用
- 大容量蓄電池 (容量：30万kWh)の設置
- 太陽光発電の出力制御システムの構築等

[source] 九州電力H28経営計画

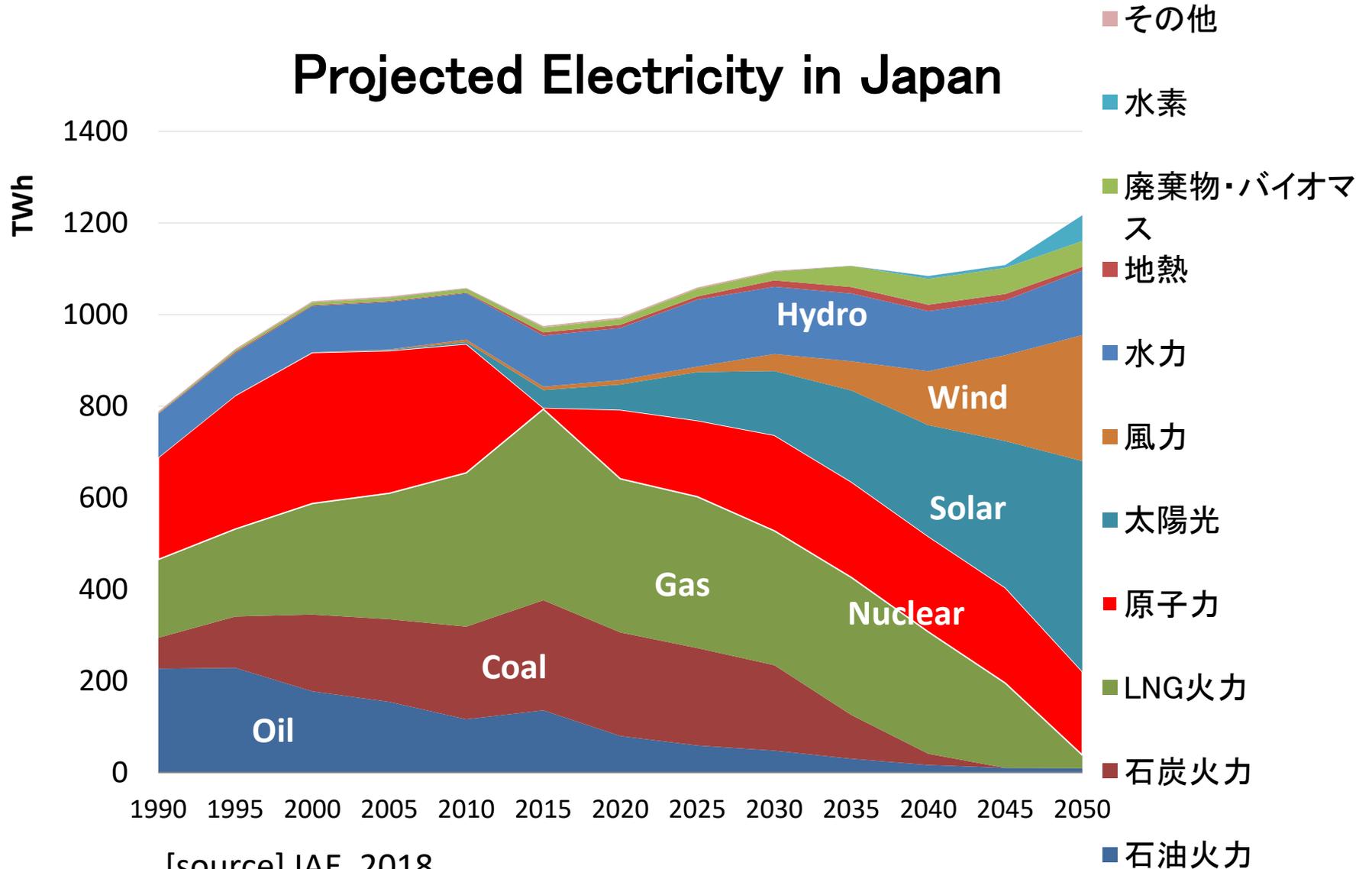
再生可能エネルギーの利用拡大は必ずしも持続可能な発展と安価なエネルギーの利用に繋がって居ない

| | <u>Sweden</u> | <u>France</u> | <u>Denmark</u> | <u>Germany</u> |
|---------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| gCO ₂ /kWh | 11 | 46 | 174 | 450 |
| cent/kWh | 20 | 22 | 41 | 40 |
| Intermittent Renewables | 10% | 5% | 51% | 18% |
| Dispatchable clean energy | 88% | 88% | 15% | 25% |

[source] METI based on IEA "CO2 Emission from combustion" 2017

- UK Climate Change Committee 目標 : 50gCO₂/kWh
- MIT 「原子力発電の将来」 報告 (2018. 9) 2DC達成には 10-25 gCO₂/kWh が必要
- 現在の世界平均 : 500gCO₂/kWh
- 日本 : 540gCO₂/kWh

Projected Electricity in Japan



[source] IAE, 2018

➤ VRE(Variable Renewable Energy)のシェアの増加に付随する Intermittency (variability & uncertainty) 問題への対処

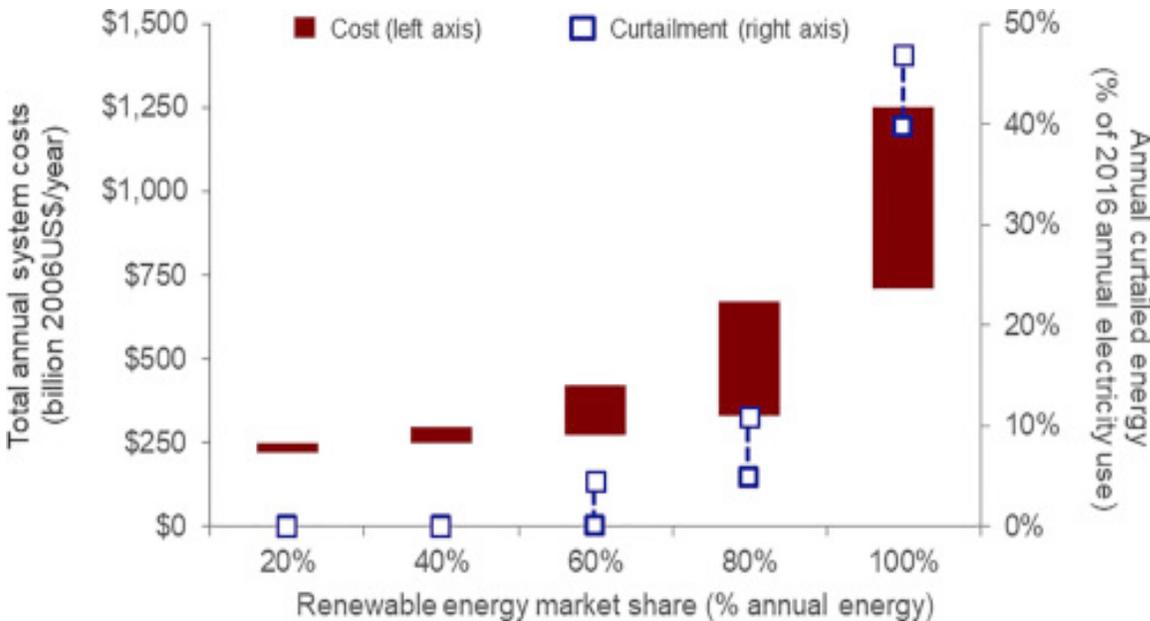
1. Flexible generation (VREの供給カット、ベースロード電源の負荷追従、flexible renewables(バイオマスなど)他)
 2. 貯蔵およびハイブリッド生産
 3. DSM (resources aggregator, peer-to-peer transaction 他)を含むスマートグリッド運営
- + これらを促進する制度設計

➤ 課題

社会的費用を最小限にしつつ低炭素化を図る制度と技術の革新

➤ 第5次エネルギー基本計画 (第3章2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化への挑戦 第3節再生可能エネルギーの課題解決方針)

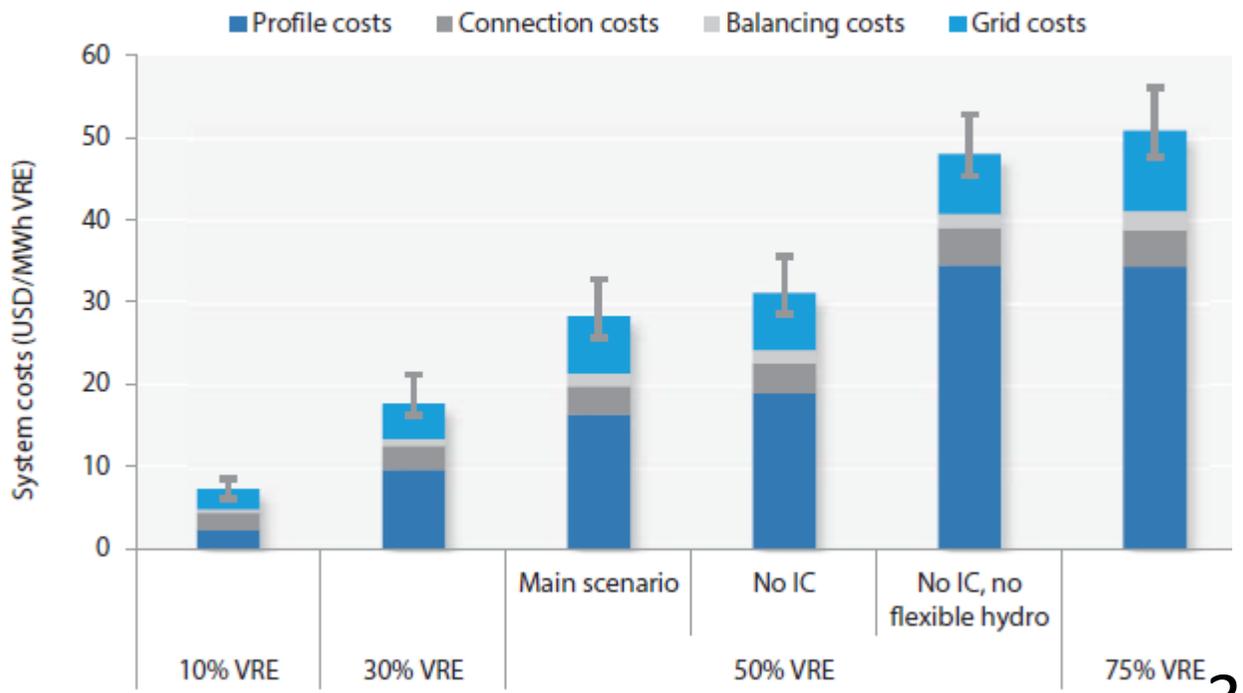
再生可能エネルギー：経済的に自立し脱炭素化した主力電源化をめざす



Nonlinear Increases in Total Annual Electricity System Cost and Curtailed Wind and Solar Energy as Renewable Energy Share Increases

[source] Jenkins, Getting to Zero Carbon Emissions in the Electric Power Sector

Figure ES6. System costs per MWh of VRE



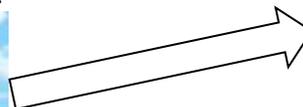
[source] OECD/NEA The Costs of Decarbonisation: System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables

相補的利用の例

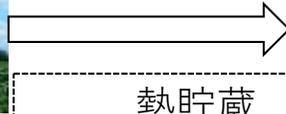
- 再生可能エネルギーIRの供給が多い時には原子力は
 - 1) 一部の熱を貯蔵 (IR供給低下時に発電に利用)
 - 2) ハイブリッド生産



- 余剰再生可能エネルギーを蓄熱し原子力のピーク時供給カブスター等



ハイブリッド生産



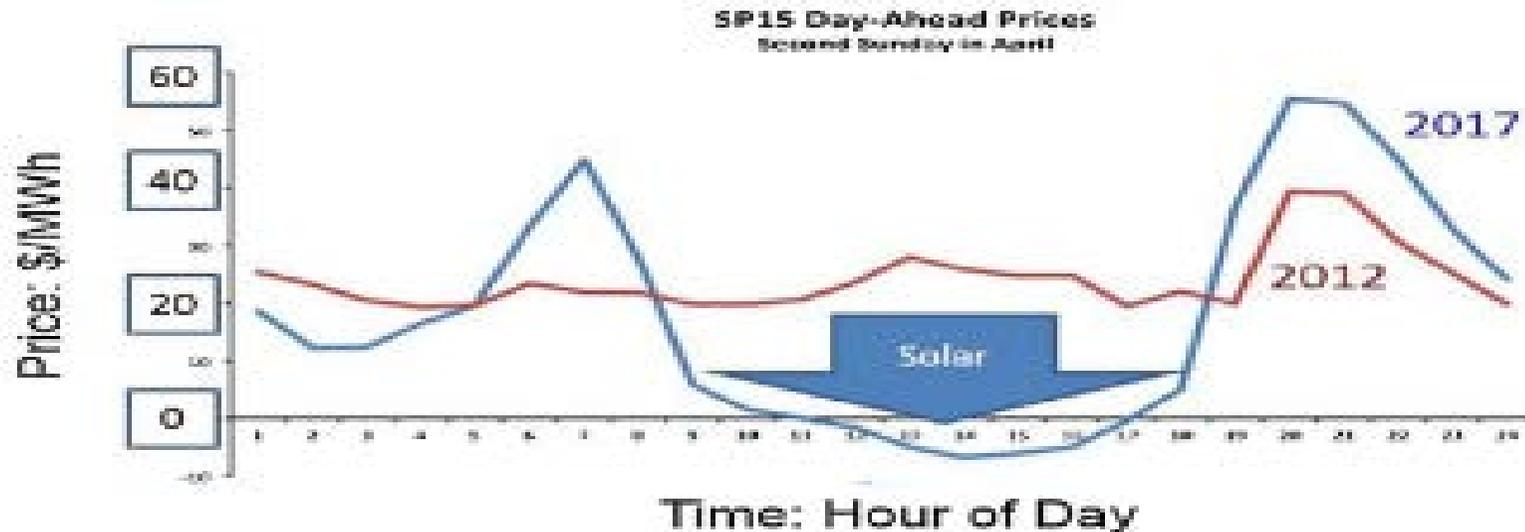
熱貯蔵

熱貯蔵



貯蔵された熱を発電に

- 原子力の収益増加 (卸価格の安い時に発電を抑え高い時に電気を売る)
- 再生可能エネルギーの出力抑制回避に貢献

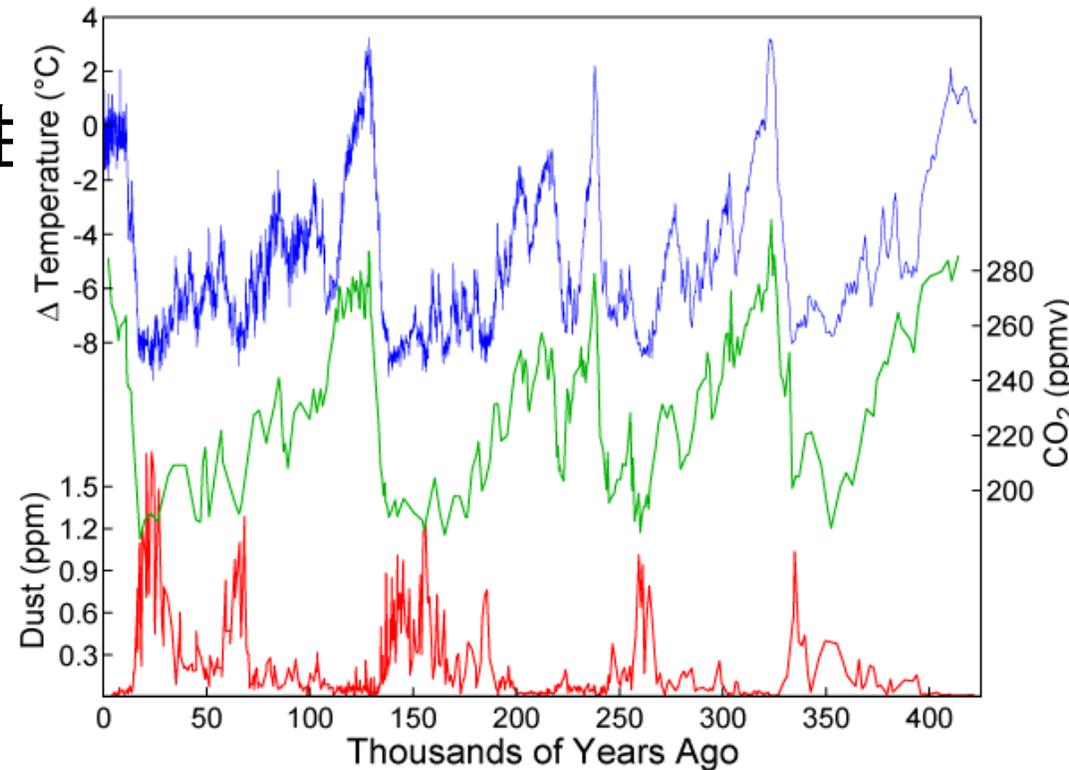


気候変動には多様な因子が関与する

- 気候変動に関与するのは…
… 火山の爆発, 太陽の活動性
地磁気の増減, Milankovitch
サイクル (10(5) yr) 等

[Ex.] 槌田: 太陽から受ける熱の増加 → 温度上昇 → 大気中のCO₂ 濃度変化 (Henry's law)

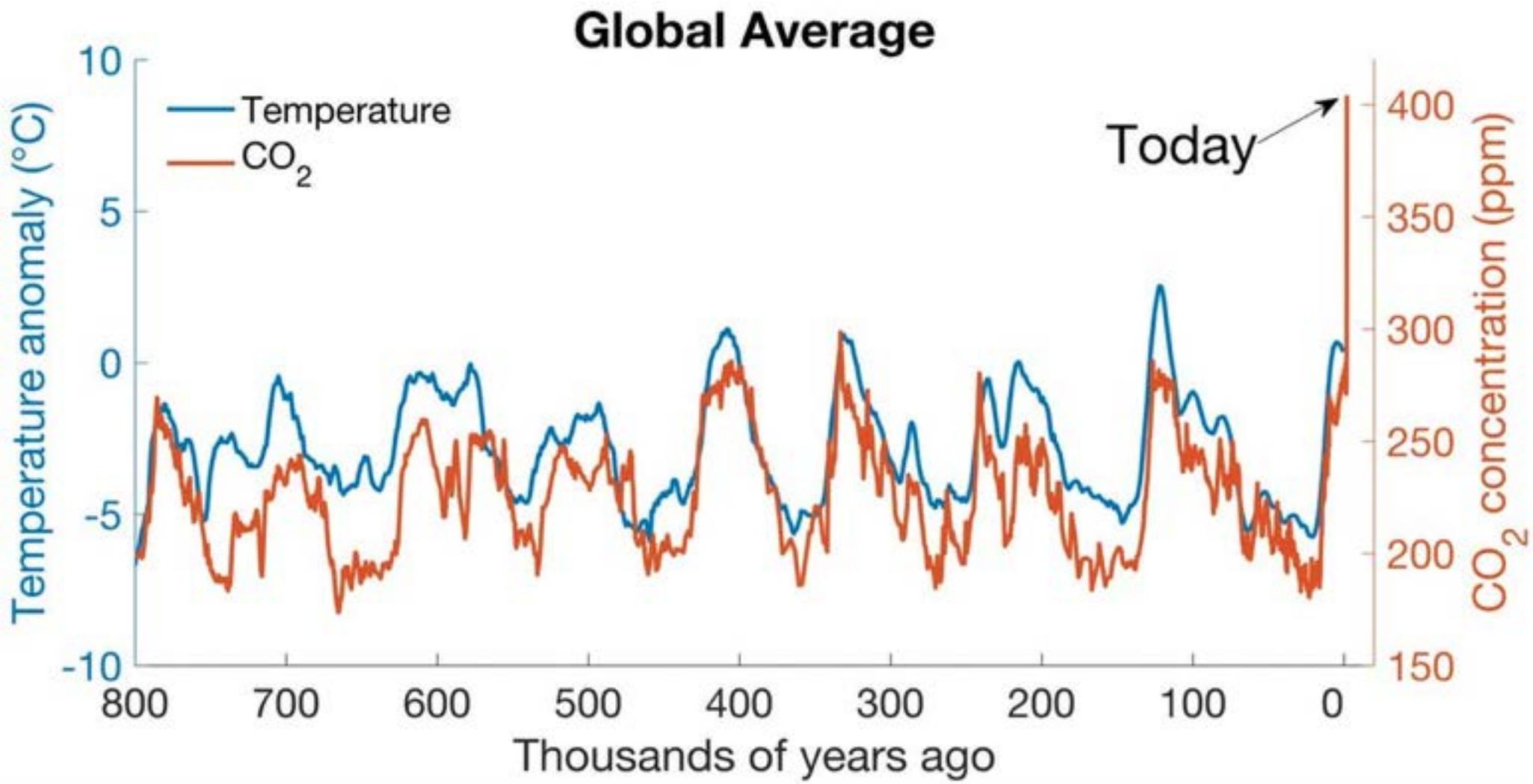
[SOURCE] Vostok Ice Core Data Graph



- 海洋表面のpH 変化: 大気中CO₂との均衡モデルと単純化
できず海の中の循環寄与

(<http://landscapesandcycles.net/ocean-acidification-natural-cycles---uncertainties.html>)

しかし、近年の大気中CO₂増加（未曾有のレベル？）には大きな懸念



[SOURCE] Kevin Loria, "The amount of carbon dioxide in the atmosphere just hit its highest level in 800,000 years", 2018June

要点

1. 日本が自信に満ちた時代は急速に終焉する中、グローバル化の声気付いてみれば、世界の中のランクが低下し世界からの乖離も認識
2. 「効率性」「独創性」「活力」「将来にむけたビジョン」などで日本が世界をリードする状況になく、日本の原子力産業もこの一部
3. 品質至上主義の虜、閉じた社会・多様性の欠如による独創性の欠如、政府・ビジネスの非効率性等…様々な原因分析
4. これからのグローバル人材育成の取り組みを考える
 - 1) 若い人に限定する事なく中堅・幹部を含めた継続的な教育と顕彰・認知・資格付与の仕組み構築
 - 2) Knowledge Management
 - 3) 開かれた組織と幹部の教育訓練：組織間・世界との敷居を低く
 - 4) 原子力の役割に関する社会の認識を高めないと、意義のある職域と考える優れた人材が集まらない：原子力はGHGを出さない環境に取って重要な技術との認識を広める必要

Look at the positive side

Why only look at what goes wrong?

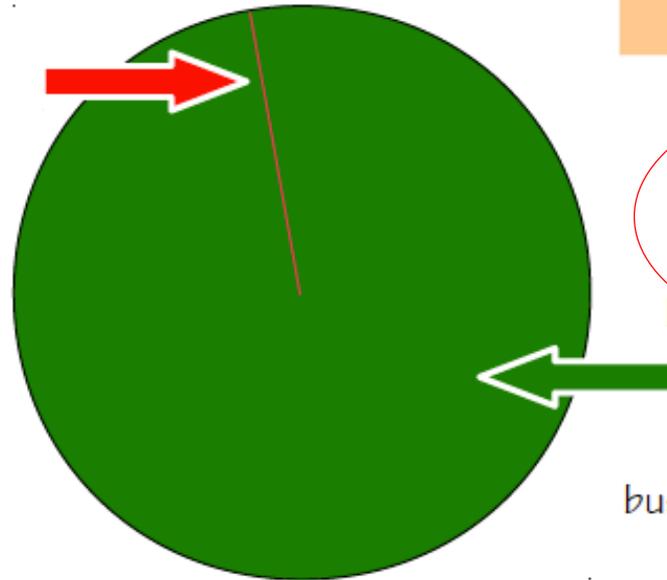


Safety-I = Reduced number of adverse events.

Focus is on what goes wrong. Look for failures and malfunctions. Try to eliminate causes and improve barriers.

Safety and core business compete for resources. Learning only uses a fraction of the data available

$10^{-4} := 1$ failure in 10.000 events



$1 - 10^{-4} := 9.999$ non-failures in 10.000 events

Safety-II = Ability to succeed under varying conditions.

Focus is on what goes right. Use that to understand everyday performance, to do better and to be safer.

Safety and core business help each other. Learning uses most of the data available

© Erik Hollnagel, 2012

悪い点を改善しつつ良い点を伸ばす

得意な点を生かし、将来の世界の原子力のニーズ・成長点
に投資・人材投入

例えば：

- ✓高温炉
- ✓医療システム
- ✓温暖化：monitoring and adaptation
- ✓長期運転に備え機器部品供給コンソーシアム

外国語

- ✓経験・経験・経験
- ✓興味のある分野の映画・小説・YouTube

何か惹かれるところがある原子力に





...Thank you for your attention