

# 2030年～2050年に向けてのエネルギー気 候変動問題の展開と産業／技術／基盤シ ステムのイノベーションに関する中長期 展望

2020年6月29日

京都大学特任教授 内藤克彦

**世界は急速に動いている**

# GLOBAL TRENDS 2035 PARADOX OF PROGRESS

*the National Intelligence Council* (米国連邦政府)

JANUARY 2017

(注) Wikipedia: [国家情報会議](#) (NIC: National Intelligence Council) とは、[情報共同体](#) ([国家情報長官室](#) (ODNI)、[中央情報局](#) (CIA)、[エネルギー省](#) 情報防諜部、[国土安全保障省](#) 情報分析部・沿岸警備隊情報部・国土安全保障調査部、[国務省](#) 情報調査局、[財務省](#) テロリズム金融情報局、[国防総省](#) 国防情報局・国家安全保障局 (NSA)・中央保安部・[国家地球空間情報局](#) (NGA)・[国家偵察局](#) (NRO)・[第25空軍](#) (25 AF)・[国家航空宇宙情報センター](#) (NASIC)・[陸軍情報保全コマンド](#) (INSCOM)・[国家地上情報センター](#) (NGIC)・[海兵隊情報部](#) (MCIA)・[海軍情報部](#) (ONI)、[司法省](#) 連邦捜査局 (FBI)・[国家保安部](#) (NSB)・[麻薬取締局](#) (DEA)・国家安全保障情報部 (ONSI) ) からの情報に基づき、[アメリカ合衆国大統領](#) のために中・長期的予測を行う諮問機関である。NICは、4年に一度の大統領選の年に合わせて、15~20年間に渡る世界情勢を予測・分析し、NIC Global Trendsという報告書を発表している[\[1\]](#)。

## ○地球システムの変化

- ・気候変動、海面上昇、海洋の酸性化は、人口増、都市化、エネルギー利用に起因するストレスを拡大する。新たな気候変動政策は温室効果ガスの排出速度を遅くすることはできるであろうが、**過去の排出により既に相当の気温上昇は「ロック・イン」され、熱波や洪水といった極端な気象事象を引き起こす。**

## ○土地の劣化

- ・**今後20年の間に食糧生産に適した土地が減少する。**

## ○水資源の劣化

- ・水問題は、貧困、環境劣化、政府の弱体化と相まって、社会的混乱の一因となる。

## ○ **AIを含むICTの発達**

- ・ ICTによる労働生産性、ビジネスプロセス、ガバナンスの改善
- ・ IOT、AIの発達による機械-機械のコミュニケーション
- ・ 金融セクターへのICTの影響。ブロックチェーンを利用したデジタル通貨、ビッグデータを活用した分析は、金融サービスの形を変える。
- ・ ICTは、**交通とエネルギー消費も大きく変える。**

## ○ **AIとロボットによる変化の加速**

- ・ AIとロボットにより、過去にない速度で技術革新が進む。経済、社会、個人がその速度に適応できない。**自動運転**は、トラック、バス、タクシー等からドライバーを駆逐する。
- ・ ICTの発達は、需要にあったスキルを持つ人間とそれ以外との格差を拡大する。

## ○ **エネルギー**

- ・ エネルギー技術の発達と気候変動問題への懸念により、**風力発電、太陽光発電等の急速な拡大を含む、エネルギー利用の破壊的変革の段階**となる。
- ・ 家庭、輸送等に用いる再エネによる独立型の小規模分散電源システム等のイノベーションは、**現在の大規模なエネルギーシステムへの呪縛から市民を解放**であろう。
- ・ 分散型のエネルギーネットワークは、気候変動等に対する電力システムの脆弱性を減少させる。
- ・ **化石エネルギー資源輸出国やオイル・ガス会社は、立ち行かなくなる。**

# 米国海軍の気候変動対応

## ・・・ハーバードビジネスレビュー2017.11

- 気候変動により海軍の軍務・人道活動需要が高まる。  
水利権争いの渇水地域、大規模移民の沿岸地域、新たな航路ができ争いが増える北極圏、などの地域の拡大、海軍への需要の構成や頻度の変化
- 気候変動による海軍任務遂行能力低下の恐れ。  
海面上昇・気候悪化による国内外基地港湾へのダメージ。インフラや燃料サプライチェーンのレジリエンス向上。気候変動は継続的・加速的なプロセスであり、動的プロセスに備えた計画が必要。
- 米国海軍は、気候変動の事実そのものについて議論を続ける政治家の抵抗にもかかわらず、この現実から正面から取り組む。(海軍の気候変動対応を禁止する法案を出そうとした議員がいた。)

- ・ 2009年に海軍長官は、海軍のエネルギー使用の50%を代替エネルギーで賄う決定。
- ・ 空母打撃群が、2016年に航行した時には、全ての艦船・航空機が50%バイオ混合燃料を使用。
- ・ 沿岸基地の電力源は、分散電源とし、サイバー攻撃へのレジリエンス強化。
- ・ 米海軍ノーフォーク基地は、6年に1インチ海面上昇、既に、第一次大戦中より1.5フィート上昇。海軍は、海面上昇が予測される場所の建造物には高潮防潮堤やバックアップシステムを義務付け。棧橋の電力系統等のユーティリティは、棧橋の第二デッキ上に移動。

# Global Trends to 2035

EPRS | European Parliamentary Research Service

Global Trends Unit

PE 603.263 - September 2017



## ○気候変動

今後の炭素利用を大幅に削減するための政治的協定の実施に大きな進歩があったとしても、温室効果ガスの増加による地球規模の気候変動のトレンドが、2035年までに逆行することはない。

気候変動の影響がますます明らかになり、**飢饉や渇水・洪水**などの自然現象が気候変動と結びつくことが一般的に認識されてくるにつれて、**再生可能エネルギーは世界的に拡大し、コスト競争力を持つようになるが、化石燃料資源に依存する国々を不安定する契機**となる。

## ○食糧不足

**2011年のアラブ春**は、ロシア、ウクライナ、中国、アルゼンチン、カナダ、オーストラリア、ブラジルの収穫規模が**天候影響**により低下し、**世界の穀物価格が急上昇したことも一因**である。政治的变化が、食糧価格の上昇によって引き起こされるのは新しいことではない。**フランス革命は2年連続の凶作の後に勃発**した。しかし、**今後数十年間の間の気候の変動の大きさは、頻度と重大さの上で、これらを上回るもの**となることが予想されている。**世界規模での食糧不足は避けがたい。**

## ○気候難民

北ヨーロッパではより大きな洪水が見られ、南ヨーロッパはより頻繁な熱波を経験するであろう。**国際社会は、気候難民と移住者を保護するためのより堅固なシステムを構築する必要**がある。気候変動により**自然災害がますます大きくなるにつれ、気候難民はますます増加し、また、急速な都市化が進むにつれて自然災害がますます多くの人々に影響を及ぼすことになる。**世界はこのような多くの自然災害に直面する可能性が高く、**政治システムはそれらへの対応を求められる。**

## ○エネルギー

2035年までに、再生可能エネルギー技術、特に風力発電、太陽光発電、潮流発電が普及し、さらにエネルギー効率の高いビルや電気自動車<sup>EV</sup>が普及することにより、エネルギー輸出国という概念を終わらせる可能性がある。再生可能エネルギーは風と太陽があればどの国でも生産できるため、地元のエネルギー市場は国内の資源によってほとんど供給される可能性があるからである。これはまた、各国の国全体をカバーするグリッドインフラストラクチャーの開発を促す。

## ○分散システム

家庭、輸送等に用いる再エネによる独立型の小規模分散電源システム等のイノベーションは、現在の大規模なエネルギーシステムへの呪縛から市民を解放する。

## ○AI

2035年までに、AI等技術の進歩は社会の社会的・経済的基盤に大きな影響を与え、潜在的には1980年代以降のコンピュータ化の初期段階よりもはるかに広範囲に及ぶだろう。自動化と機械学習を含む技術は、雇用市場を混乱させる可能性があり、何百万という仕事を時代遅れにする。各国は、他の国に所在する企業がどのくらいコアインフラストラクチャーを運営することを許可するかを検討しなければならない。

## ○自動運転

2035年までに自動運転自動車が普及する可能性が高い。完全自動運転自動車の技術は、2025年までに実現する可能性が高い。

ヘルシンキやシンガポールのようないくつかの都市が、都市交通モデルの構成要素として自動運転自動車を組み込むことが、他の地域での自動運転自動車の採用を促進する要因となる。

○**ワイルドカード**・・・自動化と機械学習によって世界中で大量の雇用が無くなるような状況となったとき、イノベーション能力が高く、人口が減少しているドイツや日本などの国が最も有利な位置に立つことができる。他国で問題となる失業問題を回避しつつ、優位を生かした経済成長を享受する可能性。

# 各分野における世界の変化



# エネルギー分野

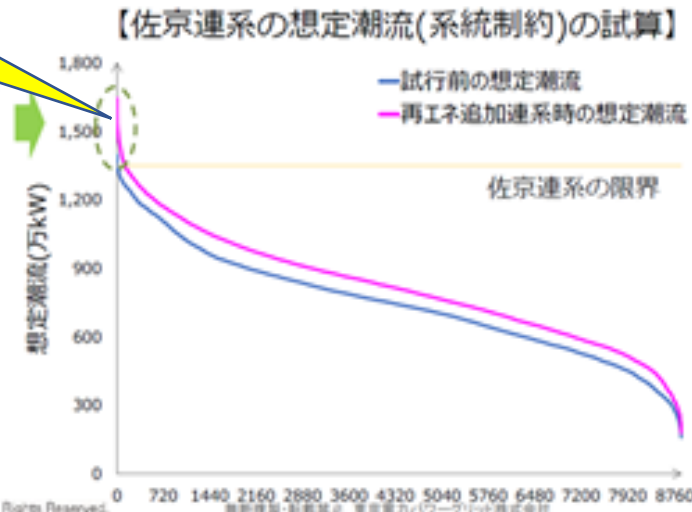
# 最近事例にみる我が国の状況・・・東電の記者発表の意味

- 現在の規則では「空き容量ゼロ」：「想定潮流」＝「最悪事態」の瞬間に「空き容量ゼロ」
- 接続希望の再エネを全て接続しても「フローベース(実潮流)」で年間潮流計算すると、送電容量超の時間は、年間1%程度しかない。
  - ⇒ドイツ並みの出力抑制の範囲で接続希望の再エネを全て接続可能ということ。
  - ⇒実オペレーションでも「フローベース(実潮流)」でリアルタイム管理する必要がある。
- 「フローベース」で年間全時間潮流計算(混雑状況の計算)ができるのであれば、最悪事態のみ想定した「想定潮流」という考え方は無意味となる。
- 最悪ケース1点管理は、計算能力のなかった時代の産物。
- 世界は、ICT技術によるリアルタイム潮流計算を前提とした制度に20年前に切替。
  - ⇒世界では20年前に送電管理ソフトのイノベーション

超えているのは極わずかの時間(約1%)

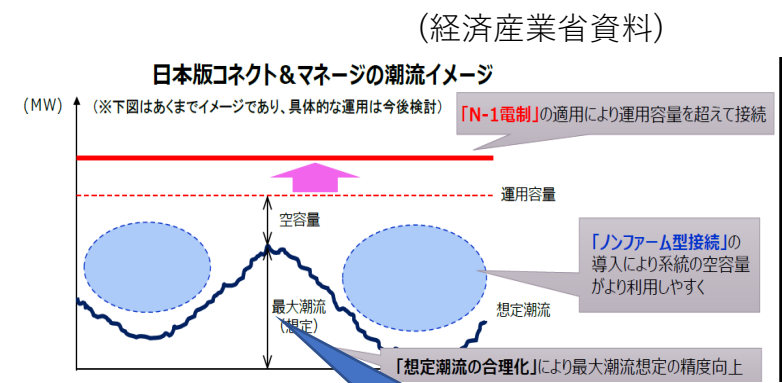
「最悪事態」の瞬間

- ・発電出力制御が必要
- ・供給力として見込めない



©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved. 最新情報・最新誌上 東京電力パワーグリッド株式会社

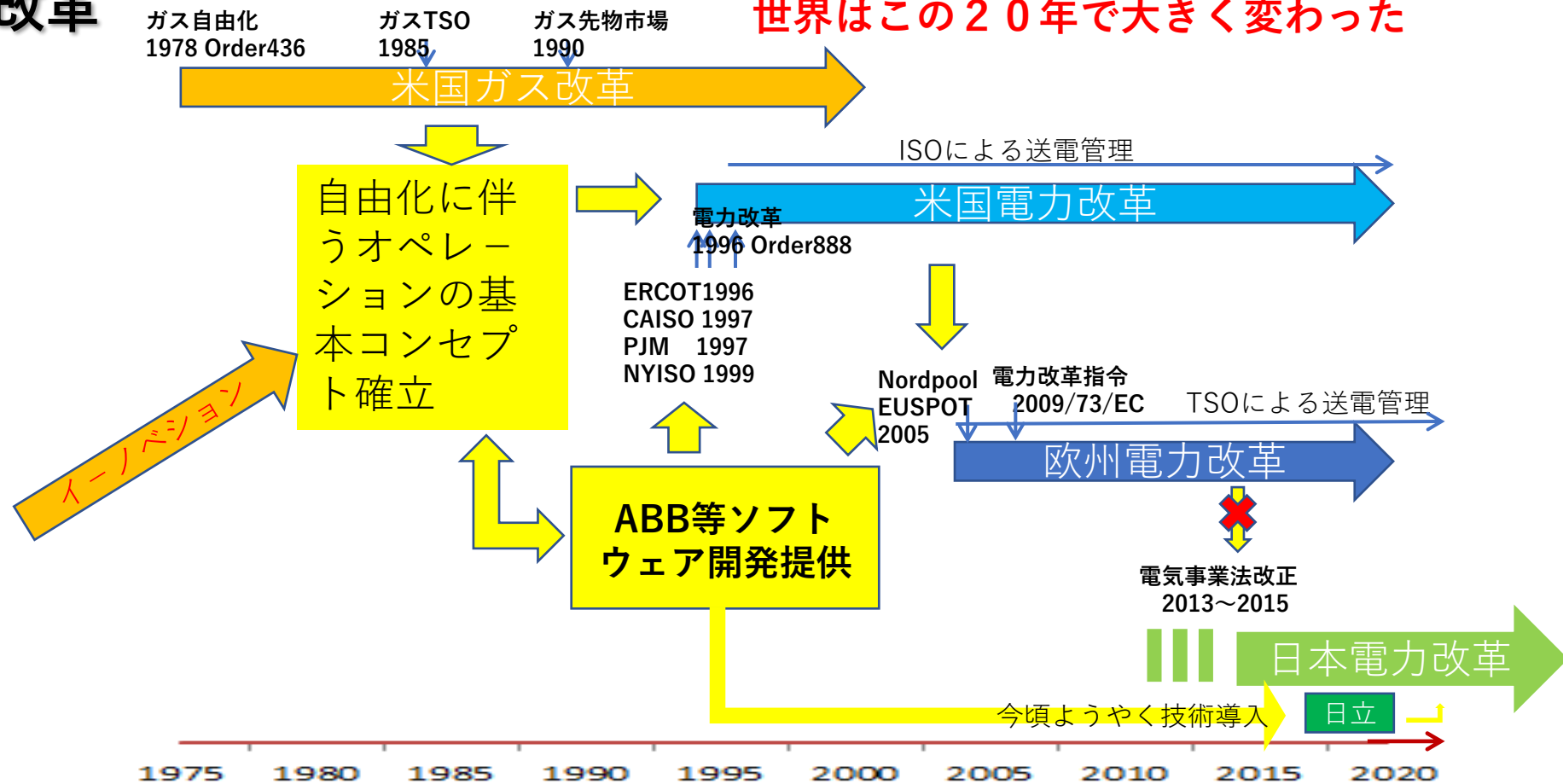
出典:東京電力パワーグリッド プレス資料(2019.5.17)



注:想定潮流は需要や電源等の条件が変われば、本試算通りとならない場合があります。

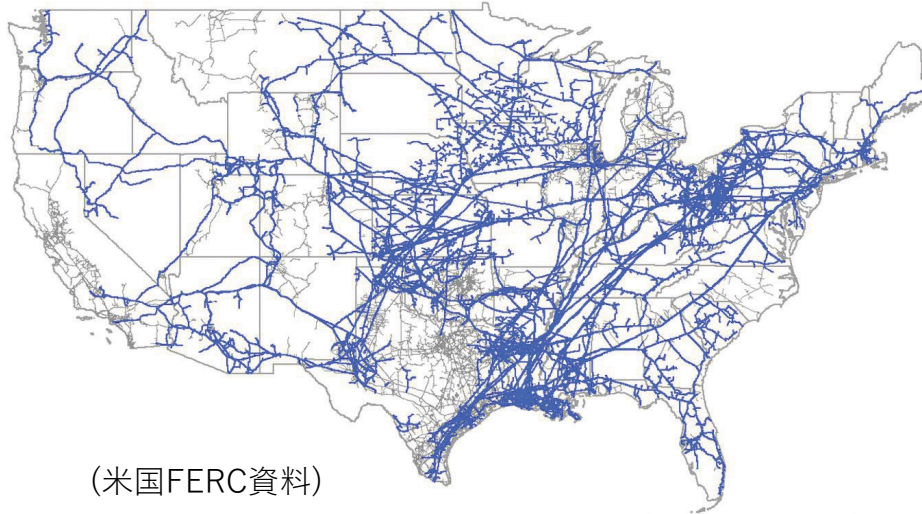
渋滞する瞬間が一回でもありと予測されると、年間を通して新規利用者の高速道路への進入を全面禁止しているようなもの。

# 電力等の自由化の歴史・・・送電オペレーションの改革



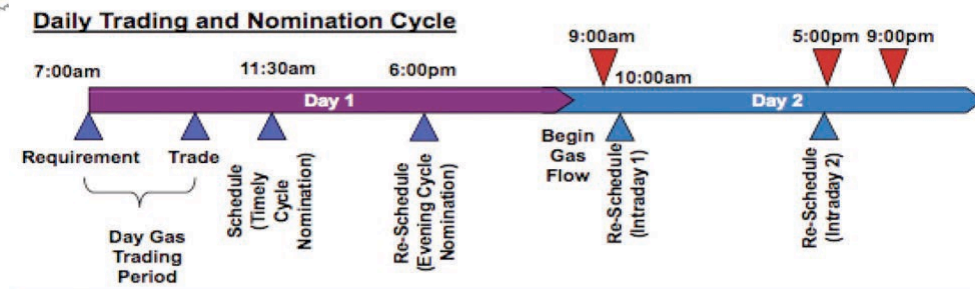
- 欧米の電力自由化は、送電オペレーションの改革≒送電ソフトのイノベーション
- 我国ではハード主、ソフトは付録という認識構造。世界のソフトの激変に無理解。
- 我国は、かなり早期から改革に着手しながら、結局、基本となるソフトは20年遅れ。  
⇒ **ハード指向で送電線の物理的キャパばかり考え、ソフトを軽視。**

# 米国では、ガス改革で成功したシステムを電力改革にも適用



(米国FERC資料)

## Pipeline Capacity Scheduling



Cycle	Cycle Description
T	Timely Nominations sent by 11:30 AM and to the Pipeline by 11:45 AM to be effective at 9 AM next gas day
E	Evening Nominations sent by 6 PM and to the Pipeline by 6:15 PM to be effective 9 AM the next day. This is the cycle used for reporting on today's flow before the I2 cycle data is available.
I1	Intraday 1 nominations sent by 10 AM and to the Pipeline by 10:15 AM to be effective at 5PM the same day
I2	Intraday 2 nominations sent by 5 PM and to the Pipeline by 5:15 PM to be effective at 9 PM the same day. This is the cycle used for most Pipe2Pipe reporting purposes.

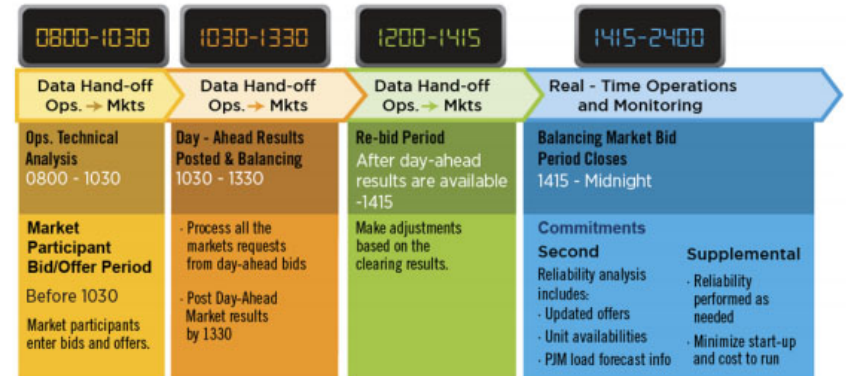
(米国FERC資料)

我国のガスの世界は、電力よりさらに遅れている。  
我が国には、「ガスT S O」業務を行う者すら存在しない。

⇒ **当然、「ガスT S O」のオペレーションソフト**  
**に関して我が国は無知。…30年遅れ**

…2022年に導管分離は可能か？

(参考) PJMの送電オペレーション

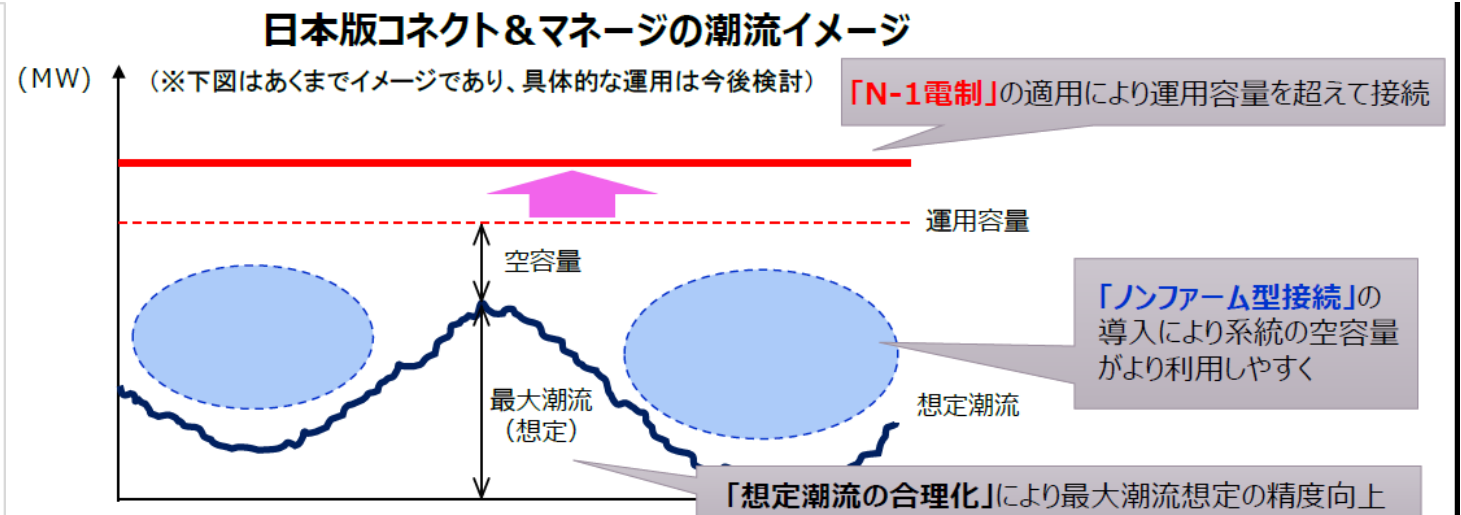
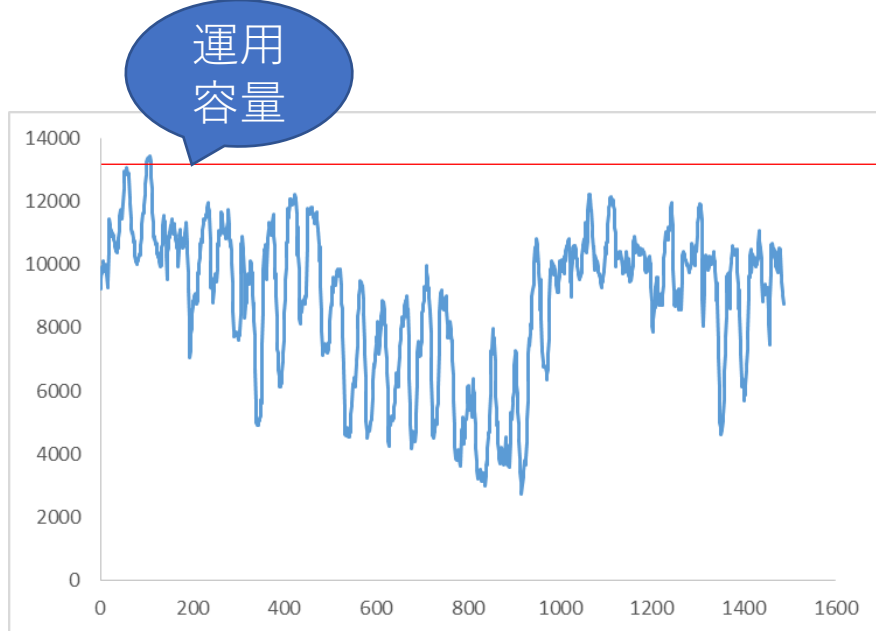


(米国FERC資料)

# 「想定潮流の合理化」の問題点

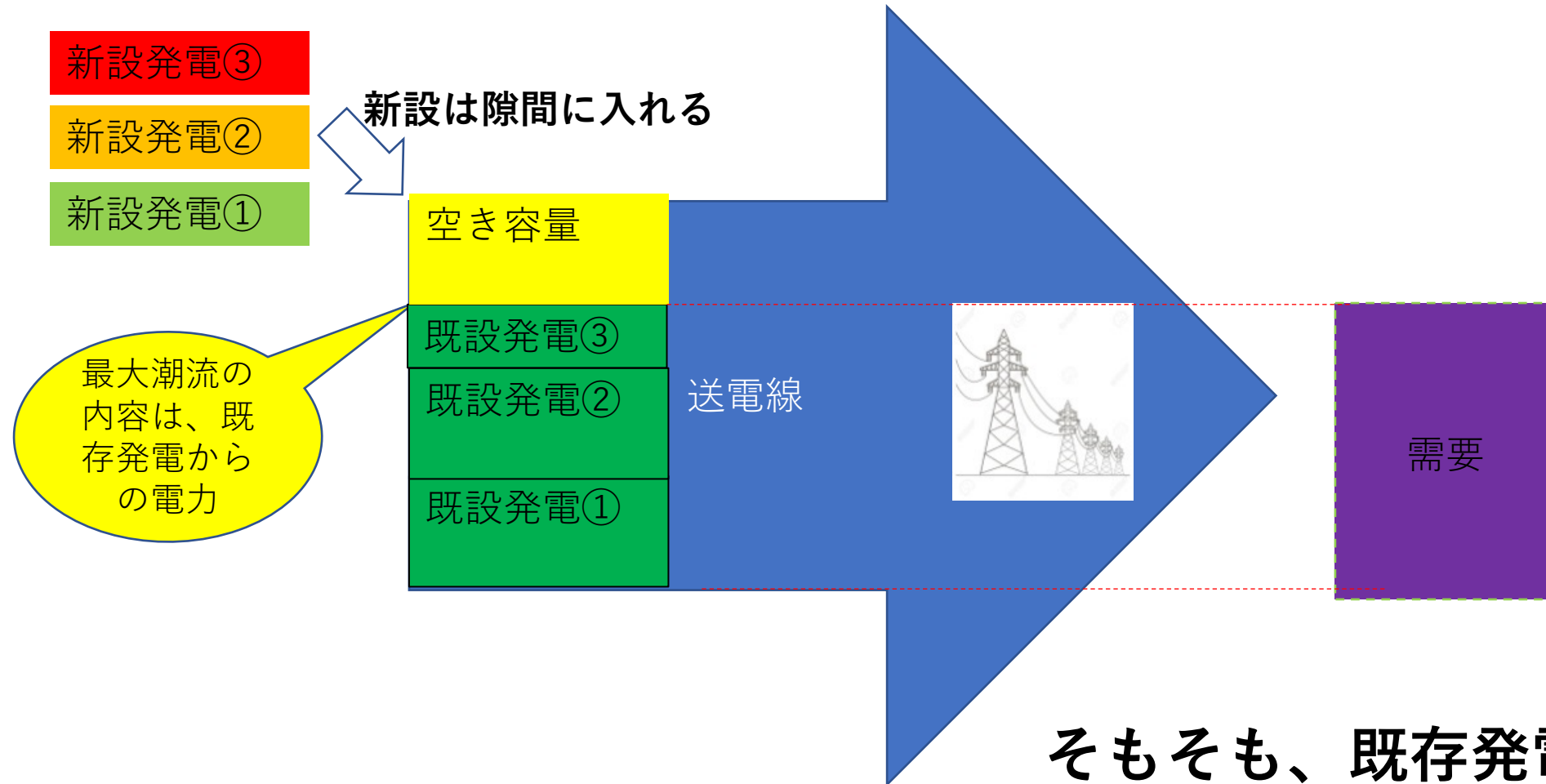
- ◎出力の差が需要と最大となる断面（**最大潮流の断面**）での**一点評価**で**固定的**に決めてしまう。  
欧米の実潮流(フローベース)の管理のように**8760時間リアルタイム**で評価するのが**世界標準**
- ◎「想定潮流」とは何か?・・・既存の発電施設と需要に基づく最大潮流時の状況  
⇒「空き容量」とは「既存施設の先着優先」を行った後に残った送電容量を「新規」に割り振るとい概念  
・・・「**空き容量**」と言った途端に**実は先着優先を前提**としていることになり、公平性の原則違反

実潮流ではほとんどの時間空いていても、最大潮流の断面で評価すると「空き容量無」となる。



# 日本

送電線のキャパシティを先着順に埋めて行き、残った隙間を新規に先着順で割り当てる・・・「空き容量」とは「既得権を優先」のこと



そもそも、既存発電で需要を満たした後の隙間=空き容量とはいったい何!!!

# 欧米の電力改革は何のために行われたのか？

## 欧米の電力改革

○**米国**: 「**電力卸売市場における競争を妨げる障害を取り除き**、効率的で低コストのシステムを実現することで、①電力の州間の取引の際に、**電力が送電されるかどうか、誰に送電されるかをコントロールしている独占的に所有されている送電線へのアクセスの不当な差別を改善すること**、②**独占的システムから全ての市場参加者が「フェア」に競合でき、市場競争により価格決定されるシステムへの移行のためのコストの回収について規定すること。**」とされている。(1996年Order No. 888 前文 (FERC) )

○**EU**: **多様な参加者の電力グリッドへの受け入れ、オープンアクセス、フェアな競争環境、を確保するために、公平で差別のない電力の販売、電力グリッドへのアクセスへの障害を除去。**これらにより再エネの導入も可能とし、また、変動電源への対応も進める。(2009年EU指令72前文)

「Global Europe 2050」(2011EU)におけるエネルギー改革の目的: **エネルギー安全保障**(域外依存低下)、**マネーフローの欧州内循環**(GDP押し上げ)、**気候変動対応**(再エネ導入)、**イノベーション**(産業界挺入れ)

1990年代の米国では、発電技術の向上によりIPPやコージェネレーション等の分散電源がコスト競争力を持つようになったが、グリッド管理者が自然独占状態の強い立場を利用して新たな技術の電力市場参入を妨害していた。**FERCはこのような電力業界の体質が他業界で進んでいるイノベーションが電力業界では進まない理由**と考え、**新規技術が発電市場にも「公平」に参加できるように、電力改革**を行った。欧州においても同様に再エネ等の分散電源をグリッド管理者が妨害していた実態があり、公平性担保を担保するために諸改革を行った。

**欧米の送電分離は、新旧発電・発電種別間の「公平性」を確保し、イノベーションを進めるために行われた。・・・既得権の排除**

# 我が国の実態 = フィリピンよりも遅れている 送電管理技術で取り残されつつある日本

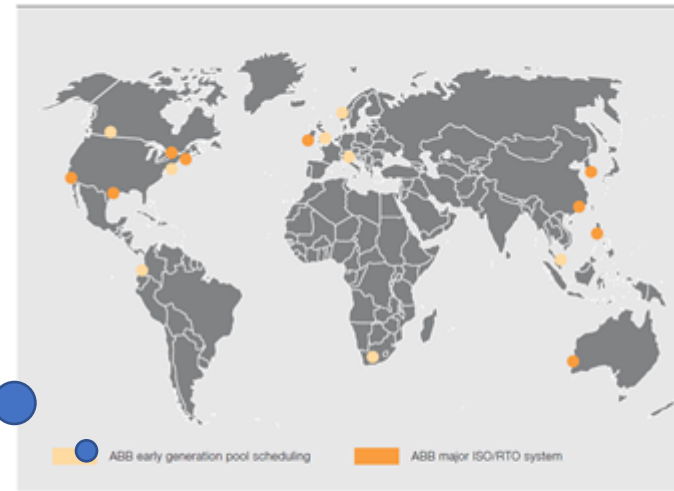
..... 政府担当者・経営者の認識のギャップ

○20年前の考え方のまま進歩しない我が国の政策関係者や学者・NGO・経営者  
..... 現場の技術者はわかっているが、発言権が無い。

○世界は、リアルタイムで潮流計算できる技術進歩を前提とした制度に20年前に切替  
送電線問題は、我が国の凋落傾向を示す代表的な事例

アジアでは、中韓はもとより  
フィリピンでも  
欧米型の管理と  
なっている。

ISO等のソフトを提供しているABBの  
販売先



ABBのグリッドオペレーションシステム  
ワルドプール、英国、アイルランド等の欧州、CAISO、ARCOT等の米国の他、  
豪州、中国、韓国、フィリピン等



# 技術で取り残されつつある我が国の実態

．．．．政府担当者・経営者の認識のギャップ

我が国の送電管理は「超時代遅れ」！

我が国の「送電管理の考え方」は20～30年前のままで固定

- 20年前の考え方のまま進歩しない日本の政策関係者や学者・NGO・経営者
- ．．．現場の技術者はわかっているが、発言権が無い。

欧米の送電管理のポイントは、

- ・コンピューターを駆使した8760時間のリアルタイム管理
- ・線の管理ではなく面の管理
- ・**既得権を排除してイノベーション**

- 世界は、リアルタイムの潮流計算を前提とした制度に20年前に切替

送電線問題は、我が国の凋落傾向を示す代表的な事例

# 自動車の事例

# IEA Electric Vehicles Initiative

M Research

IEAはG8提案を実現するためのカギとなる車の電動化を各国政府に呼びかけ

## Electric Vehicles Initiative (EVI)

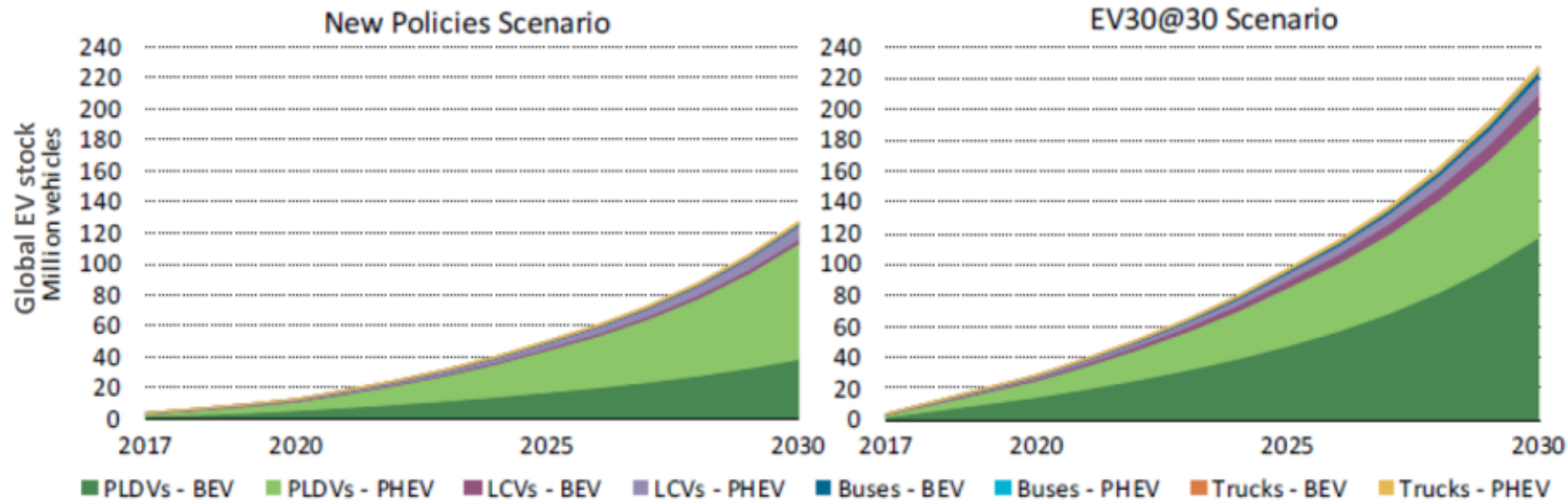
2009年多国政府の政策フォーラムとして設置

目的: 電動車両の開発を世界中で加速する

参加国: カナダ、中国、フィンランド、フランス、ドイツ、インド、日本、メキシコ、オランダ、ノルウェイ、スウェーデン、英国、米国

## EV30@30 campaign (2017年～)

2030年にEVI参加国全体の電動車両で全自動車市場シェアの30%を達成する

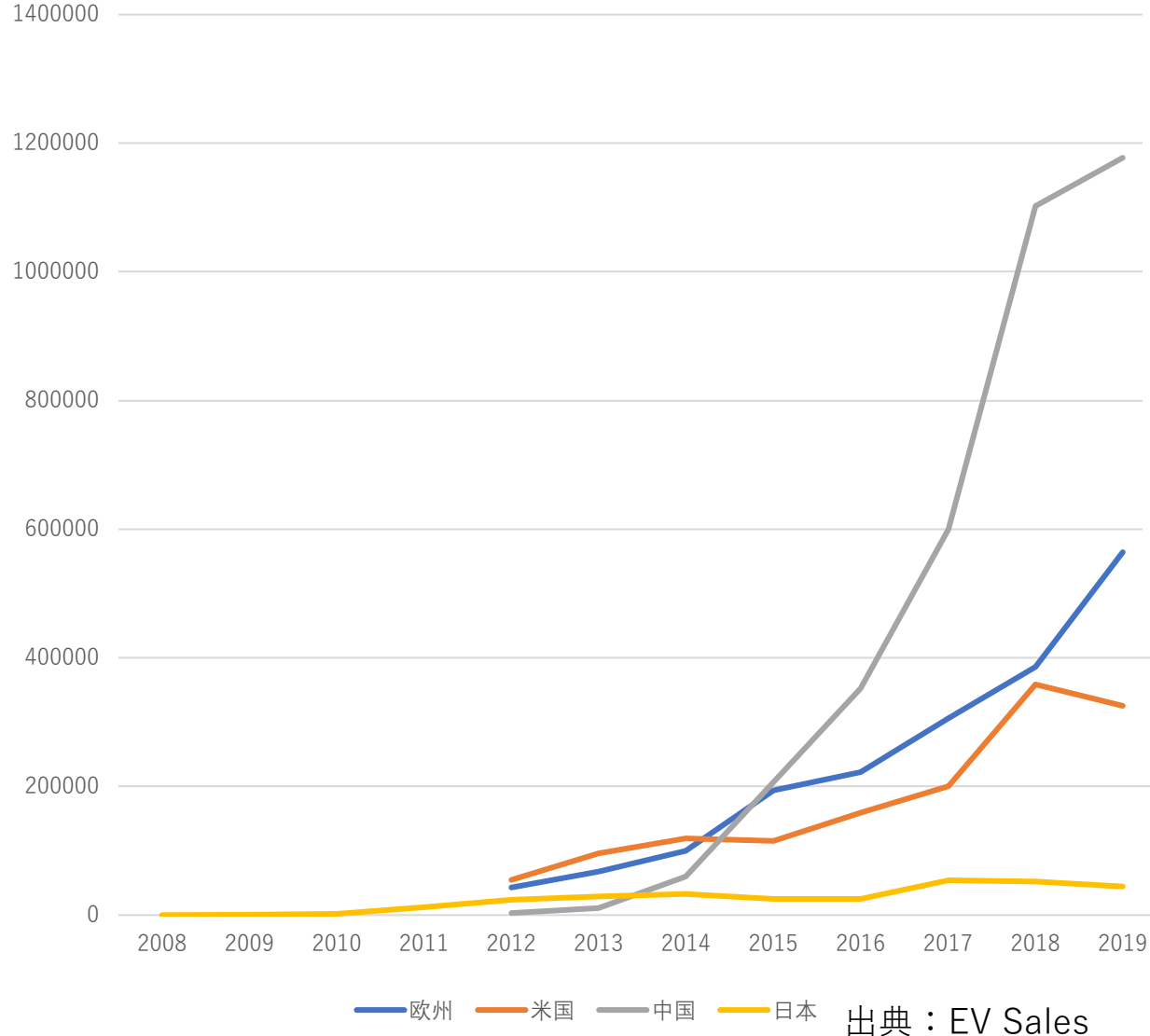


## Global EV Outlook

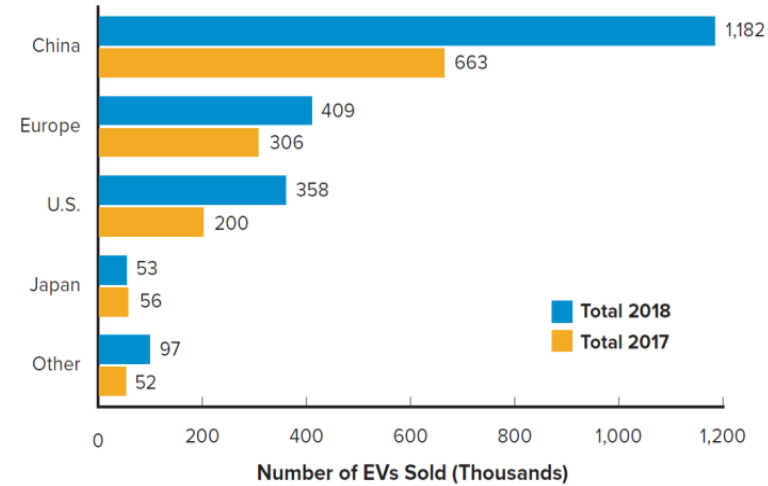
Electric vehicles include battery electric vehicles (BEVs), plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) and fuel-cell electric vehicles(FCEVs). In this report.

自動車の電動化についても世界の動きは急速に進んでいる。

## EV・PHVの販売台数の推移



## GLOBAL EV SALES 2017 VS. 2018



### KEY FACTS

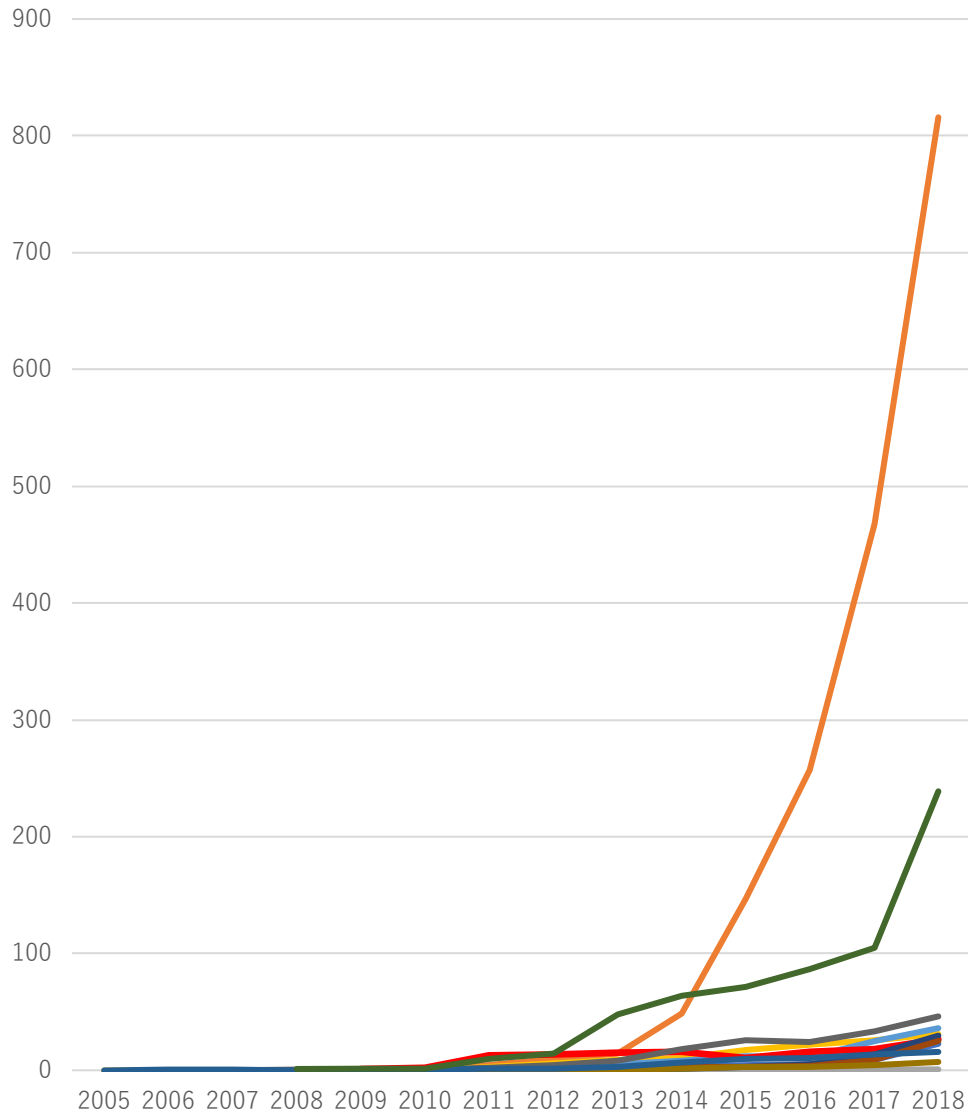
- Global EV sales totaled about 2.1 million for 2018, an increase of 64% compared to the total sold in 2017.
- 2018 EV sales increased 79% in the U.S., 78% in China, and 34% in Europe compared to 2017.
- U.S. EV sales represented approximately 17% of global EV sales in 2018.

Source: EV-Volumes.com

Table 5 • Battery electric cars, stock by country, 2005-16 (thousands)

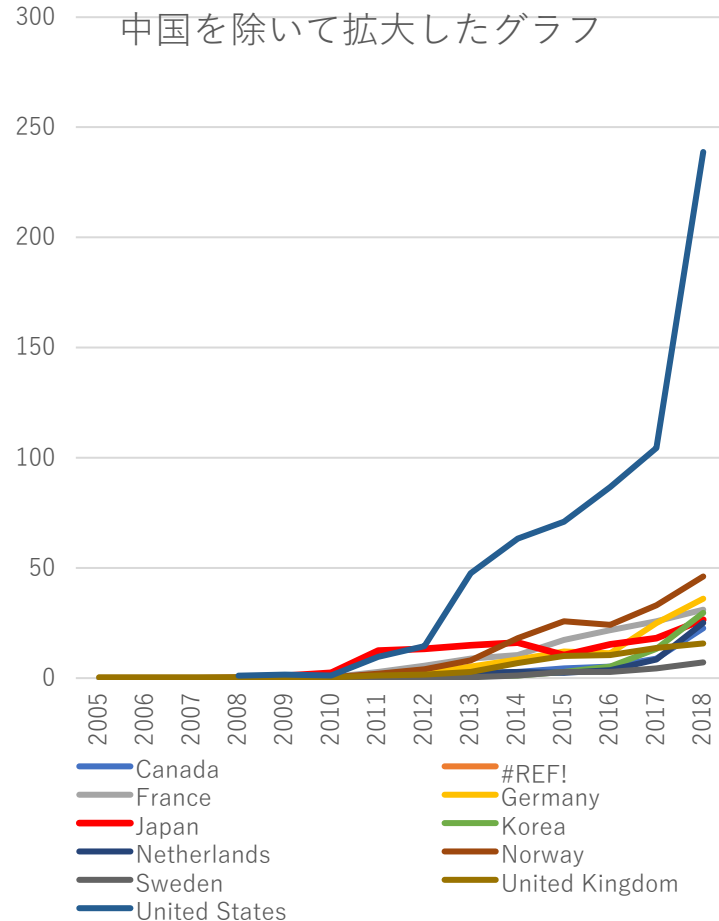
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Canada							0.22	0.84	2.48	5.31	9.69	14.91	
China					0.48	1.57	6.32	15.96	30.57	79.48	226.19	483.19	
France	0.01	0.01	0.01	0.01	0.12	0.30	2.93	8.60	17.38	27.94	45.21	66.97	
Germany	0.02	0.02	0.02	0.09	0.10	0.25	1.65	3.86	9.18	17.52	29.60	40.92	
India				0.37	0.53	0.88	1.33	2.76	2.95	3.35	4.35	4.80	
Japan					1.08	3.52	16.13	29.60	44.35	60.46	70.93	86.39	
Korea						0.06	0.34	0.85	1.45	2.76	5.67	10.77	
Netherlands				0.01	0.15	0.27	1.12	1.91	4.16	6.83	9.37	13.11	
Norway			0.01	0.26	0.40	3.35	5.38	9.55	19.68	41.80	72.04	98.88	
Sweden							0.18	0.45	0.88	2.12	5.08	8.03	
United Kingdom	0.22	0.55	1.00	1.22	1.40	1.65	2.87	4.57	7.25	14.06	20.95	31.46	
United States	1.12	1.12	1.12	2.58	2.58	3.77	13.52	28.17	75.86	139.28	210.33	297.06	
Others						0.64	0.80	3.17	5.83	10.60	19.43	36.20	52.41
Total	1.37	1.69	2.15	4.54	7.47	16.42	55.16	112.94	226.78	420.33	745.61	1 208.90	

EVの国別販売台数の推移(千台)



- Canada
- China
- Finland
- France
- Germany
- Japan
- Korea
- Netherlands
- Norway
- Sweden
- United Kingdom
- United States

中国を除いて拡大したグラフ



- Canada
- France
- Japan
- Netherlands
- Sweden
- United States
- #REF!
- Germany
- Korea
- Norway
- United Kingdom

## EVの各国の販売推移

### Global EV Outlook 2019

日本は、リーフ販売直後の2011年は世界トップであったが、近年はトップグループから大きく遅れている。

	Australia	Brazil	Canada	Chile	China	Finland	France	Germany	India	Japan	Korea	Mexico	Netherlands	New Zealand	Norway	Portugal	South Africa	Sweden	Thailand	United Kingdom	United States	Others	Total
2005							0.01													0.22			1.89
2006							0.01													0.32			0.34
2007							0.01	0.02	0.37						0.01				0.45			0.53	0.84
2008							0	0.07	0.16				0.01	0	0.24				0.22	1.12	0.08	2.25	
2009					0.48		0.01	0.02	0.35	1.08			0.03	0	0.15				0.18	1.47	0.03	2.32	
2010					1.09		0.19	0.14	0.45	2.44	0.06		0.12	0.01	0.39	0.72		0	0	0.26	1.19	0.14	7.21
2011	0.05		0.22	0.01	4.75	0.03	2.63	1.4	1.43	12.61	0.27	0	0.86	0.01	1.84	0.19		0.18	0.01	1.21	9.75	2.45	39.9
2012	0.17	0.07	0.62	0.01	9.64	0.05	5.66	2.21	0.19	13.47	0.51	0.09	0.79	0.02	4.18	0.05		0.27	0.01	1.71	14.65	3.84	58.21
2013	0.19	0.13	1.64	0.01	14.61	0.05	8.78	5.31	0.41	14.76	0.6	0.01	2.25	0.03	8.2	0.14	0.03	0.43	0.01	2.68	47.69	5.13	113.1
2014	0.37	0.06	2.83	0	48.91	0.18	10.57	8.35	1	16.11	1.31	0.05	2.66	0.11	18.09	0.19	0.01	1.24	0.01	6.81	63.42	8.72	191
2015	0.76	0.06	4.38	0.01	146.72	0.24	17.27	12.08	0.45	10.47	2.92	0.09	2.54	0.3	25.78	0.67	0.12	2.96	0.01	10.1	71.04	14.21	323.18
2016	0.67	0.13	5.22	0.02	257	0.22	21.76	11.32	2	15.46	5.1	0.25	3.74	1.16	24.22	0.81	0.1	2.95	0	10.51	86.73	14.2	463.57
2017	1.21	0.07	8.71	0.12	468	0.5	25.98	25.07	1.2	18.1	13.3	0.23	8.63	2.94	33.03	1.89	0.07	4.36	0.03	13.95	104.49	22.86	754.33
2018	1.8	0.09	22.66	0.11	815.87	0.78	31.06	36.06	3.3	26.53	29.63	0.2	25.07	4.36	46.14	4.43	0.07	7.15	0.2	15.74	238.82	34.97	1345.03

# EV・PHVの国内販売台数の順位

Here's a table showing each year's ranking. Note that 2014 had only 6 countries, and 2015 seven. Back then I didn't think there were 10 countries that merited being in a "Top" list yet.

Place	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1		China	China	China	China	China
2	USA/Norway*	Norway	Norway	Norway	Norway	Norway
3	China	USA	Sweden		USA	Netherlands
4	Japan	Netherlands	Iceland	USA/Sweden	Korea	Sweden
5	France/Germany	France	Ukraine	Korea/Japan	Sweden	USA
6		Japan	USA		Netherlands	Korea
7	---	Korea	Korea/Japan	Iceland	UK	
8	---	---		Germany	Iceland	UK/Iceland
9	---	---	France	Ukraine	Japan	France
10	---	---	Netherlands	France	Germany/Ukraine	Germany

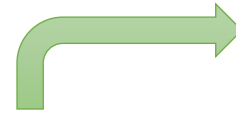
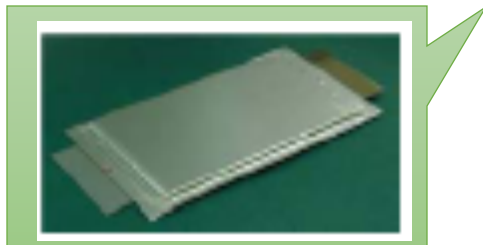
出典：EV Sales

# 地球温暖化対策市場化直結技術開発補助事業

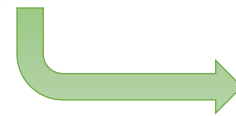
事業名 : ラミネート型マンガン系リチウムイオン電池の開発

実施機関 : オートモーティブ・エナジー・サプライ株式会社  
(2007年3月までNECラミリオンエネルギー)

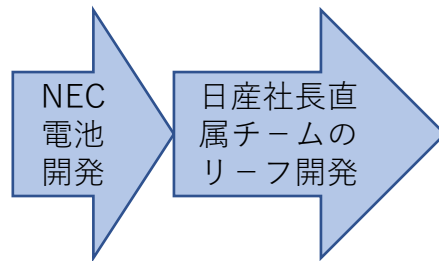
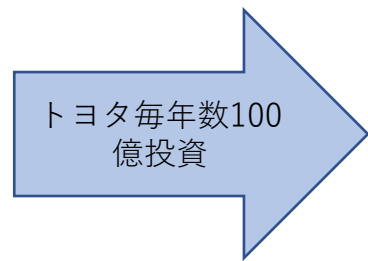
実施期間 : 2004年～2006年  
度



電気自動車

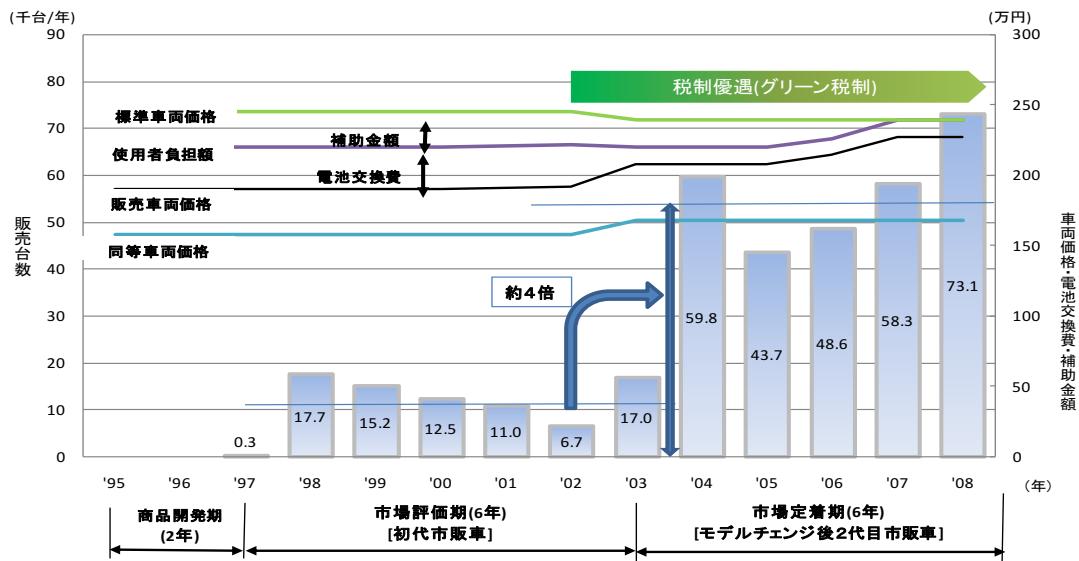


# プリウスとリーフ

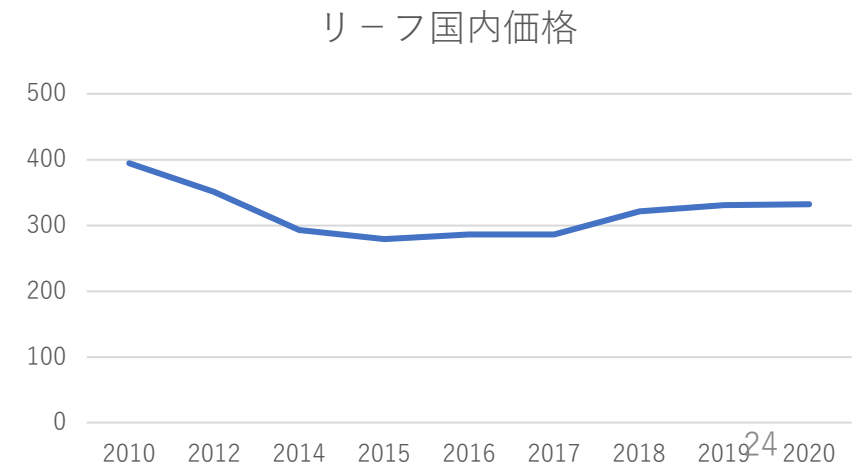


日産自動車は2013年1月14日（米国時間）、電気自動車（EV）「リーフ」の改良モデルの北米市場における販売価格を発表した。今回の改良モデルから導入した、低価格が特徴の「Sグレード」は2万8800米ドル（約258万円）で販売する。  
国内販売価格(約300万)の方が高い・・・？

○プリウスは、最初から赤字覚悟で、大衆車価格帯で売り出した。



○リーフも開発担当部長は、プリウス並みの価格で売り出そうとしたが・・・





## European Battery Alliance – “the Airbus of batteries”

- Vice-President for Energy Union Maroš Šefčovic on battery development and production in Europe – 11 October 2017
  - *“EU industry and the Member States’ determination to work together and pull in the same direction. They strongly supported the establishment of a full value chain of batteries in Europe, with large-scale battery cells production, and the circular economy, at the core.”*
  - *“This could take the form of a comprehensive roadmap for an EU Battery Alliance, to be presented in February 2018, at the Clean Energy Industrial Forum, as part of the EU Industry Days.”*
  - *“The work starts immediately,” Šefčovic said, announcing the launch of a number of working groups on issues ranging from supply chain, investment financing, trade issues, and R&D.*
  - *“Industrial participants will take the lead, express interest to participate in or even be rapporteur for each work strand,” the Commission Vice-President said.*
  - The EU could support the initiative with up to €2.2 billion

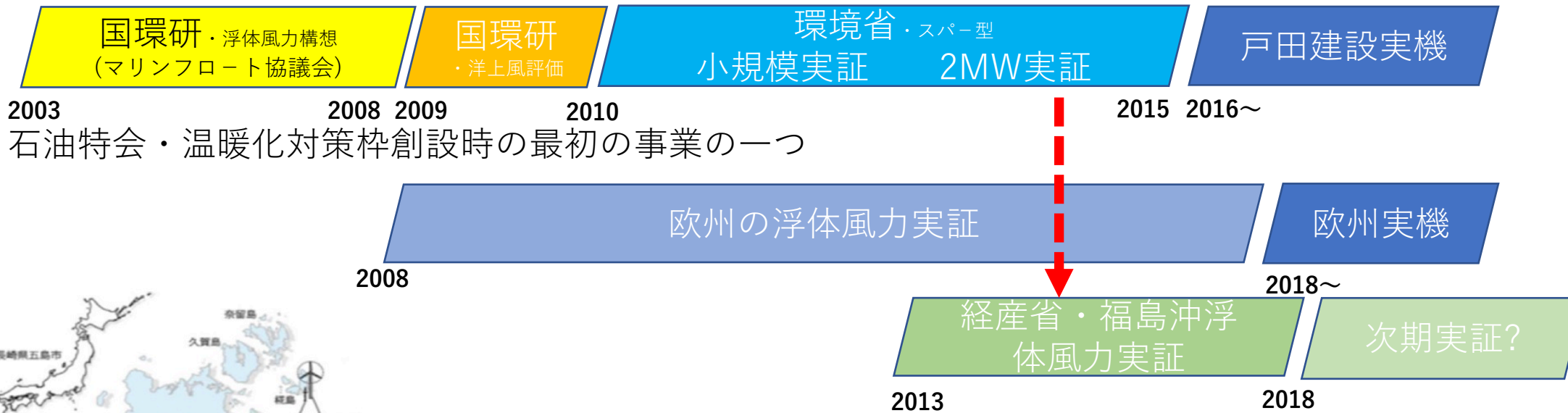
08/02/2018

3

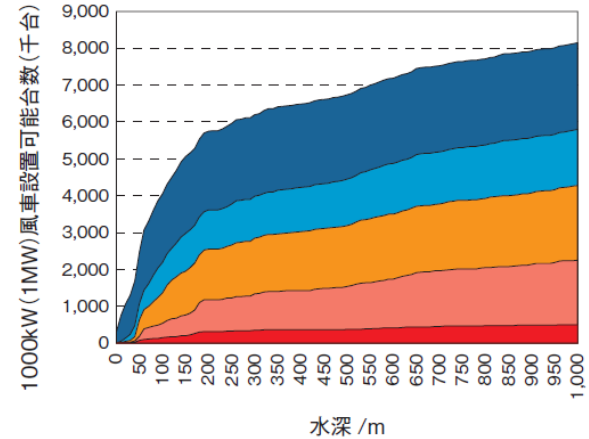
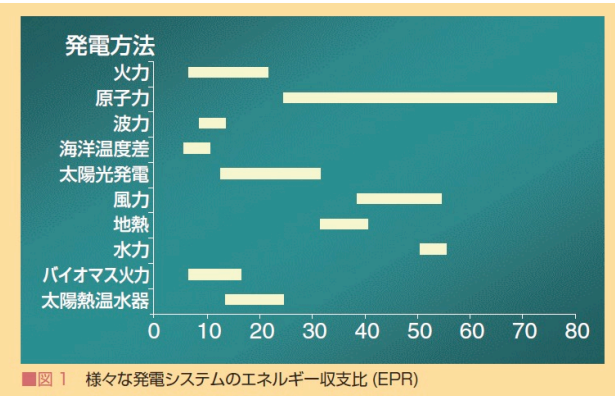
OEUは、かつてエアバスで米国航空産業に対抗したように「バッテリーのエアバス」をEU企業が協力して創設し、主導権を確保する方向。

# 浮体式風力発電の事例

# 浮体式洋上風力発電技術の開発経緯



○環境省では、日本で有望な自然エネルギー源として早い段階から浮体式の洋上風力発電の開発を行ってきた。



国立環境研究所

○うまく運用すると50~60%の利用率

	海の深さ (m)						海底ケーブル送電	好風況海域へ移動
	0	30	50	100	1000	3000		
着底型	←→						○	×
係留型浮体	←→						○	×
非係留型浮体	←→						×	○

# 世界では、2024年あたりから浮体式洋上風力が本格立地

○欧州では、風力発電キャパシティの拡大の有力手段・・・投資額が大きいのでエネルギーメジャーの投資の様様

○スタート時期は同じころなのに日本では、実機の本格整備に取り掛かる様子が見えない。

- ・風況の良い沖合では40%以上の利用率
  - ・2024年頃には、コストが着床式と同等
  - ・地形、地質等の制限を受けない
  - ・国の管轄区域で地元調整が不要
  - ・大規模立地が可能
- ⇒大規模立地であれば長い接続海底ケーブルを引いてもペイ

Potential for FOW

COUNTRY / REGION	SHARE OF OFFSHORE WIND RESOURCE IN +60m DEPTH	POTENTIAL FOR FLOATING WIND CAPACITY
Europe	80%	4,000 GW
USA	60%	2,450 GW
Japan	80%	500 GW
Taiwan	-	90 GW

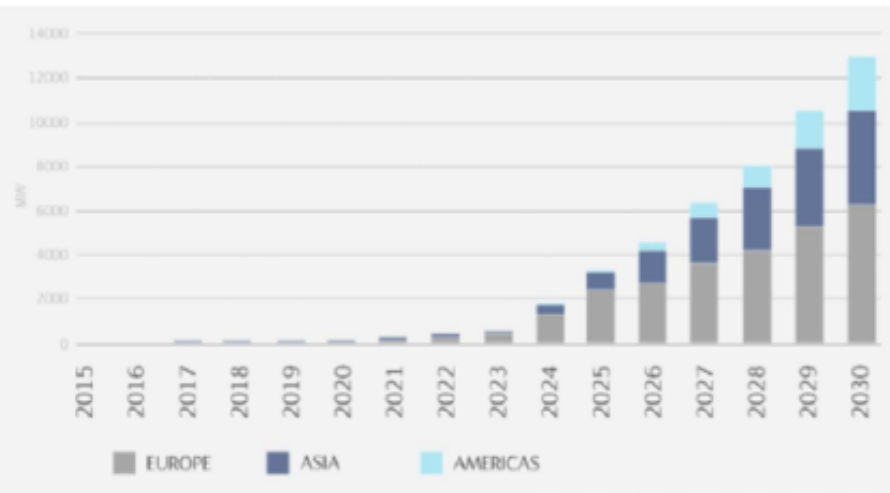
## 浮体洋上風力のポテンシャル

(Floating Offshore Wind Vision Statement (Wind Europe) )

○浮体式では日本が最も有力な市場と目されているのだが・・・



## Equinor社の市場予測



Floating offshore wind market outlook. Source: Statoil.

## Equinor社 浮体式洋上風力市場予想 (2030年)

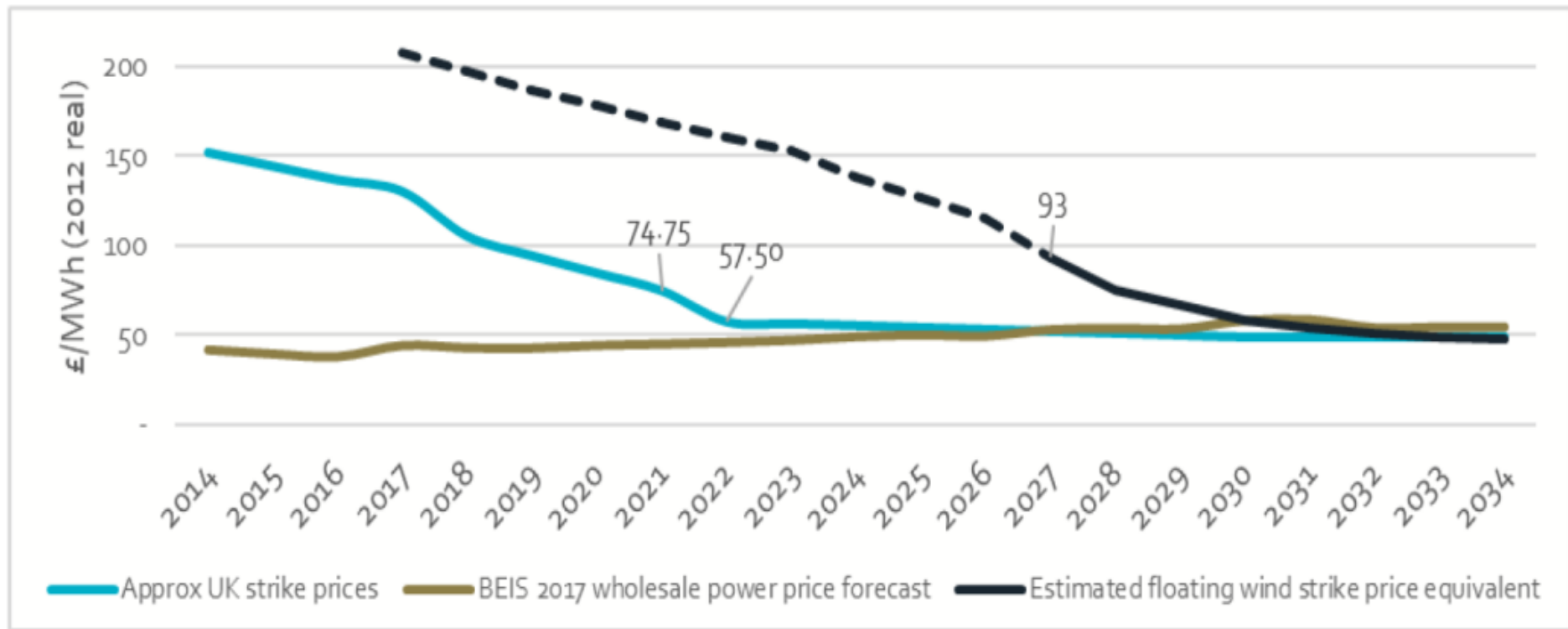


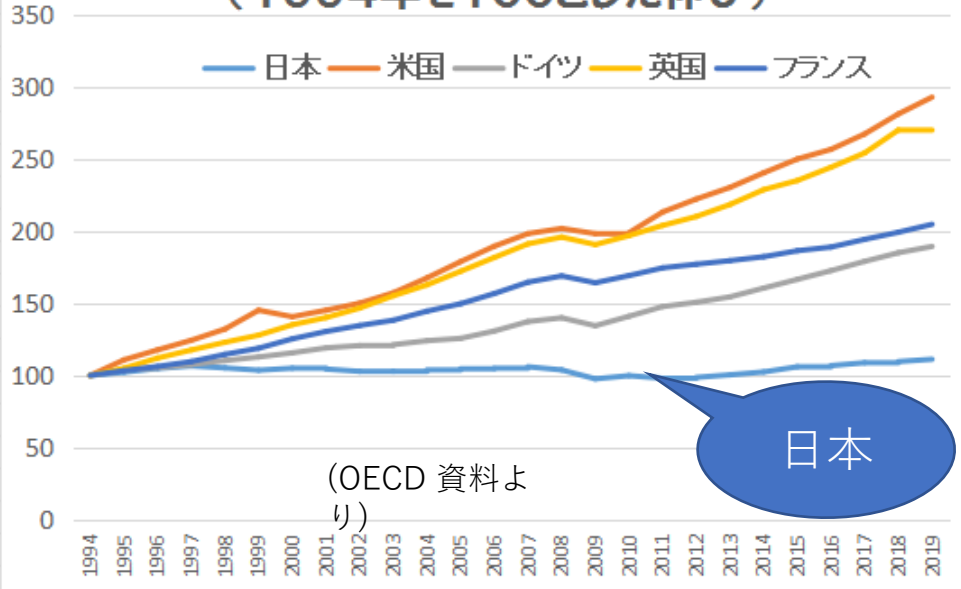
Figure 3: Estimated strike prices for floating wind, bottom-fixed wind and UK wholesale power price

「The Macroeconomic Benefits of Floating Offshore Wind in the UK」  
(Crown Estate Scotland)

浮体式風力のコストは2030年には市場競争力を持つ…2025年には本格着工される

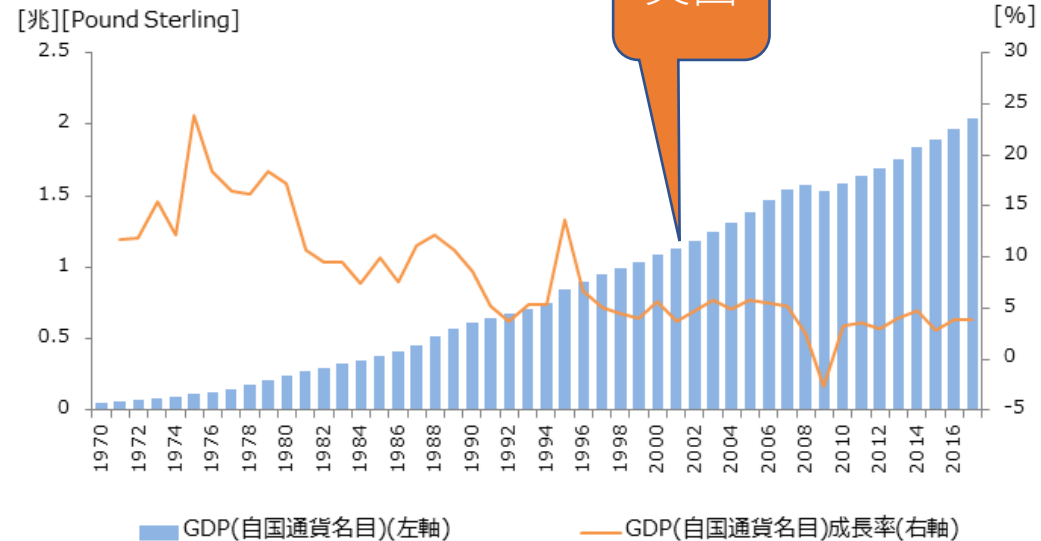
# 低迷する我が国の現状

## 各国の名目GDPの推移 (1994年を100とした伸び)

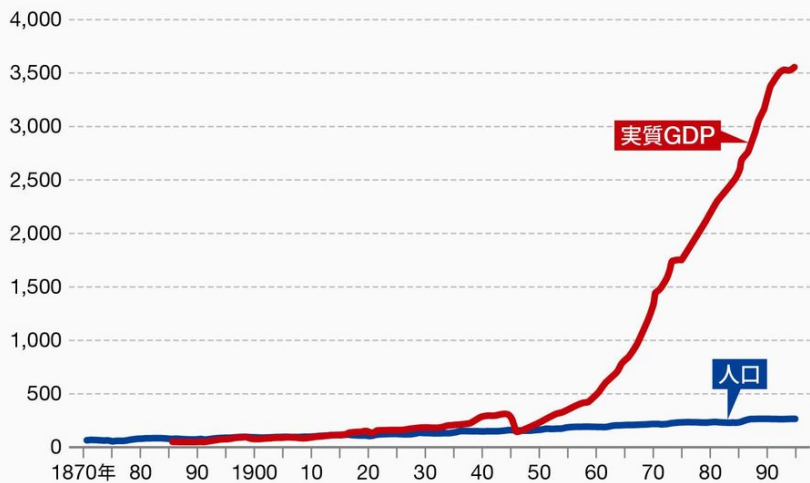


先進国で日本だけGDPが低迷

## GDP(自国通貨名目)とその成長率の推移



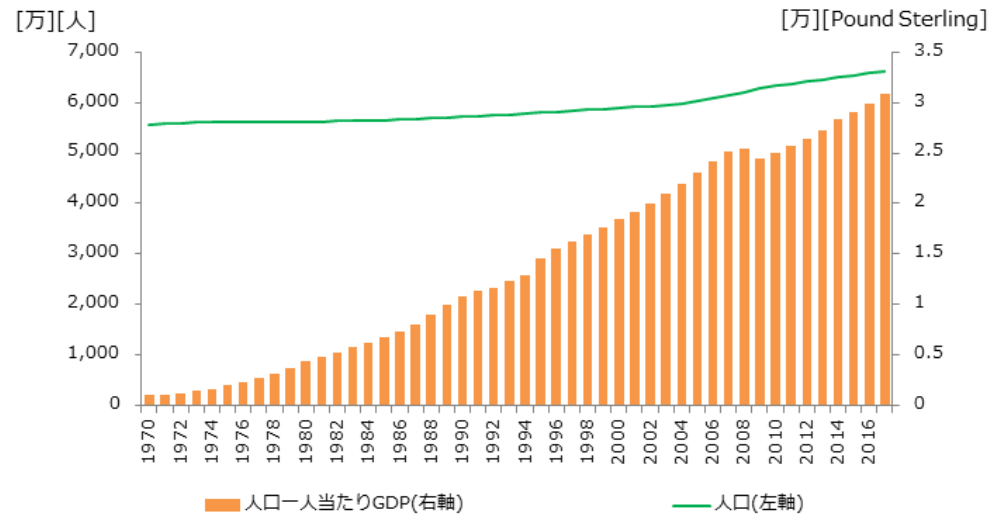
## 日本の人口と経済成長(1870年~1994年)



(注)人口、実質GDPともに1913年=100とした指数  
(出所) Maddison(1995)、吉川洋『人口と日本経済』(中公新書)

GDPと人口はほとんど関係ない

## 人口と人口一人当たりGDP(自国通貨名目)の推移



# 「イノベーション」こそが、資本主義経済を牽引する究極の要因

イノベーションという概念の生みの親であるシュンペーターは、イノベーション（当初、シュンペーター（Schumpeter, 1934）は「新結合」という用語を使っているが）として、具体的に5つの範疇を挙げた。

- ① 新しい商品の創出
- ② 新しい生産方式の開発
- ③ 新しい市場の開拓
- ④ 原材料の新しい供給源の獲得
- ⑤ 新しい組織の実現

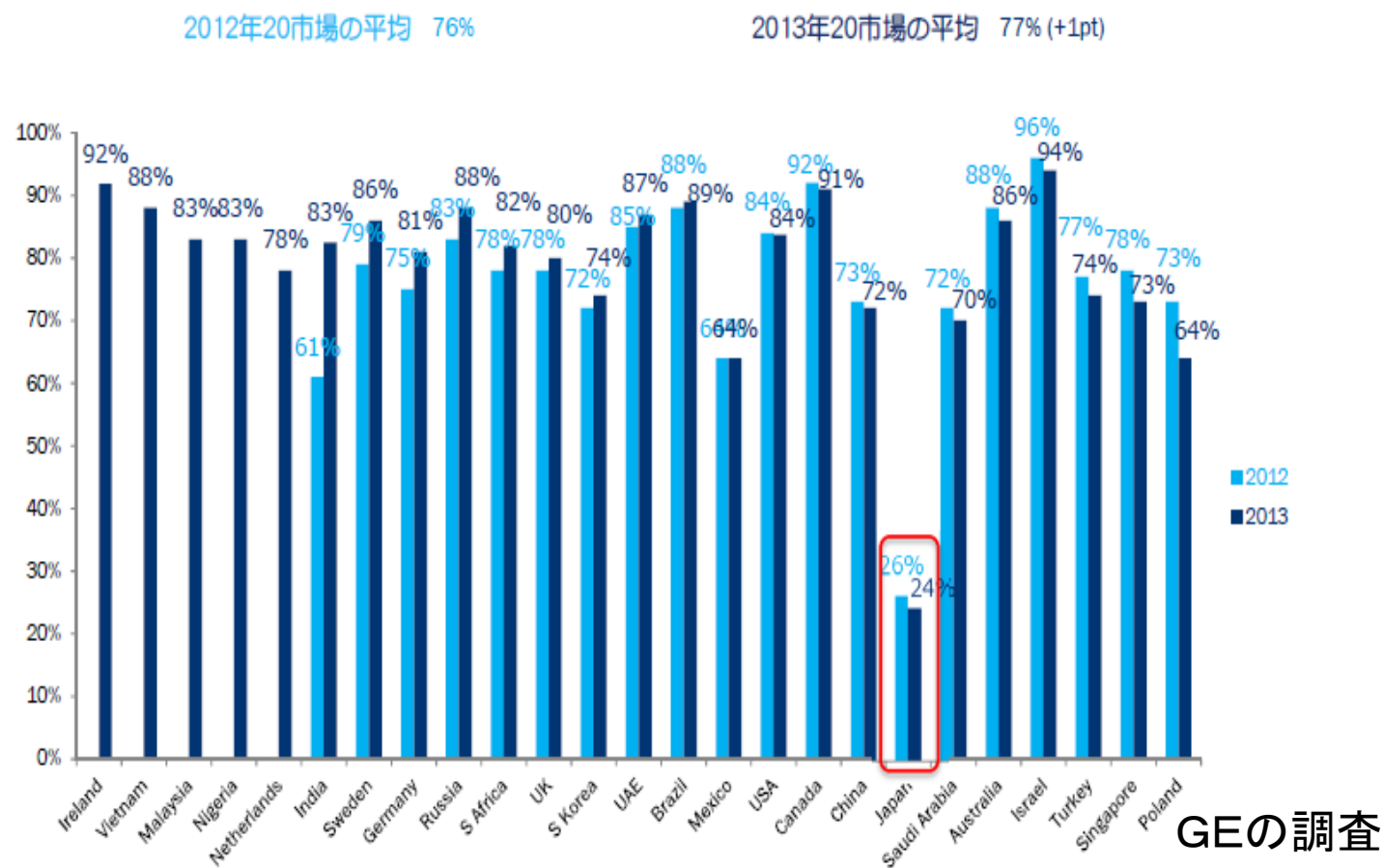
いずれもまさにイノベーションにほかならないが、**先進国の歴史を振り返ると「新しい商品の創出」すなわち「プロダクト・イノベーション」こそが、資本主義経済を牽引する究極の要因**である。なぜなら、既存のモノやサービスに対する需要は必ず飽和するという単純な事実が先進国の経済成長を抑制する根本的な要因だからだ。実際、ほとんどすべてのモノやサービスの成長は、S字型の「ロジスティック成長」をし、最終的には成長率の低下とともに天井を迎える。

吉川洋（東京大学大学院経済学研究科教授）

## 同じことをやってもダメ！



## Q6.8. 社会全体がイノベーションを支持しており、若い世代にイノベーションへの熱意がある



・GEの調査によれば、先進国の中で我が国はイノベーションに対する評価がダントツで低い。

# 日本の科学技術は世界一と思い込んでいる日本人が多いが・・・

特に、科学技術のわかっていない政治家、経営者、役人・・・

## 日本の科学技術は世界最高というのは20年前までの話 20年前に頭が固定された団塊世代の「信仰」

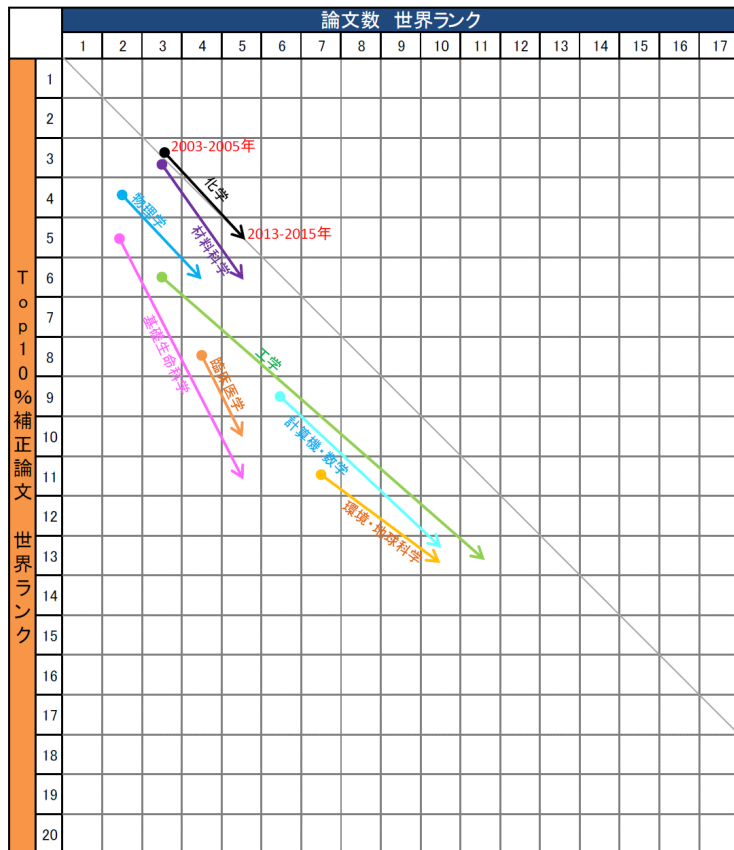
科学技術予算は2015年で中国が20.7兆円、アメリカが14.2兆円、日本は3.5兆円。

日米中のコンピューター科学、数学分野の重要論文の引用数でも2000年後半から中国は、急増し2015年は中国の21%に対し、アメリカ17%、日本4%で、中国がアメリカと肩を並べてきているのが現状。

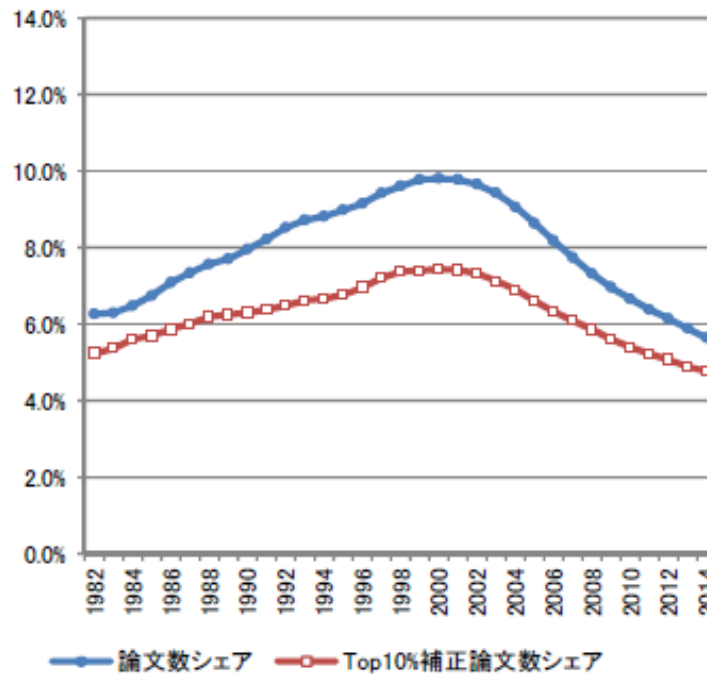
○中高年日本人のほとんどが日本の国際社会の中でのステータスがそれほど低くなってしまったとは思ってはならず、**未だに40年前の「ジャパン・アズ・ナンバーワン」という固定意識を引き摺りながら、アジアや世界に対処しようとしている。**

○意識の恐るべき内外ギャップの存在。

図表 51 日本の分野毎の世界ランクの変化(整数カウント法、2003-2005年から2013-2015年)



日本\_論文世界シェア (3年移動平均、%)



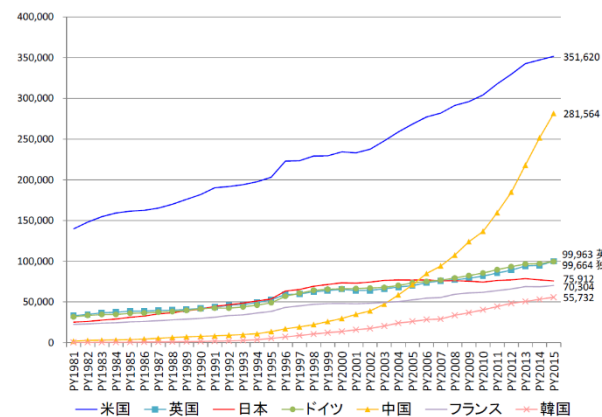
# 我が国の著しい地盤沈下

団塊世代経営者が登場した2000年頃から著しく低下

(注)Top10%(1%)補正論文数とは、被引用数が各年各分野で上位10%(1%)に入る論文の抽出後、実数で論文数の1/10(1/100)となるように補正を加えた論文数を指す。詳細は、本論2-2(7)Top10%補正論文数の計算方法を参照のこと。

日本	全体			化学			材料科学			物理学			計算機・数学			工学			環境・地球科学			臨床医学			基礎生命科学			
	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												

図表 11 主要国の論文数の変化(件)



(注)Article, Reviewを分析対象とし、整数カウントにより分析。単年である。クラリベイト・アナリティクス社 Web of Science XML (SCIE, 2016年末バージョン)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計

(科学技術振興機構「TOP10%論文数の国際シェア推移」、文部科学省資料より)

## 2019年の「世界デジタル競争力ランキング」

2019	Country	2018	Change	2019	Country	2018	Change
1	Singapore	3	+2 ↑	33	Czech Republic	29	-4 ↓
2	Hong Kong SAR	2	- -	34	Kazakhstan	38	+4 ↑
3	USA	1	-2 ↓	35	Estonia	31	-4 ↓
4	Switzerland	5	+1 ↑	36	Spain	36	- -
5	UAE	7	+2 ↑	37	Slovenia	37	- -
6	Netherlands	4	-2 ↓	38	Poland	34	-4 ↓
7	Ireland	12	+5 ↑	39	Portugal	33	-6 ↓
8	Denmark	6	-2 ↓	40	Latvia	40	- -
9	Sweden	9	- -	41	Cyprus	41	- -
10	Qatar	14	+4 ↑	42	Chile	35	-7 ↓
11	Norway	8	-3 ↓	43	India	44	+1 ↑
12	Luxembourg	11	-1 ↓	44	Italy	42	-2 ↓
13	Canada	10	-3 ↓	45	Russia	45	- -
14	China	13	-1 ↓	46	Philippines	50	+4 ↑
15	Finland	16	+1 ↑	47	Hungary	47	- -
16	Taiwan, China	17	+1 ↑	48	Bulgaria	48	- -
17	Germany	15	-2 ↓	49	Romania	49	- -
18	Australia	19	+1 ↑	50	Mexico	51	+1 ↑
19	Austria	18	-1 ↓	51	Turkey	46	-5 ↓
20	Iceland	24	+4 ↑	52	Colombia	58	+6 ↑
21	New Zealand	23	+2 ↑	53	Slovak Republic	55	+2 ↑
22	Malaysia	22	- -	54	Ukraine	59	+5 ↑
23	United Kingdom	20	-3 ↓	55	Peru	54	-1 ↓
24	Israel	21	-3 ↓	56	South Africa	53	-3 ↓
25	Thailand	30	+5 ↑	57	Jordan	52	-5 ↓
26	Saudi Arabia	39	+13 ↑	58	Greece	57	-1 ↓
27	Belgium	26	-1 ↓	59	Brazil	60	+1 ↑
28	Korea Rep.	27	-1 ↓	60	Croatia	61	+1 ↑
29	Lithuania	32	+3 ↑	61	Argentina	56	-5 ↓
30	Japan	25	-5 ↓	62	Mongolia	62	- -
31	France	28	-3 ↓	63	Venezuela	63	- -
32	Indonesia	43	+11 ↑				

IMDの世界競争力センター（IMD World Competitiveness Centre）は5月28日、国ごとの競争力を示した2019年版「世界競争力ランキング（World Competitiveness Ranking）」を発表した。

**日本は30位**で、過去4年の推移は、26位、26位、25位、30位と1997年以降で最低順位となった。

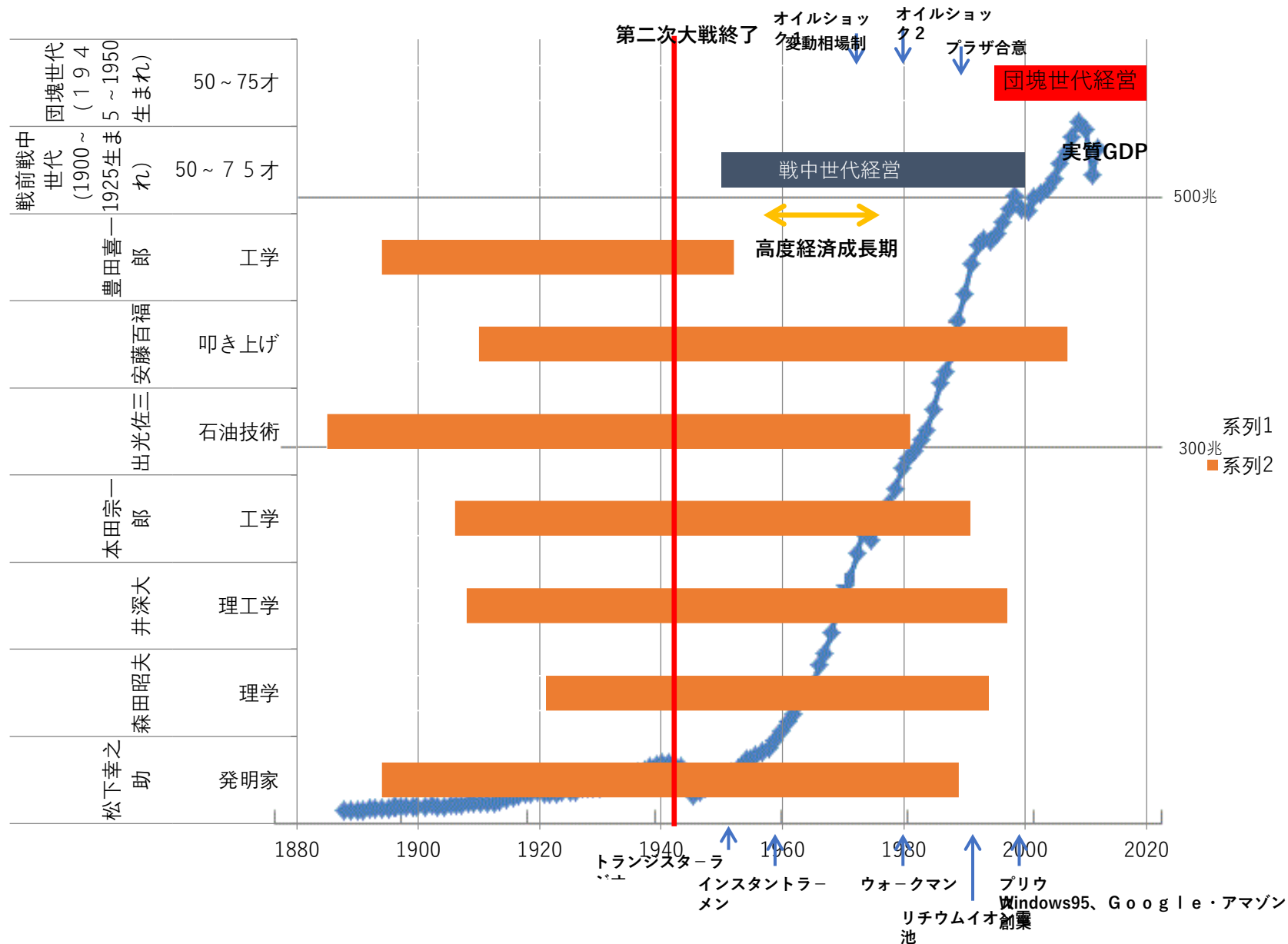
IMD WORLD COMPETITIVENESS CENTER

**高度成長期にはイノベーションが盛ん**

## ビジョン先行が生んだ「世界を変えた」イノベーション12選

1. ポラロイドカメラ (1948年)
2. 海上輸送用コンテナ (1956年)
3. インスタントラーメン (1958年)
4. 銀行ATM (1967年)
5. MRIスキャナー (1977年)
6. ウォークマン (1979年)
7. マイクロファイナンス (1983年)
8. ワールド・ワイド・ウェブ=WWW (1989年)
9. プリウス (1997年)
10. iPod (2001年)
11. フェイスブック (2004年)
12. エアビーアンドビー (2008年)

編集 = Forbes JAPAN編集部



日本のイノベーションに貢献したのは、戦中世代。  
 戦前・戦中世代が経営陣から退場し、団塊世代が経営陣に登場するとイノベーションが止まり、  
 経済成長が止まる。

# ハーバード・ビジネススクールのケーススタディの教材

ハーバードビジネススクールのケーススタディの教材として用いられている日本の事例の主要なものは以下のとおりである。

- ・江戸時代の大阪堂島の米先物市場
- ・明治維新
- ・岩崎弥太郎
  
- ・ソニーのイノベーション(高度成長期)
- ・本田の成功(高度成長期)
- ・トヨタの生産方式(高度成長期)
- ・トヨタのプリウス(1997)
- ・六本木ヒルズ(2003)
  
- ・楽天の英語公用語化
- ・福島第二
- ・新幹線の掃除部隊

破壊的イノベーション・・・高度成長期

○近年のものは、リーダーシップに関するテーマであるが、日本独自の生産管理やイノベーションに関するテーマは、全て高度経済成長期以前のものである。

○金融・株主資本主義的な発想からは、イノベーションは生まれない。



# 我が国の高度経済成長を支えたのは戦争世代の経営者

○戦争世代の感覚⇒第二次大戦に負けた理由の一つは技術力の差  
(レーダー、通信、ターボ・・・)

⇒戦後の経済復興に当たって技術開発を重視

○ソニー、松下、本田技研等は、世界に先駆ける独自の製品を開発し、町工場から巨大企業に成長した。  
⇒創業者本人は、ものづくりの名人・・・創意工夫と顧客意識  
⇒「通産省」が育てたわけではない。  
(むしろ既存企業の側に立って妨害)

○戦前からの大企業も技術力の向上に邁進

○**経済成長が進み、果実が大きくなると⇒「技術軽視」の経営者の台頭**  
⇒多くの優秀な技術者が米・中・韓等に流出

○**団塊世代経営者は、技術開発競争ではなく、新規参入者への障壁構築で利益確保？**  
技術は企業買収で獲得すればよい・・・  
この間に米国等では、多くのスタートアップが大企業に成長し・・・

## プロジェクト X で取り上げられた主要な技術開発テーマ

トランジスタラジオ	ソニー	1955
コシヒカリ	新潟県の絵業試験場	1956
YS-11	輸送機設計研究協会	1957
ロータリーエンジン	マツダ	1957
スバル360	富士重工	1958
黒四ダム	間組	1963
胃カメラ	オリンパス	1963
新幹線	国鉄	1964
カップ麺	日清食品	1966
自動改札機	立石電機	1967
霞が関ビル	鹿島建設	1968
クォーツ腕時計	セイコー	1969
CVCCエンジン	本田	1971
液晶表示	シャープ	1973
VHSビデオ	ビクター	1976
宅急便	やまと運輸	1976
オートフォーカス	コニカ	1977

全て高度成長期

# プロジェクトX YS-11プロジェクトの例

1957年5月、理事長に新三菱重工副社長の荘田泰蔵が選任され、専任理事に木村秀政東京大学教授を迎えた「財団法人 **輸送機設計研究協会**」（通称「輸研」）が**東京大学内に設立**され、小型旅客輸送機の設計が始まった。輸研には、零式艦上戦闘機（零戦）や雷電、烈風を設計した新三菱の**堀越二郎**、中島飛行機で一式戦闘機「隼」を設計した富士重工業の**太田稔**、先述の川西航空機で二式大艇や**紫電改**（及び紫電）を設計した新明和工業の**菊原静男**、川崎航空機で三式戦闘機（飛燕）や五式戦闘機を設計した川崎重工業の土井武夫といった戦前の航空業界を支えた技術者が参加、設計に没頭した。航空業界ではこれに航研機の製作に携わった木村秀政を加えて「五人のサムライ」と呼んだ。

## 堀越二郎

1903年生まれ

1927年、三菱重工入社(24歳)

1932年、入社5年で**設計主任**に抜擢(29歳)

1934年には九試単座戦闘機の設計・開発(31歳)

1937年より十二試艦上戦闘機、後の**零式艦上戦闘機（零戦）の設計**を行う。(34歳)

戦後

1957年、木村秀政らとともに**YS-11の設計に参加**(54歳)

## 菊原静男

1906年生まれ

1930年、川西航空機入社(24歳)

1942年より**紫電改の設計**を行う。(36歳)

戦後

1957年、木村秀政らとともに**YS-11の設計に参加**(51歳)

○戦前は、随分若くして抜擢人事が行われている。「数字」ではなく「人」による人事。

○高度成長期には、こうした戦前からの人材が多数存在。

○戦前の教育制度では、「飛び級」も通常行われ、小学⇒中学で1年短縮、中学⇒高等学校で1年短縮、計2年短縮という人は多数存在した。

**我が国にもWINTEL、GAFAができる  
チャンスはあった！**

# WINDOWSは実は日本人が開発した・・・中島聡

高校時代からアスキーで記事執筆やソフトウェアの開発。大学時代には日本のCADソフトの草分け的存在である「CANDY」を開発。このソフトのヒットで大学在学中に3億円ものロイヤリティーを稼ぐ。1985年に大学を卒業しNTTに入社、武蔵野電気通信研究所に配属。同研究所で32bitCPUの設計などに関与。

⇒1986年にマイクロソフトの日本法人が設立されると、転職。1989年には米国マイクロソフト本社に移り、Windows 95、Internet Explorer 3.0/4.0、Windows 98のチーフアーキテクト。(ウィキペディアより)

## なぜNTTを辞めた？ (中島聡ブログより)

1ヶ月ほどの研修の後、研究室に配属、まずCPUの設計を開始。・・・独自のアイデアをベースにCPUを設計。サクサクと、資料を書き、上司に「特許を取るべき、論文も書きたい」というと、返って来た答えは、「まだ早い」。「特許は新入社員がいきなり申請するものじゃあない」、論文も「順番がある」という。上司の「順番がある」という言葉の意味が理解できる事例が、直ぐに発生。同じ研究室の先輩(入社4年目)が、素晴らしい研究をし、フランスの学会で発表することになったが、実際に発表をするのは、その人の上司(Kさん、入社7年目)となった。Kさんは、全く分野の違う研究をしており、先輩の研究内容は、概略しか理解していなかった。上司は、「Kさんはまだ海外での研究発表の経験がなく、彼のキャリアを考えるとそろそろしておくべき」とのこと。それが「順番がある」ということだった。

私の価値観がガラガラと崩れていく音が聞こえた。・・・それまで、私はNTTの研究所は、エリート中のエリートが集まる、エンジニアにとって孤高の存在で、アスキーやマイクロソフトは、大学も卒業できない落ちこぼれ連中の吹き溜まりだと感じていたが、それが大きな誤りだったことに、所長の一言は気がついた。また、プログラムが作りたかったのに「君の仕事はプログラムを作るのではなくて仕様書を書くことだ」といわれた。

・・・戦前型の抜擢人事であれば中島さんは、「ソフトの堀越二郎」になっていたかもしれない!

# 「インテル・インサイド」の出発点も日本の技術

ICやLSIなど、集積化された半導体デバイスが市場に出てくると、電卓製造各社はいち早くそれらを採用し、機器の小型化と低コスト化にまい進。シャープが、1969年に4つのLSIに機能を集約して、重量は1kg台、値段も10万円に収まる、小型軽量・低価格な電卓を発売。**1971年にはビジコン社が、すべての電卓機能を1チップLSIに集積化**し、重量も300gと軽量化した電卓「LE-120」を発売。

○当時、プログラムを変えることで同じハードを使って異なる能力を持った電卓を製造しようと考えていたビジコン社は、そのようなチップ、つまり**プログラムを実行してくれるCPUを開発・設計**してくれる製造会社を探していた。米国で**1969年に半導体メモリーの製造会社として発足**していた**インテル社**がその要求に応え、**ビジコン社と共同開発**および独占使用権の契約を交わした。

○インテル社のテッド・ホフが4ビット処理のCPUを考案し、**設計はビジコン社から派遣された嶋正利**。**1971年に発売されたのが「世界初のCPU」**と呼ばれる「4004」である。動作周波数は500kHz～741kHz、トランジスタ数は約2300個。「製造プロセス」とも呼ばれる回路の線幅は100分の1ミリ（10マイクロメートル）。

○その後、**CPUの市場性に気付いたインテル社が、ビジコン社から4004の販売権を買い取り、独自に販売を開始**。こうして“**インテルCPU帝国**”が走り始めた。

○**ビジコン社**は、激しい電卓の価格競争やオイルショックの影響で**1974年に倒産**。

○実は4004を設計した**嶋氏**、**世界初のCPUを生み出した**だけでなく、**個人向けコンピューター、すなわちPC＝パーソナルコンピューターを実現させるキーデバイスとなったインテル社の8ビットCPU「8080」の生みの親**でもある。

(ウィキペディアより)

**なぜ日本にはWINTELやGAFAが誕生し  
なかったのか？**

# 日本のITはなぜ弱いのか？ 日米でこんなに違うプログラマーの扱い

日本では、サラリーマン経営者が、市場調査と長時間の会議で作り上げた「誰が見ても(素人がみても)作るべきエビデンス」の揃った製品の仕様書を子会社に丸投げして、それを下請けの劣悪な労働環境に置かれたコーダーたちがプログラムに落とし込むという形でソフトウェアが作られている。(中島聡)

米国では、プロスポーツ・チームのアスリートのような待遇のソフトウェア・エンジニアたちが、経営者のメッセージに耳を傾け、(仕様書などに頼らず)作り出したソフトウェアの中から、「ダイヤモンドの原石」と呼べるものを経営者が見出して製品化するという形でソフトウェアが作られている。(中島聡)

○日本の今の経営者は、判断放棄・・・素人でもできる判断。⇒全ての産業？  
プログラム作りは下請けに丸投げ

○米国では、「ダイヤモンドの原石」を見分ける力が、経営者の価値。

「長時間の会議で作った「誰が見ても作るべきエビデンス」の揃ったもの」からイノベーションは起こるのか？



# 市場調査等によるエビデンスで固めることが良いのか？

○IT産業の問題だけではない。

**ハーバード・ビジネススクール**のケーススタディで引用されている**本田宗一郎**の言葉:

「市場調査は、ある意味で有効だと思う。

例えば、既成の製品の評判を探ろうという場合である。だからといってそれを基礎に改良品を出して売れるかといえ、それは判らない。(中略)

大衆がもろ手を挙げて絶賛する商品は、**大衆のまったく気の付かなかった楽しみを提供する、新しい内容のものでなければならない。**」

→市場調査では、一般大衆の現状の一般的性向がわかるだけで、市場の方向を変えるような「破壊的技術」は生まれにくい。

# 効率の悪い意思決定からは何も生まれない!

直ぐに○●委員会を作るのは・・・???

## C I A (戦時中はOSS)のSimple Sabotage Field Manual

第二次世界大戦時のCIAの秘密資料。2008年に情報公開。題してSimple Sabotage Field Manual。敵国内のスパイが、**敵国組織の生産性を落とすため**にどのように「サボリ」を誘導できるか、という「**サボリ誘導ガイド**」である。

- ・「**注意深さ**」を促す。スピーディーに物事を進めると先々問題が発生するので賢明な判断をすべき、と「**道理をわきまえた人**」の振りをする。
- ・**可能な限り案件は委員会で検討**。委員会はなるべく大きくする。最低でも5人以上。
- ・何事も指揮命令系統を厳格に守る。**意思決定を早めるための「抜け道」を決して許さない**。
- ・会社内での**組織的位置付けにこだわる**。これからしようとするのが、本当にその組織の権限内なのか、より上層部の決断を仰がなくてよいのか、といった疑問点を常に指摘する。
- ・前回の会議で**決まったことを蒸し返して再討議**を促す。
- ・文書は細かな**言葉尻にこだわる**。
- ・重要でないものの完璧な仕上がりにこだわる。
- ・重要な業務があっても会議を実施する。
- ・なるべく**ペーパーワークを増やす**。
- ・業務の**承認手続きをなるべく複雑化**。一人で承認できる事項でも3人の承認を必須にする。
- ・全ての規則を厳格に適用する。

・・・正に、日本の今の経営者のバイブルの如し

SIMPLE SABOTAGE  
FIELD MANUAL

Strategic Services  
(Provisional)

Office of Strategic Services

Washington, D. C.

17 January 1944

This Simple Sabotage Field Manual — Strategic Services (Provisional) — is published for the information and guidance of all concerned and will be used as the basic doctrine for Strategic Services training for this subject.

The contents of this Manual should be carefully controlled and should not be allowed to come into unauthorized hands.

The instructions may be placed in separate pamphlets or leaflets according to categories of operations but should be distributed with care and not broadly. They should be used as a basis of radio broadcasts only for local and special cases and as directed by the theater commander.

AR 380-5, pertaining to handling of secret documents, will be complied with in the handling of this Manual.



William J. Donovan

Director

STRATEGIC SERVICES FIELD MANUAL No. 3

# イノベーションの足を引っ張る今の日本の企業体質

- ・ ・ ・ 各社の内々の話を聞いてみると ・ ・ アンケート調査には現れない本音

社内：従来製品の担当：既に販売実績があるので社内的には優位  
⇒潜在的な競合相手となる社内イノベーションに対してネガティブキャンペーン

他社：従来製品の会社：大きいシェアがあり市場に影響力がある  
⇒潜在的な競合他社のイノベーションに対してネガティブキャンペーン



- ・ イノベーションの主体がベンチャービジネスであれば、市場から締め出される
- ・ 社内にいられず中韓企業に拾われる ・ ・ ・ ・ 有機EL等
- ・ 国内を諦め、他国でビジネス ・ ・ ・ ・ Windows、EV用電池等

◎P社：タブレットのアイデアは、米国でタブレットが製品化される10年前にP社の企画会議に提案されたが、当時の重役は問題点を指摘して握りつぶした。

◎日産リーフは、社内批判で潰されないように、社内に極秘の社長直轄開発チームを設け開発。

# 日本では企業も少子高齢化・・・楽市楽座が必要

## ■2017年度 日本企業 時価総額上位10位

- 1位：トヨタ 1937年創業
- 2位：NTT 1952年創業
- 3位：NTTドコモ 1991 (1952) 年創業
- 4位：三菱UFJ 2006 (1880) 年創業
- 5位：ソフトバンク 1978年創業
- 6位：キーエンス 1974年創業
- 7位：KDDI 1970年創業
- 8位：ゆうちょ銀行 2006 (1875) 年創業
- 9位：任天堂 1947年創業
- 10位：ソニー 1946年創業

## ■2017年度 アメリカ企業 時価総額上位10位

- 1位：アップル 1976年創業
- 2位：グーグル 1994年創業
- 3位：マイクロソフト 1975年創業
- 4位：バークシャー・ハサウェイ 1888年創業
- 5位：エクソン・モービル 1911年創業
- 6位：アマゾン 1994年創業
- 7位：フェイスブック 2004年創業
- 8位：ジョンソンエンドジョンソン 1887年創業
- 9位：JPモルガンチェース 1799年創業
- 10位：GE 1892年創業

○日本では、時価総額**50位**の中でさえ、**創業30年以内の企業はない**。（60位台に漸くヤフーが入ってくる）

○**10位の中に3社も入ってくるアメリカ**とは大きな違い。

# 既得権が意図的にイノベーションを妨げる日本・・・フェアな環境？

- ・ 電力・・・再エネの導入を阻止するために敢えて20年前の送電オペレーション？  
⇒電力システム全体がICT時代についていけない  
IPPガス火力の立地を阻止するために幹線ガスパイプラインを阻止？  
⇒日本にはガスTSOがついにはできなかった
- ・ ガス・・・ガスの全国市場の形成を阻止するために幹線ガスパイプラインを阻止？  
30年前の送ガスオペレーション  
⇒日本にはガスTSOができず、30年前のガスオペレーションのまま
- ・ 石油・・・バイオ燃料の普及を阻止するために様々なネガティブキャンペーン
- ・ 自動車・・・電気自動車の開発・普及を阻止するために様々なネガティブキャンペーン
- ・ 商社・・・ガス国内価格の維持のために国際パイプラインを阻止？・・・取引手数料10%
- ・ 森林組合・・・森林組合の人員削減を阻止するために機械化を阻止？

この他にも、メタンハイドレード、国内海底ガス田、・・・等々。

欧米・中韓は日本の現状を最近を良く理解し、呆れかつ見放す？？？

# ● 「せいぜい」 こんなもの・・・という常識的発想からの脱却 ⇒ Disruptive Innovation

## 素人でもわかる判断しかしない経営者にInnovationは支援できるか？

### 例えば、具体的な例では

自動車では、

◎欧米や日産等では、EVを主力製品として開発。⇒量産⇒コストダウン

◎トヨタ等のほとんどの日本企業は、EVは「せいぜい」航続距離の短いコミューターカーにしか使えないと思っている。

⇒いつまでも特注品として高コスト

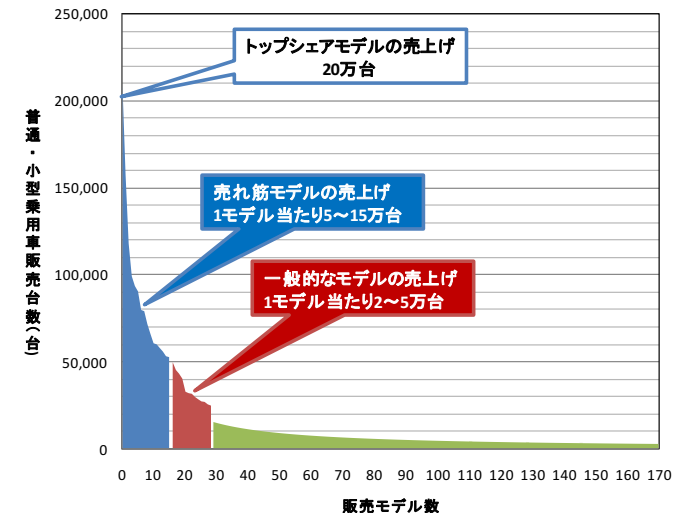
エネルギーでは、

◎欧米は再生可能エネルギーは、原発・火力の旧技術を駆逐する最新の主力電力技術と考えている。⇒次世代電力システムにすばやく転換⇒コストダウン

◎日本の電力会社は、再生可能エネルギーは「せいぜい」企業姿勢を示すための添加物のようなものと思っている?⇒古いシステムのまま取り残される。



普通・小型乗用車2009年販売台数



# 戦前世代の企業経営者のいた時代は？

## ○M社の戦前世代の役員の発言

- ・ 10人の人間に聞いて7人賛成するようなプロジェクトは既に手遅れ
- ・ 10人の人間に聞いて3人賛成するくらいの時に直ぐに着手すべし

## ○S社の役員の発言の昔と今

- ・ 高度成長期の役員：アイデアを売り込みに来るなら特許を取る前に来い  
本当のキーアイデアは特許を取らないものだ
- ・ 今の役員：アイデアを売り込みに来るなら特許を取ってから来い

## ○今の多くの会社は、

- ・ 市場調査と長時間の会議で作りに上げた「誰が見ても(素人がみても)作るべきエビデンス」の揃ったところで意思決定



# イノベーション・・・東シの考え方 戦前からの企業の方が技術力維持のノウハウがある

## ①「深い」は「新しい」・・・内なるフロンティア

基礎技術が稼ぎ頭の製品になるまで半世紀を要することも。半世紀先の社会・産業を想像。突飛なことをするのではなく、得意な技術領域を深めていくことが思わぬフロンティアを開拓。

## ②ブレークスルーは自由裁量から

開発者の時間の20%は、報告義務のない自由な活動として許容。自由裁量の中から往々にしてブレークスルーは生まれる。

## ③超継続が革新を生む

半世紀先のビジョンを懐に、経営者は株主にも左右されずに我慢。継続が、「革新」を呼び込む。技術者には次世代の価値を見抜く力が必要。

## ④技術者を処遇する

技能者も含め技術を持つ者は老齢まで雇用。外国企業に引抜かれる技術者は皆無。仕事の評価は、減点主義ではなく、加点主義。育成のポイント：一分野深い専門性＋複数分野の専門性、未知へのアプローチの「ツボ」の感覚、視野の広さ、能動的。

## ⑤技術融合

井中の蛙では頭脳が刺激されず。イノベーションは、他社・異業種交流から生ずることが多い。

## ⑥技術の確保

基幹先端技術高付加価値商品の国内生産により利益→開発へ再投資、開発途上技術も可能な部分から製品化、資金還流。真の基幹技術は特許を取らず非公開。

# まとめ

あらためて、これからなにをすべきか

## 事実の認識

- 気候変動は既にロックインされている。
- 世界は、気候変動に対応したエネルギーシステムに変貌しつつある。
- 世界の技術体系は大変革期にある。
  - ・エネルギー:再生可能エネルギーによるエネルギーシステムへの転換
  - ・交通:電動化、自動化
  - ・産業全般: AIの導入
  - ・ . . .
- これらに関連するイノベーションの時代

## 基盤のシステムの改革

- 分散電源を「リアルタイム」で「公平」に管理できる送電管理システムへの改革
- バイオメタンや水素を流通できるガスパイプシステムの構築、ガスTSOの創設、TSO型のガス管理の導入

## イノベーションのできる人材の活かせるシステム

- 「良い事例」による大学教育 . . . ハーバード・ビジネススクールのケーススタディの選び方
- 「類は友を呼ぶ」 . . . 「ダイヤモンドの原石」を見分けられない経営者(例えば、村度での勝者)は、「ダイヤモンドの原石」を見分けられる経営者を育てることはできない。 . . . 時とともに経営者能力は劣化  
⇒社会的に確定した評判ではなく「イノベーション」を評価できる経営者の登用
- 「若い才能」に「任せる」ことができるシステム
- 「ネガティブキャンペーン」や「批判」ではなく、加点評価する企業風土の育成
- 役人、専門外の学者、素人の経営者(銀行出身者等)の「権威」の判断が「専門性」より優先されない
  - ・ . . . ○○委員会の評価は無用

# 喫緊のイノベーションが必要とされる分野

## ○ハードだけでなく運営システムソフトも重視

日本はハード指向でソフトが疎か・・・ソフトは付属品・・・

### 情報

日本 機器が主役 = ネットワークは脇役 = **ソフトは付属品**  
世界 ソフトが主役 = ネットワークは準主役 = 機器は脇役

### 電力

日本 発電が主役 = 送電線は脇役 = **送電管理ソフトは送電線のオマケ**  
世界 送電線が主役 = 送電管理ソフトがノウハウの主役 = 発電はその他大勢

### ガス

日本 配ガスが主役 = 送ガス管は無し = **送ガス管理ソフトは無し**  
世界 送ガスが主役 = 送ガスソフトがノウハウの主役 = 配ガスはその他大勢

### 機械産業

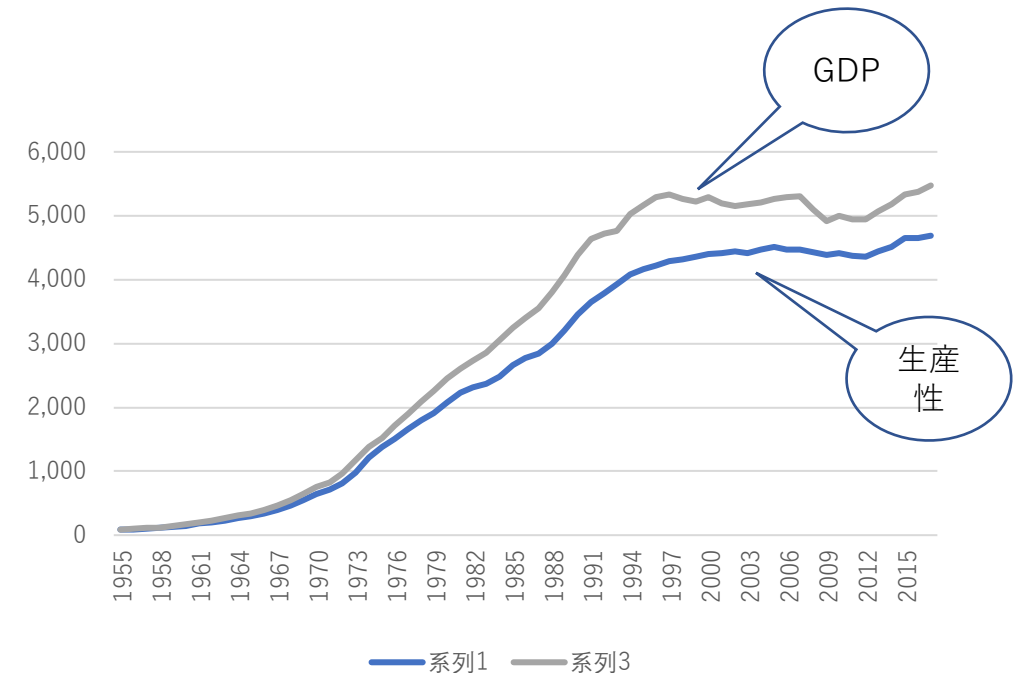
日本 ハードで性能を出す = ソフトは脇役 = ネットワーク機能はオマケ  
世界 ソフトで性能を高める = ハードは基本性能 = ネットワークでソフトを支える

### ソフト産業の位置

日本 主要産業でソフトは外注 = ソフト産業は下請け = ソフト製作者は低賃金  
外国 イノベーションの鍵はソフト = 基幹ソフトは内製 = ソフト製作者は高賃金

# 喫緊のイノベーションが必要とされる分野

- 分散エネルギーとグリッド管理の連携・・・グリッドイノベーション  
様々な新しい技術アイデアに対応できる柔軟なグリッド管理の実現が必要条件  
「バイオメタン」や「水素」の流通できる欧米のような全国ガスグリッド  
電力、ガス、熱、情報の4層のグリッドシステム
- 交通の電動化と支えるシステム  
中小型EVの主力商品化、EVを前提とした建築、街づくり  
EV蓄電池のアグリゲートと電力グリッド管理との連携
- 大規模な国産エネルギー開発  
大規模浮体式洋上風力の計画的立地
- AIを用いた自動運転と生産性の向上  
物流車両、公共交通(バス、タクシー)の自動運転化
- AIを用いた生産性の向上による、少子化対策、賃金上昇



# 最後に蛇足

## Simple 効率化 Field Manual

組織の生産性を上げるためにどのようにするか

- ・ 一見「道理をわきまえたように見える」常識論に振り回されずに、スピーディーに物事を進める。
- ・ 可能な限り委員会は設けない。委員会を設ける場合であってもなるべく小さくする。最大でも5人まで。
- ・ 意思決定を早めるために時には指揮命令系統の「抜け道」を許す。
- ・ 会社内での組織的位置付けにこだわらずに柔軟に対応する。
- ・ 前回の会議で決まったことは原則として蒸し返して討議しない。
- ・ 文書の細かな言葉尻にこだわらない。
- ・ 重要でないものには必要以上の完璧さを求めない。
- ・ 会議より重要な業務の方を優先する。
- ・ なるべくペーパーワークを減らす。
- ・ 業務の承認手続きをなるべく簡略化。一人で承認できる事項は一人で承認する。
- ・ 規則の適用は、事柄に応じて柔軟に対応する。

# 中間報告

## ABBのシミュレーションソフトPROMODを用いた送電シミュレーションの実施

京都大学 内藤、安田、陳  
IGES 川上、劉、栗山、有野

# ABBのシミュレーションソフトPROMODを用いた送電分析の実施

**実施者：**京大・IGESチーム

京大：内藤、安田、陳

IGES:川上、劉、栗山、有野

**実施期間：**2020年1月～2020年12月

**研究の目的：**

- ・ 欧米流の実潮流計算に基づく送電管理の年間8760時間のシミュレーションを行うことにより、欧米と同様のフローベ-スの送電管理を行った場合の現況送電線を前提としたキャパシティ評価、将来の再エネ拡大ケースに応じたキャパシティ評価・出力抑制の状況等の解析等
- ・ 超高圧変電所をノードとしたノード価格の算定を行い、日本においてノード価格表示、ゾーン価格表示を行った場合の、卸売価格の地理的な分布を明らかにする。これから送電制約区間を明らかにする。
- ・ これらに基づき、送電キャパシティ管理の改善策の提案を行う。

**研究の方法：**

ABBが米国等の系統運用で実用に供している送電シミュレーションソフトウェア「PROMOD」を用い、日本の現電力系統を対象としてシミュレーション分析を実施する。公表されている潮流データから需要データ等作成。

**関連先行研究：**

東京大学小宮山先生等：電力需給モデルを活用したシミュレーション調査

立命館大学竹浜先生等：変動制電源大量導入による2030年の電力バランス、地域間送電とデマンドレスポンス活用の検証



## PROMODの特性

◎米国 I S O 等で用いられている前日市場対応の入札、ユニットコミットメント、ディスパッチのシミュレーション

- ・送電線・変電所等のトポロジーの入力、送電線諸元・制約の入力
- ・発電所の入力、最大・最小出力、ランプ u p ・down速度、燃料コスト、始動コスト、発電BID等の入力
- ・Node毎の需要の入力
- ・発電所、需要のNodeへの紐づけ
- ・時間解像度→1時間（もっと小さくも可）
- ・対象期間・・・任意
- ・発電制約、送電制約を考慮し最も経済的なユニットコミットメント、ディスパッチ、Node価格を算出
- ・潮流計算は、直流近似潮流計算

## 京大・IGESチームのシミュレーション

◎東日本を対象にモデル年の8760時間シミュレーションを実施

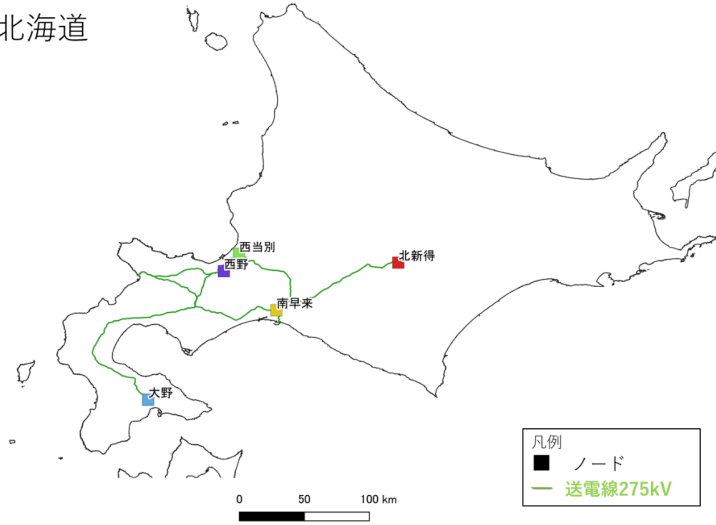
- ・トポロジー：東日本の27.5万V以上の送電線、変電所等・・・119Node(北海道6、東北28、関東85)
- ・発電所：大規模火力等・・・個々に入力、再エネは発電量をNode毎に整理し紐づけ
- ・需要：公表されている2018年実績潮流に基づきNode毎に8760時刻別に整理

現在の状況：

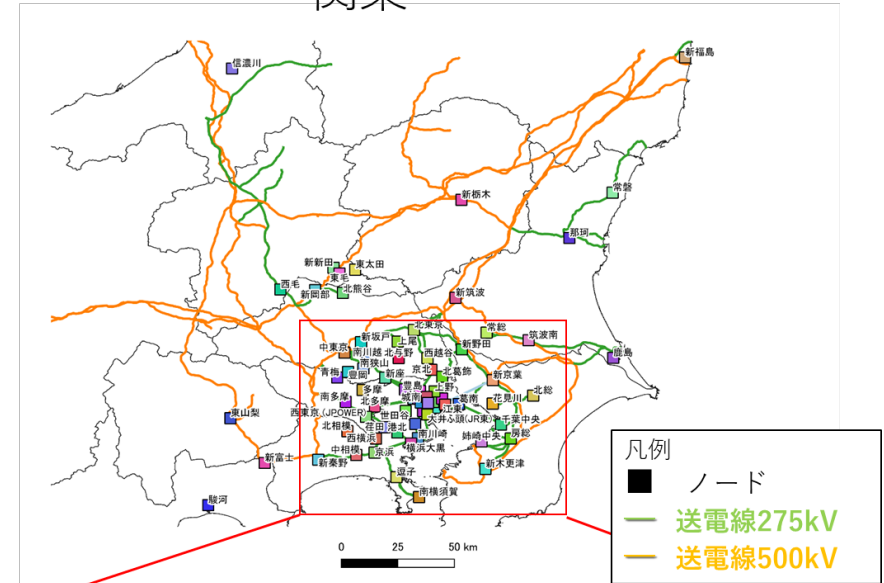
- ・需要データの整理は概ね終了。発電データは再エネデータの整備中。
- ・Node数の少ない北海道で、PROMODによるコミットメント、ディスパッチの検証中。

# 各ノードと275kVの送電線図

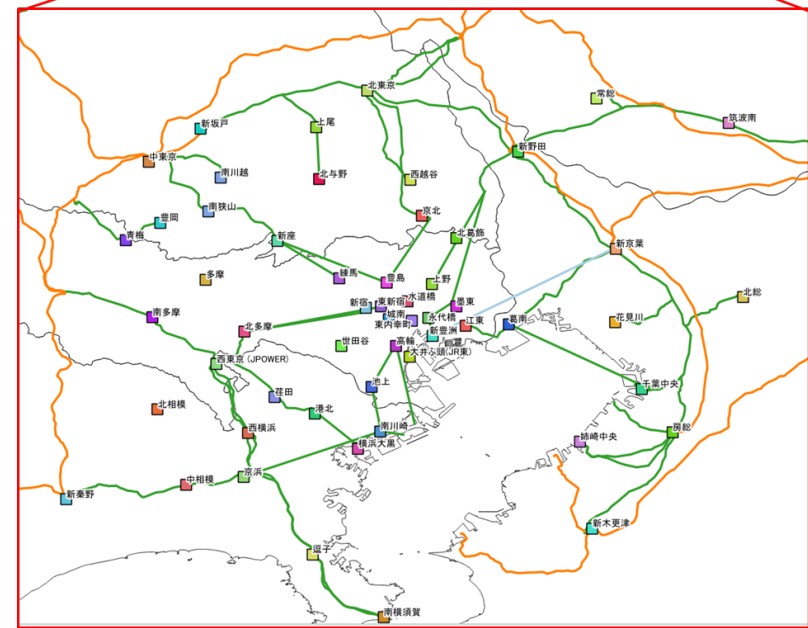
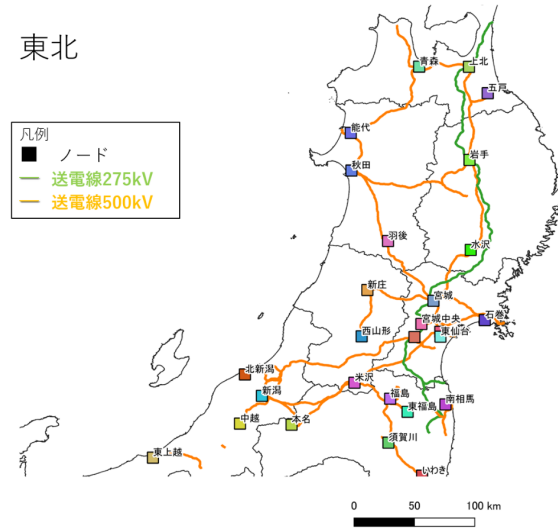
北海道



関東

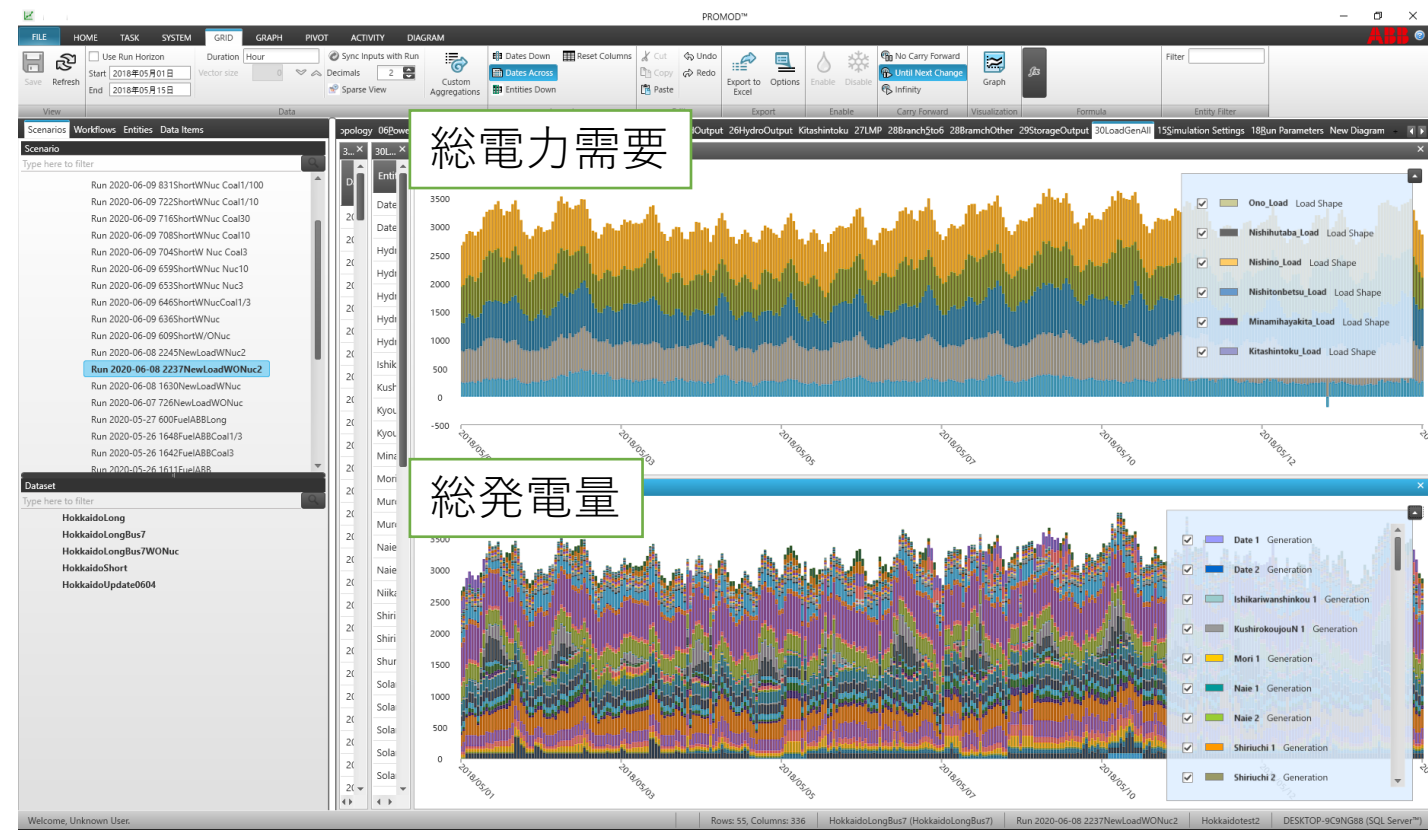


東北

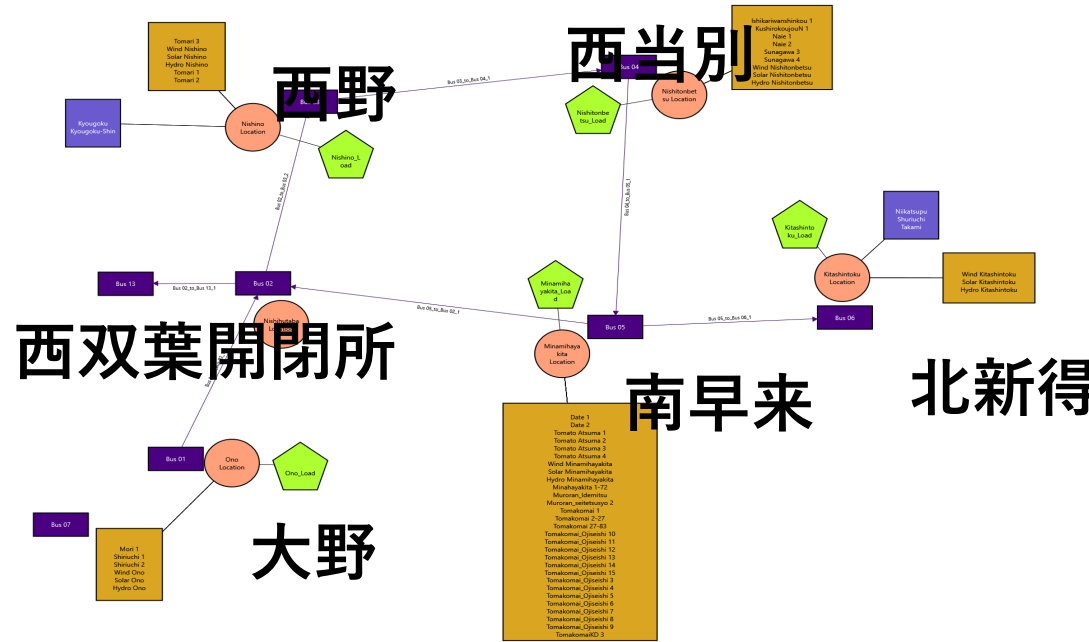


# インプットデータの整理

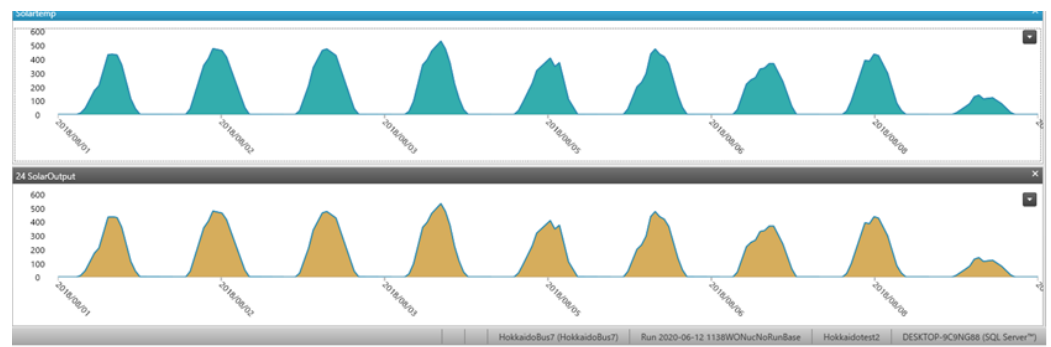
データ項目	データ根拠
電力需要	各電力会社が公表する潮流実績（送電線及び変圧器）及び需給実績データをもとに作成。
火力原子力 （燃料価格含む）	ABB提供データ。調整力に関するパラメータも含まれている。 （各種資料で妥当性を確認）
揚水力発電	ABB提供データ。調整力に関するパラメータも含まれている。 （各種資料で妥当性を確認）
水力発電	電力土木技術協会水力発電所データベース、国土交通省一級河川における水力発電施設諸元一覧、エレクトリカルジャパンを基に、発電所別容量及び発電特性を特定。位置情報については、水力発電所位置検索データベースを利用
太陽光発電	固定価格買取制度によって公開される情報を基に、太陽光発電協会がまとめる市区町村別データを利用。出力パターンは、気象庁公開の日射量データ及び各電力会社が公表する需給実績を参照
風力発電	風力発電協会が収集するプラント別データを利用。各発電所の位置情報も含まれている。ポテンシャルについては、環境省再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査を利用。出力パターンについては、気象庁公開の風速データ及び各電力会社が公表する需給実績を参照
地熱バイオマス	ABB提供データ及び各電力会社が公表する需給実績。詳細は検討中
送電線	各電力会社が公表する「送変電設備のインピーダンス」情報を参照
変電所	Google mapなどから位置を特定



## 分析のBus (ノード) と Branch



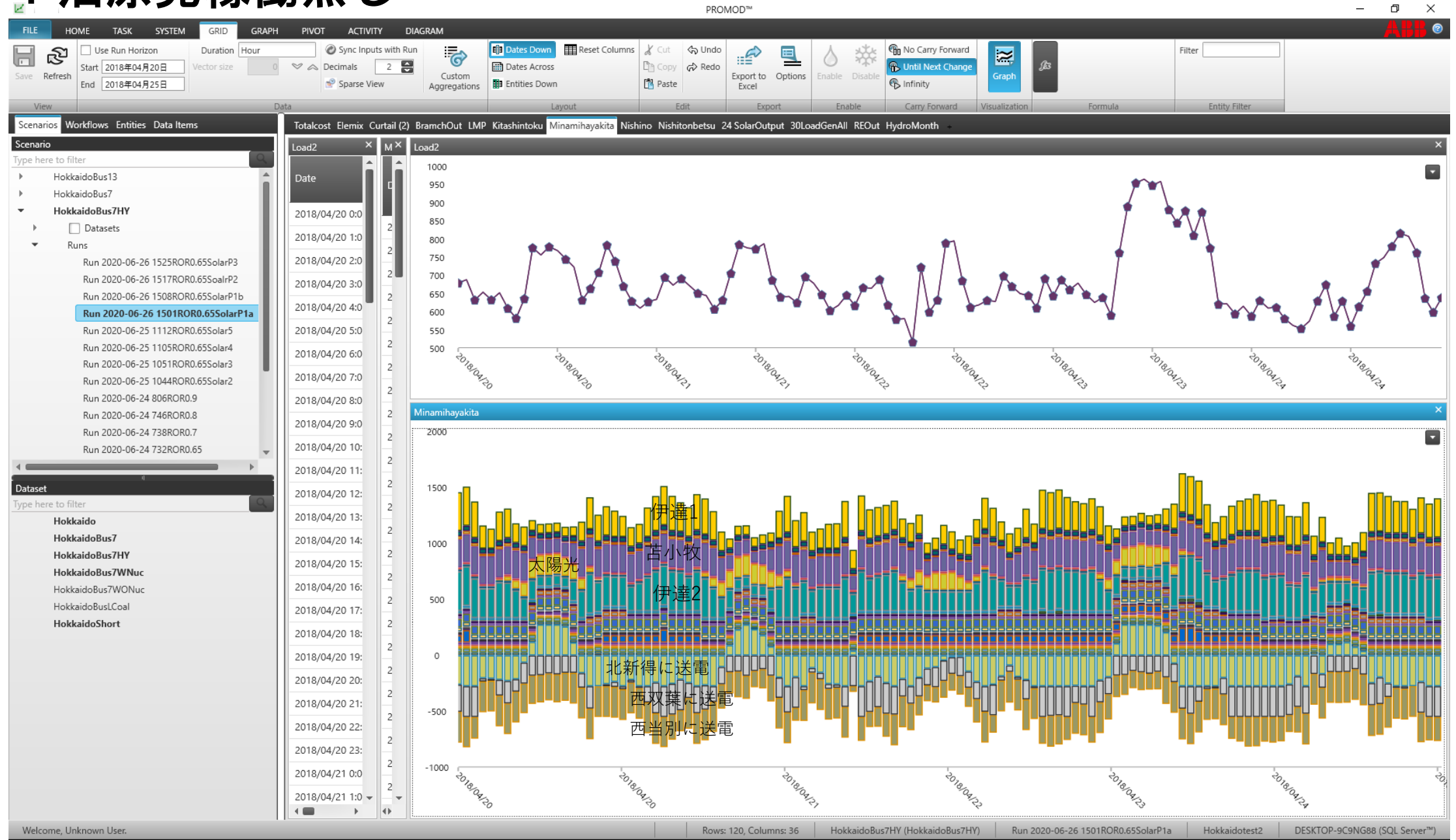
## 8月1日から10日の北新得の太陽光発電



- データの入力は、1時間単位
- Node毎に入力
- 各火力発電所等の諸元はABBデフォルトデータ使用
- 需要データは2018年潮流公表データを使用

# 南早来ノード内需給バランス分析結果例 (2018年4月20日~4月25日)

## 条件：泊原発稼働無し



**御静聴ありがとうございました。**

AIは与えられたビッグデータの範囲ながら、  
人が思いつかないことをやってのける

## 日立のAI 「H君」のブランコの学習

AIのディープラーニング

第一段階 闇雲に漕いでみる

第二段階 コツを掴み始め、  
普通に漕げるようになる

第三段階 人より上手に漕げる  
前と後ろと二回踏み込む

AIは与えられた任務しかこなさないが、自分で  
取得した情報により、人間が思いつかなかったよ  
り優れた新たな方法を考案することができる。

<https://www.youtube.com/watch?v=uimyyGFww2M>

