# - RIETI Brown Bag Lunch Seminar - デジタル化がもたらす製造業への衝撃

2018年9月27日 12:15~13:00

経済産業研究所

講演資料

# **MK&Associates**

この資料はMK&Associatesの著作物です。いかなる形でも無断の複写・転載・利用を禁じます

#### □河瀬 誠 (有限会社 エムケー・アンド・アソシエイツ 代表)

- 東京大学工学部計数工学科卒業、ボストン大学大学院・理学修士 &経営学修士 (MBA)取得
- 王子製紙(株)、A.T.カーニー、ソフトバンク、ICMG(旧アクセル)を経て、現職
  - ・ 王子製紙では、エンジニアとしてプラントの設計&建設、またシステム構築を担当
  - · A.T.カーニーでは、主に通信と金融業にて、新規事業戦略策定などを担当
  - ソフトバンクでは、放送事業持株会社の企画部長として、新規事業・買収などを担当

#### 著書の一部

■ 内、「戦略思考コンプリートブック」は、アマゾンの「永遠のビジネス書ベスト100」に選ばれました

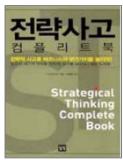
















#### 現在の主な仕事

- 総合電機・大手ICT企業・金融機関などにて、経営幹部を対象に中期経営計画の策定・実現を支援
- 総合電機・大手ICT企業・大手商社、製造業などにて、新規事業の創出を支援
- 総合電機・大手ICT企業・大手商社などにて、グローバル・マーケティングの実践を支援
- 日経ビジネススクールなどにて、戦略に関する複数講義を定期開催

#### プライベートには、超!理系です

- 中学生の頃、微積分の美しさに感動、有機合成が楽しくて毎日実験、微分方程式とラプラス変換と芳香族アミンの合成が趣味。プログラミングすげー!(コンピューターは身近に無かったが…)
- 余暇で作っていたロケット(ニトログリセリン燃料)が爆発して、血まみれ、NHKのトップニュースに…
- ついでに、留学時代に旅行(バックパッキング)に目覚め、今まで世界中、70カ国以上を訪問

- 「常識」を Un-Learn しろ
- ▶ 人口動態と次の成長国
- ■デジタルの破壊力
- ■商流・物流・金流の再編成
- ▶ 激変するモノづくり
- 無料となるエネルギー
- ■消滅する自動車産業
- デジタル化する生命
- 21世紀の主要産業
- 21世紀の組織と社会
- 事業へのインパクトと戦略転換

■「破壊的技術」の登場により、今まで主力だった技術も産業も企業も交代する



石器時代が終わったのは、石がなくなったからではない。「鉄」が登場したからだ

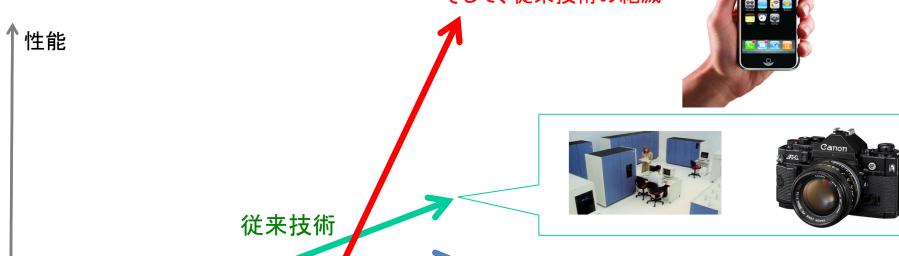
馬車の時代、人々が欲しがったものは、自動車ではなく、「もっと早い馬車」

破壊的技術の登場当初は、「おもちゃ」。しかし圧倒的スピードで進化する

# (参考) 破壊的技術とは?

- ▶ハーバード大学クリステンセン教授「イノベーションのジレンマ」
  - メインフレーム(汎用計算機)に対する、PC(マイコン・パソコン)
  - フィルム・カメラに対する、デジカメ、など
- 従来技術に対して、圧倒的に速く進化

従来の顧客の期待・想像を 超える「新たな市場」の登場 そして、従来技術の絶滅



顧客の期待

「安価な代替品」







破壊的技術

「使えない"オモチャ"」 時間

# 「デジタル」の指数関数的進化

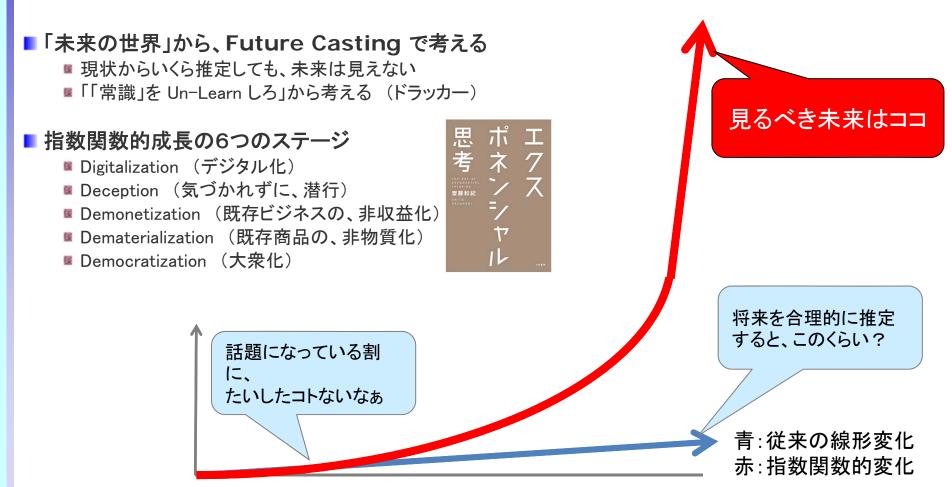
■ 物理学・化学・生物学の世界とは、桁違いの速度で成長する、デジタル(情報処理) ■ ムーアの法則: 価格性能比は、10年で 倍!、20年で 倍! ■ 個別CPUの性能拡大から、大規模並列化による性能爆発へ。スパコンの性能も、オームの法則通り ■ 2045年には、人間の情報処理量全体より、機械の情報処理量が上回る「シンギュラリティ・ポイント」に到達 1965 1975 1985 1995 2005 2015 2025 2035 2045 脳との連 画像処理 数值処理 テキスト処理 認識処理 携? 1光年=9\*10<sup>15</sup>m Windows95の登場、インターネット元年の 1,000,000,000,000,000m\* 1995年の価格性能比を、1mとした場合 地球と太陽の距離:150.000.000.000m 対数グラフだと直線だが、実数値だと、 1.000.000.000.000m\* どの局面でも、スティック型の指数関数 2045年▲ 1.000.000.000m\* シンギュラリティ・ 地球の直径:12,000,000m 1.000.000m\* ポイントに到達 ▲2011年 1,000m\* AIが囲碁でも人間を破る ▲2011年 人の身長:1.7m IBMワトソンがクイズ番組で優勝 1m\* ▲2007年 アイフォンの登場 1mm\* ▲1997年 IBM DeepBlueがチェス・チャンピオンに勝利 髪の毛の太さ:0.1mm 1μm\* ▲1995年 Windows95によるインターネット元年 DNA分子の幅2nm **1nm**\*

▲1982年 NECPC9801発売 ▲1977年 パソコン(Appell)の誕生

▲1964年 IBM system360 発表

# 「デジタル」化した世界は、破壊される

- 指数関数で変化する世界では、今を見ても、未来は読めない
  - ヒトゲノム・プロジェクト: 最初の7年で1%を分析完了
  - 線形に考える未来では、終了には「あと693年」かかる
  - しかし、「デジタル」の指数関数の世界では、1%できたら「半分できた」こと (レイ・カールワイツ)



- スマホや自動車やドローンなどのマシン、至る所に設置されるセンサーからの情報収集
  - さらにたとえば、ペンなどの文房具、洋服のボタン、食品のパック、などなど
  - 今の技術でも、1cm²ほどの小さなCPUチップとリチウム電池を仕込み、Bluetoothで1日数回通信する場合、電池寿命は10年以上。現在の単価数千円も、10年後には1~10円に?(物理的な電池の進化は若干遅い)
  - カメラも平面化し、現在の監視カメラ以外にも、あらゆる画像情報が収集される
- ■通信も、実質無料に
  - 5G規格は、現在の1000倍の通信量を想定、10Gbps、遅延1ms以内
  - LPWA (Low Power Wide Area) は、極低帯域・長距離で超省エネ
- IoTは、世界中の情報を瞬時に収集する「超・感覚器」



孫正義氏「1兆個のCPUが世界にばら撒かれ、相互に接続する」 ⇒ 基盤となるARM社を買収

Googleのサーバーセンター



- IoTという「超・感覚器」で集めた情報を使いこなす、「超・頭脳」
  - たとえばグーグルは、推定1.000万台のサーバーを世界中に分散配置
  - 世界のサーバー出荷数は、年間約 1.000万台、日本で年間約50万台
  - 価格性能比向上のため、2年に1回、全サーバーを自社製造・更新。世界最大のサーバーメーカ

#### ■ GAFA+BAT によるデータの支配

- AIの時代には、データこそが競争力の源泉(後述)
- Google/Amazon/Facebook/Apple & Baidu/Alibaba/Tecnent による、世界中のデータの収集

#### ■ セキュリティは重大事項となる

- クラウド以前でも、外国の核施設を遠隔で使用不能にする能力。近未来では、自動運転の乗っ取りも可能に
- 政府による、国民や企業活動の全情報の把握(中国、および米国でもスノーデンによる暴露)

# 「深層学習」による認知の進化

#### ■ 脳を模倣した「深層学習(Deep Learning)」の採用

- いわゆる「AI(人工知能)」、機械学習の一種
  - 「知能」を持つ汎用AIではなく、統計技術をベースとした狭義の特定目的AI
- 今までは、人がロジックを設計していたが、手詰まりに
  - 写真の中の「ネコ」は、ロジックでは発見困難
  - ところが人なら、子供でも「ネコ」は「ネコ」と認識する
- 大脳を模倣した、複数階層の神経網(Neural Network)を構成した処理
  - ・ モデルは50年前からあったが、計算量が追いついてきた
  - ・ グーグルでは、1000万枚の猫の画像を学習し、「ネコ」を学習
  - ・ 自動で「勝手に」学習する。なぜ認識できるか、ロジックは分からないが、ともかく認識する
- ■「超絶的な演算力」による、圧倒的な学習能力
  - 世界中の端末からの情報で、同時に学習。学習した内容は、全ての端末で即座に共有可能
  - ・ 人の脳の演算能力は、スーパーコンピューター「京」の2.500倍。まだまだ及ばないが、射程内

#### ■進化する機械の知能

- グーグルが2014年に買収した、Deep Mind社のDQN
  - ゲームを勝手に学習して、新しい手を習得 (https://www.youtube.com/watch?v=V1eYniJ0Rnk)
- その2年後:DQNを率いたデミス・ハビサスの開発したアルファ碁
  - 1997にDeepBlueが勝利したチェスの手数と違って(10<sup>120</sup>)、
     碁は超絶的に手数が多く(10<sup>360</sup>)、ロジックを追い切れない
  - ・機械の勝利はあと10年先と言われたが、アルファ碁は名人の 打ち手をイメージで学習し、2016年に世界トップに
- さらに2年後
  - ・ 人間を介在せず、機械同士で学習する「アルファ碁ゼロ」は、 たった2ヶ月の学習でアルファ碁に100戦100勝の圧勝





#### ■ 英語や中国語では、自動音声認識は、当たり前の世界に

- すでに2011年には、IBMのワトソンが、米国の人気クイズ番組で優勝
  - https://www.youtube.com/watch?v=P18EdAKuC1U
- 現在は、コールセンターなど、用途限定の英語応対は、人間と区別がつかない
  - 人より気が利く、グーグルのコールセンター対応(<a href="https://www.youtube.com/watch?v=W0SX95kvoWY">https://www.youtube.com/watch?v=W0SX95kvoWY</a>)

#### ▶ 世界で最も難しい言語、日本語の対応はまだ遅れているが、それでもこの1年で急速に実用域に

- 日本語は、同音異義語・同文字異発音の極端な多さ、ルール無き漢字かな混じり、敬語の存在…
- NTTの開発したソフトは、和訳・英訳共に、すでにTOEIC900点超え(=受験者上位4%以内)、かつ人が終日かかる作業を、数秒で処理(2017年)
- Siriなど、日本語の自動翻訳能力も年々向上

#### ■ 翻訳への活用

- 深層学習を採用して以後、翻訳精度は圧倒的に向上
- 続々登場するアプリ・製品
  - Google の翻訳アプリ(右、画像認識して翻訳)
  - スカイプも、リアルタイム翻訳対応に
- 例: 中国で技術系の国際会議に出た友人
  - ・リアルタイムで英語・中国語の字幕表示。講演だけでなく対談も、 英語と中国語のミックスで質疑応答が進んでいた



# 進化するロボット

- 20世紀、日本はロボットの最先端の国
- ホンダのASIMOは、全ての制御をプログラム
  - 2000年に人型モデル開発、2005年に愛・地球博で人気
  - アシモは、人が全てのロジックを開発・制御
    - 一度転ぶと、全てを人手で解析・デバッグする大変な作業
    - ・ 決められた動作以外、例外処理の能力は、限定的





- ボストン・ダイナミクスのAIロボット
  - 深層学習で、人や動物が歩くのを覚えるように、覚える
  - 機械というより人と動物の動き
  - 子供型ロボ
    - https://www.youtube.com/watch?v=sAmyZP-qbTE
    - ・ https://youtu.be/fRi34o4hN4I (バク宙画像)
  - 犬型ロボ
    - https://www.youtube.com/watch?v=tf7IEVTDjng
  - 馬型ロボ
    - https://www.facebook.com/nwtls/videos/10154856112736138/
  - ボストン・ダイナミクスは、元々米軍の研究を担当。その後、グーグルが買収し、ソフトバンクが再買収
- 21世紀のロボットの覇者はどうなるか?



13

- 人工知能により、「半分の仕事」が消滅する?
  - オズボーン「雇用の未来」など
- ■しかし、これまでも...
  - 明治初頭には、人口の8割が農民。現在は専業農家は人口の1%だが、当時以上の農業清泉寮
  - 機械化と自動制御による、単純な工場労働者・作業者の(ほぼ)消滅
  - ■情報処理(OA化)による、経理・管理・総務業務の大幅な人数削減
    - ・「武士の家計簿」: 電卓が普及する1970年頃まで、裃がスーツに、正座が事務机になっただけで、経理部門も風景は江戸時代と同じだった
    - ・ 有人改札:1990年、新宿駅の写真、他にも、電話交換機のクロスバー操作も女性の花形職場





- 今生まれた子供たちの、2/3は、今は存在しない職業に就職する
  - 20年前にはなかった、現在の仕事や産業の誕生も
    - ・ ウェブやゲームなどのデザイナー&プログラマー、各種コンサルタント、グローバル関連の職業、エコや健康関係のアドバイザー、などなど(デューク大学Davidson教授)
  - どんな職業が誕生するかは、今は想像できない
    - 昭和の子供には、自分が「ウェブ・デザイナー」になることは想像できなかったはず。

仕事がなくなる? 当たり前ではないか? 残ってもらっては困る 早く消えろ!

## パターン的知的労働の消滅

#### ■膨大な専門知識検索の代替

■「モノ知り」である(だけの)価値の消滅

#### ■窓口業務の代替

- 窓口業務(銀行・ホテル・携帯電話・営業・役所)の代替
- コールセンター(営業、クレーム・技術対応)の代替、など
- 専門知識が必要な割に、定型的。また、ストレスも多く、賃金も低い
- ■ピーク対応も、AIならば問題なし
- ルールの作成、ルール外の新たな例外事例対応には人間が必要

#### ■専門職事務の代替

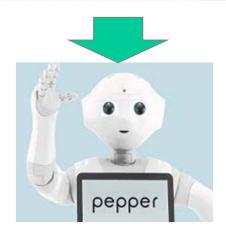
- 弁護士の補助業務
- 簿記・会計・監査の事務員業務の代替
- 判例の検索・指針検討業務に、すでに適用

#### ■ 医師の診察業務の代替

- 基礎的な問診などは、ほぼルーチン業務
- CT画像診断、心電図診断などは、既に平均的な医師より高得点
- 東大での難病発見の事例(2016年)
- エピソード: 医者との会話







専門知識と習熟に価値はなくなる。「創造」と責任をとった判断のみに、価値が残る

#### ■最近のニュース

- 株式トレーダーをAI化した、ゴールドマン・サックス(2017年、ハーバードAIカンファレンス)
  - ・ 2000年のゴールドマン・サックスのニューヨーク本社では600人ものトレーダーが大口顧客の注文に応じて 株式を売買していたが、2017年現在で本社に残っているトレーダーは 人。
  - ・ 現在は、200人のコンピューターエンジニアによって運用されている『自動株取引プログラム』が運用
  - ・ ちなみに、(過去の)トレーダーの平均年収は、約\_\_\_\_\_万円
- "AIが誘う「価格100分の1」の世界"(日経ビジネス、2017年2月15日)
  - ・ 不動産仲介業「ノマド」: 質問の6割をAIが回答、仲介料金をを1/5に
  - ・WEBコンサル会社「WACL」:最も時間のかかるWEB解析を全面AI化、 1週間かかった作業を10分に短縮し、価格を従来の400万円から4万円に
- AIを人事に活用するソフトバンク (日本経済新聞、2017年5月29日)
  - ・ AIを、総合職の採用志望者が提出するエントリーシートの評価に活用し、選考の合否判断を補助する。 AIの活用でエントリーシートの確認に割いていた時間を75%程度削減できる見込みだという。
  - ・エントリーシートの読込みなど、処理量が多い、機械的な業務こそ、AIに向いている
- などなど、、、、
- 1970年代、会社にコンピュータが導入されはじめた当時、導入自体がニュースになった
- その40年後、今では誰もが当たり前のように、コンピュータを使っている
- AIも、話題になるのは、あと2年。その後は、当たり前の存在になる

# (参考) 深層学習はどこまで進化するか?

- 深層学習の基本は、パターン認識と強化学習
- ■「意思」を持ったり、自分で新たな「価値観」を考えることは、不可能(と考えられている)
- ただし、人の情報処理のかなりの部分が、パターン認識
  - そもそも深層学習は、大脳の情報処理モデルから派生
- ロジックの勝負である(はずの)ディベートでも、 機械(IBM Watson Project Debater)が勝利
  - https://www.youtube.com/watch?v=7g59PJxbGhY
  - https://youtu.be/UeF\_N1r91RQ



- また、AIはすでに、MARCH クラスの大学入試は合格可能
  - 東大合格を目指した「東ロボくん」、開発者の新井紀子氏
  - "東ロボくんは、センター試験模試で、受験者の80%を上回る成績を残した。"
  - "人間は、パターン認識、クリエイティブなこと、そして問題解決に優れている。人間は文字を読み、理解できる。コンピューターにはできない、少なくとも、今は。"
  - "時々、東口ボくんはミスをした。150億の例文を記憶しているが、東口ボくんは、子どもにも解ける選択問題の意味を理解できなかった。しかし新井氏がその後に行った実験では、中学生の3分1が、 簡単な読解問題を解くことができなかった。"
- 計算量でも、追いつくかもしれない
  - 小脳(教師つき強化学習)の計算量は、すでに「京」と同レベル
  - 世界中の研究者(理研を含む)が、大脳のシミュレーションを目指し競争中



# 第三次産業の破壊に続く、第二次産業の破壊が来る

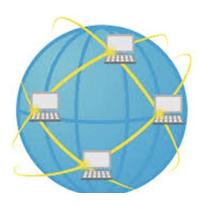
- 第二次産業(ATOM産業)と第三次産業(BIT産業)
  - ATOM産業は、モノ(原子:アトム)を作る産業(製造業・建設業・物流業など)
  - BIT産業は、情報(ビット)をやりとりする産業
    - · MITメディア研ニコラス・メグロポンテ元所長
- 単純なBIT産業(=情報仲介者)の存在価値の消滅・希薄化
  - 情報の収集と提供といった BIT の交換は、全てデジタル化可能
  - デジタルでは提供できない、人的なタッチ、創造的な提案以外は、生き残れない
- すでに、消滅・変質した BIT業界
  - ■情報編集 2001年登場のウィキペディアにより、2014年に百科事典ブリタニカは実質廃業
  - 旅行代理店 1997年創業のプライスライン社(Booking.com、Agodaなど)が、世界最大の旅行会社に
  - ■メディア 過去にニュースを独占した、伝統ある新聞社、出版社、またテレビ局も、現在は存亡の危機
  - 人材紹介、派遣 \*\*\*
  - 鼷
- 現在の最大の広告業は?、最大のメディアは?、最大の放送局は?
- 次は、ATOM産業にも、大きな変化の波が来る











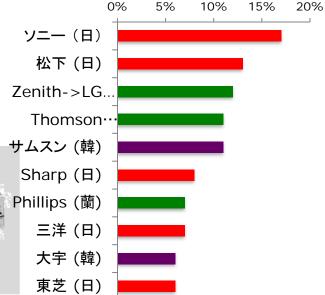
- 「常識」を Un-Learn しろ
- 人口動態と次の成長国
- ■デジタルの破壊力
- 商流・物流・金流の再編成
- ■激変するモノづくり
- 無料となるエネルギー
- 消滅する自動車産業
- デジタル化する生命
- 21世紀の主要産業
- 21世紀の組織と社会
- 事業へのインパクトと戦略転換

■ テレビ、ラジオ、テープレコーダー、CD、ラジカセ、ビデオ、写真、映画、電話、ファックス、ポケベル、 PHS、カレンダー、メモ帳、ノート、新聞、雑誌、情報誌、辞典、百科事典、時刻表、葉書、手紙、とい った、さまざまな「アナログ」製品が存在していた、20世紀

# 雷子立国「日本」



- 1964年では、米国が94%シェア、
- 1975年でも、米国は67%、日本は14%
- 1980年代に、日本企業は躍進し、白黒およ びカラーテレビを発明した米国RCAは消滅
- ・ 下図は、1990年のテレビの世界市場シェア



出典: A.D. Chandler "Inventing Electronics Century"

日本の電機産業の強みは、ブラウン管テレビ、テープやビデオのメカ、手作りの大型コンピュータな どの、「アナログ」にあった。アナログという「工芸品」をつくる世界では、日本は(今でも)世界一

初代VHSビデオデッキ

ビクター

68888888 - 00

前

頁

の

全

て

の

ア

ナ

П

機

器

#### ■ 21世紀には、それらアナログ機器が、すべて「デジタル」化

■ 現在のハードウェアは、大量生産されたCPUとSSDと液晶パネルを組み合わせたもの

サムスン (韓)

hisense (中)

LG (韓)

TCL (中)

Sony(日)

AOC(台)

VISIO(米)

Haier(中)

長虹 (中)

- 従来のアナログ回路はなくなり、全てがデジタルの信号処理に置換
- ハードウェア(特に組立て工程)の価値は激減し、クラウドとソフトウェアを持つ「プラットフォーム」が勝者に

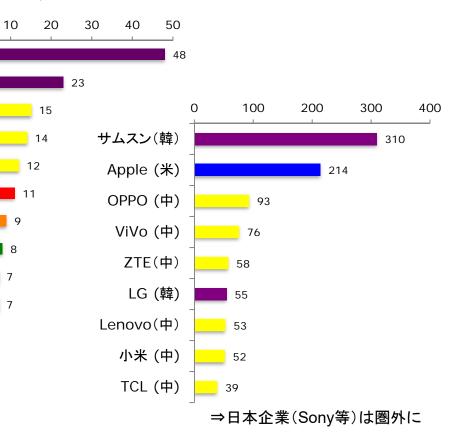
# Skyworth(中) クラウド・プラットフォーム

CPU·SSD·液晶パネル

素材(シリコン・フィルム等)

#### 日本企業の存在感の低下

テレビの生産台数(2016年) スマートフォン市場シェア(2016年) (単位:%、出典:Display Search社) (単位:100万台、出典:Trend Force社)



# 製造のデジタル化: 3Dプリンタ

#### ■ 従来はプラスチックの造形が主

■ 10万円以下の家庭用?3Dプリンタも多数登場









#### ■ 3Dプリンタのインパクト

- 試作工程の高速化
  - 一晩機械を動かせば、翌朝には試作品ができている世界に
  - 試行錯誤が必要な、ロボットなどの製作には、必須
- 新たな技術の必要性
  - · 部品を組み立てる構造から、最小限の「網だけ」といった構造も可能に
  - ・ 最小限の材料で構造最適化する、新たな設計技術の獲得が必要に (右の机は、重さ100gほどだが、30KGの荷重可能)



- 少量生産品の製造コストの激的低下、既存金型産業の消滅
  - ・ 金型製作には、最短でも1週間程度かかり、費用も100万円以上はかかる
  - ・ それに対して、3Dプリントは、プログラムすれば無人で製造可能、また費用も材料費のみ
  - ・ 大量生産には、まだ金型のほうがずっと効率的だが、金型自体を製造する3Dプリンタも続々登場
  - ・ 日本のモノづくりを支えてきた中小の金型製造業、約1万社が、ごっそり消える可能性も

# 適用範囲を広げる3Dプリンタ

- 米国GEは発電用タービンやジェットエンジンの部品を「印刷」
  - チタンアルミ合金など金属を、0.01mm単位でレーザー成形
  - 従来切削や穴明けあどの高度な技能を必要とした、 タービンブレードや燃料ノズルのような複雑な成形品が、3Dプリンタに最も向く
  - 航空機エンジンでは、従来800の部品を組み合わせた部分を、12の印刷部品に
    - ・ GEのイタリアの工場 (<a href="https://youtu.be/qQazvCUbfvQ">https://youtu.be/qQazvCUbfvQ</a>)
      GEの米国サウスカロライナ工場 (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=lqNkfPPV104">https://www.youtube.com/watch?v=lqNkfPPV104</a>)









- ■切削加工、穴あけなどの、高度な製造技能の不要化
  - アナログの加工技術から、デジタル技術への転換







# (続き)

#### ■ いろいろな、3Dプリンタ

- 導電性インクプリンタ: 電子回路や配線も、どこにでも直接印刷可能、プリント基板を不要に
- 砂型プリンタ: 鋳鉄製品用の「砂型」を印刷、高い生産性を実現。世界の自動車会社が採用

#### ■ 個別ニーズに応じた全面カスタマイズ&オンデマンド生産可能に

- たとえば、アリゾナのローカルモーターズ社
  - · 車体の約75%を3Dプリントで製造
  - ・素材は8割がABS樹脂で2割がカーボンファイバー
  - ボディパーツはたったの40個で、約44時間で製造
  - ・ 注文時にオーナーが車体デザインをカスタマイズ可能
- また、患者個人に合わせた義足など、医療用の用途も多数



#### ■ 家や橋など、建築構造物のインフラの印刷にもトライ中

- ロシアで零下35度の環境で、1日で家を無人で「印刷」、資材も1/3で(https://youtu.be/xktwDfasPGQ)
- 半日~1日で、100万円で家を建設(https://gigazine.net/news/20180314-3d-printer-home-for-1billion/)
- オランダでは、橋の「印刷」も







# 産業用ロボットの進化

#### ■「職人芸」を学習する産業用ロボット

- いままで、「職人芸」をプログラムすることは、実質的には不可能だった
- 今では、人が習得に10年かかる職人芸も、1週間ほどで習得
- 例)「背中を見て覚える」料理ロボット: https://youtu.be/KdwfoBbEbBE
- 例)「手とり足取り覚える」バクスター:
  https://www.youtube.com/watch?v=gXOkWuSCkRI
  - ・ 周囲を観察し、人間の危害にならないよう自分を制御



- サイバーダイン社HAL:人の筋力を補助するパワー・スーツ
  - ・ 介護補助以外にも、建設業などの労働業務に活用可能

#### ■農業・林業・土木ロボット

- 例)シドニー大学(AFCR)の汎用農業ロボ LIPPA https://bouncy.news/19250
- 例)コマツの林業ロボ https://www.youtube.com/watch?v=eGD8vRWjhd0
- その他、果樹収穫ロボなど多数開発
- 例) 自動採掘等のコマツ・スマートコンストラクション (<a href="https://youtu.be/hKIGKImKBag">https://youtu.be/hKIGKImKBag</a>)
- 産業用ロボットも破壊的技術、低価格化が進行中
  - たとえば、バクスターの価格は、\_\_\_\_万円
  - 人が「やりたくない」作業を、これからどんどん代替していく





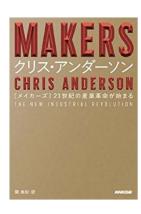






# 3Dプリンタとロボットが変える生産体制と物流

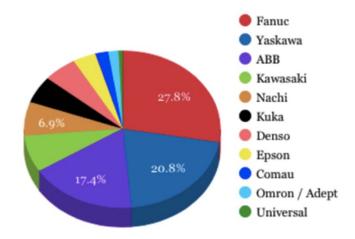
- ■「加工貿易」の半分くらいが、消滅する可能性
  - 今までは、人件費の安い途上国での生産し、先進国で使うという構図
    - ・ 1960年代の日本、1990年代の韓国・台湾、2000年代の中国の躍進を支えてきた加工貿易
  - モノづくりに人件費が関係なくなれば、先進国での生産のほうが、時間や技術面で有利に
- ■予備品在庫の不要化
  - 予備品や修理部品は、その場で「印刷」すれば良い
- ■米軍の事例
  - 空母に巨大な3Dプリンタを搭載し、ドローンや軍用機部品の修理品在庫を3Dプリンタ化
  - 海兵隊の作戦には、3Dプリンタは不可欠
    - 「アメリカ海兵隊は、3Dプリンタに夢中になっている」 (https://gigazine.net/news/20180315-marines-love-3d-printing/)
  - 今までも、価格度外視の軍用装備が、次第に安価になり、民間転用する流れ
    - ・ インターネットも、レーダーも、半導体も、ロボットも、ドローンも、すべて軍から。米国の大きな強み
- データがあれば、誰でもモノづくりできる(or頼める)「メーカーズ」の世界に
  - データを買って、コンビニで印刷する世界の実現も



# (参考) 21世紀、日本の「モノづくり」は大丈夫か?

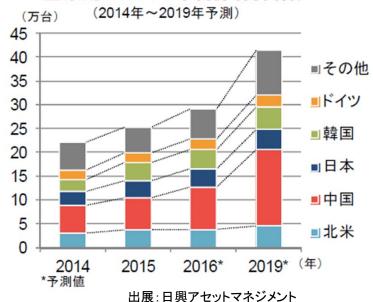
- 20世紀の「モノづくり」をリードした日本
  - 今でも、ロボットのトップ企業は日本企業が多い
- 21世紀のロボット化への対応は大丈夫か?
  - 中国への出荷台数が急成長(これは仕方ない)
  - ロボットに関する論文数は、日本のみ急減少
- ■なによりも、職人芸からデジタルのソフトウェアへと 転換する「モノづくりの変化」に、耐えられるだろうか?

#### Global Industrial Robots Install Base

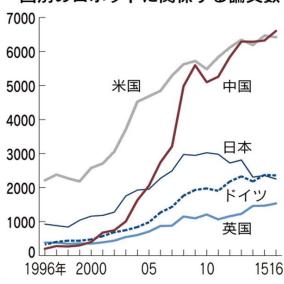


出展: Asian Robotics Review in 2017

#### 産業用ロボットの国別出荷台数

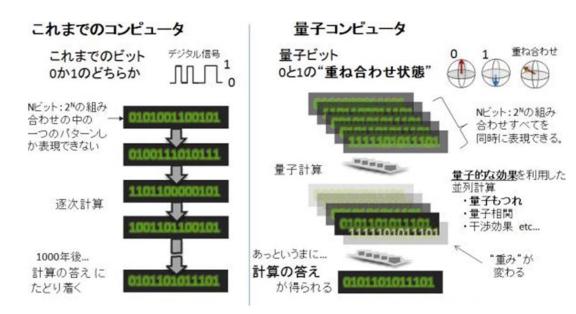


#### 国別のロボットに関係する論文数



# 量子コンピュータ: 空想から現実へ

- 異次元の計算速度を持つ量子コンピュータ
  - 膨大な組合せパターンがある問題について、通常のコンピュータは、パターンを順に1つづつ計算
    - ・たとえば、「巡回セールスマン問題」。10拠点の場合は18万パターンで楽に計算可能だが、30拠点の場合は、4×10の30乗パターンとなり、スパコン「京」でも計算に250億年かかる
  - 量子コンピュータは、全てのパターンを重ね合わせ、短時間で最適解(厳密解)が求められる
    - ・ 感覚的に言うと、物質が最低エネルギー状態で勝手に作る結晶を「見る」感じ
    - · 結晶を作る原子(量子ビット)間の関係を、プログラムの変数として設定する
- ■量子コンピュータは、計算機というよりも、巨大な物性物理学の実験装置
  - 実用的な処理ができるには、十分な量子ビットが扱える必要
  - また、物理実験なので、安定した環境(超低温など)が必要
- ■つい数年前まで、単なる「空想」だと思われていたのだが、



# 実用化の進む量子コンピュータ

- GoogleやNASAが購入した、カナダ D-Wave 社
  - 絶対零度近くに冷却したニオブ原子の磁束を計測
  - 2013年開発の D-Wave Two は512量子ビット、現在は2,000量子ビットへ
- **IBM**の「Quantum Experience」
  - 2016年、自社の50量子ビットのマシン(IBM Q)を、クラウド上に公開し、APIとSDKを提供
  - 1年で、4万人以上が、20万回以上の量子実験を行ない、研究論文も15本掲載
- 日本でも、NTTや富士通・日立などが、新たな方式でトライ中
  - ただし、予算規模は米国に比べて、2桁少ない…

#### D-Wave の量子素子



#### D-Wave 本体



IBM-Q 本体





重チニューフルネットワーク (NTT、国立情報学研究所など)



デジタル回路による確率的探 索(富士通研究所など)



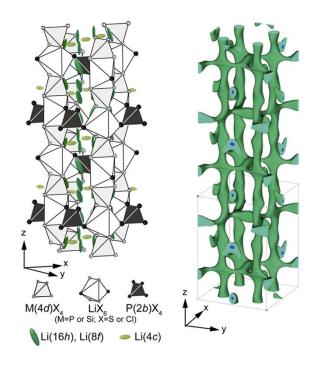
CMOSアニーリング (日立製作所)

画像は各社ウェブサイト、 および日経XTECHより

29

#### ■材料・素材化学

- 今までは、何万種類の組合せについて、個別に化合物を粉末化・焼結し、特性を測定していた。
- その解析は、スパコン等で圧倒的に効率化した
- また、近年はAIの活用で、さらに効率化(約100倍の"あたり"に)
- さらに、量子コンピュータは、化学結合を短時間で「正確に」計算可能
- 量子コンピューターで、高温超電導、蓄電池材料、合金などが、飛躍的に進化する可能性が大きい
  - 分子量の大きな製薬・医療は、その次の応用になる
  - 暗号化(およびハッキング)、DNA解析、惑星探索など、膨大な組合せが要求される計算に適用できる可能性
- ■この分野は、日本企業の「最後の砦」。変化に対応できるだろうか?



全固体電池に使われる、超イオン伝導体 (Li9.54 Si1.74 P1.44 S11.7 Cl0.3) の結晶構造 大強度陽子加速器施設「J-PARC」の粉末中性子解析装置 「茨城県材料構造解析装置」(iMATERIA)で撮影したもの (日経テクノロジーより転載)

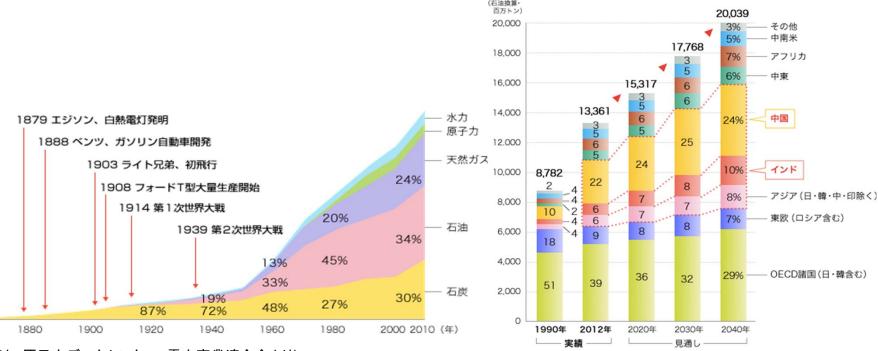
- 「常識」を Un-Learn しろ
- 人口動態と次の成長国
- ■デジタルの破壊力
- 商流・物流・金流の再編成
- ▶ 激変するモノづくり
- 無料となるエネルギー
- 消滅する自動車産業
- デジタル化する生命
- 21世紀の主要産業
- 21世紀の組織と社会
- 事業へのインパクトと戦略転換

#### ■エネルギーが、文明を進歩させてきた

- 産業革命前、エネルギーとは森林資源。自然環境による人口の制約(別途記述)
- 産業革命とは、石炭という新たなエネルギーの「解放」
  - ・ 蒸気機関(ジェーム・ワット、1698年)と、コークス製鉄(ダービー法、1735年)で、英国が世界の覇権を握る
  - · その一方で、重篤な大気汚染。また、サッチャー政権登場まで、石炭産業が大きな政治力
- 20世紀の石油へのシフトが、世界最大の産油国だった米国を、世界の覇者に

#### ■ 第二次大戦後に、エネルギー消費は急上昇

- 中東油田の大開発。石油消費とともに、豊かになる世界
- 米国がエネルギー消費(=浪費)国のトップだったが、21世紀に入って、中国があっさり抜く
- さらに、インドやアフリカの消費も拡大する予定

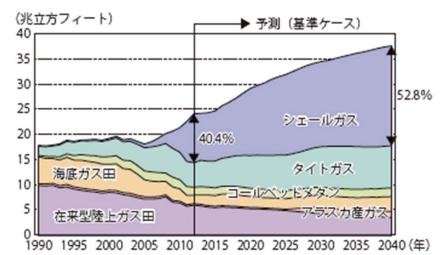


(資料は、原子カデータセンター、電力事業連合会より)

※ 四捨五入の関係で割合の合計が100%にならないことがある

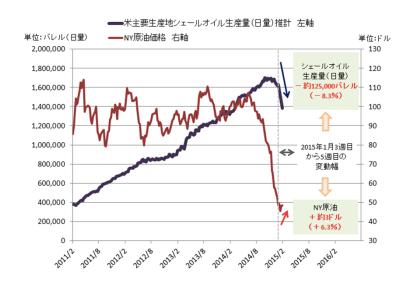
## 「石油の世紀」の終焉

- 20世紀は「石油の世紀」、石油資源の確保が、紛争の原因に
  - ■「あの戦争は、石油の戦争だったね」(昭和天皇)
  - その後も、延々と中東で紛争が続くことに
    - 石油の主導権を争う「オイルショック」(1973年と1978年)
    - ・ 数回の中東戦争、1991年の湾岸戦争、2003年のイラク侵攻 (イラクは、世界第3位の埋蔵量)
  - 高騰する原油価格
    - 石油資源の枯渇の可能性
    - ・ 20世紀に入って、新興国の成長による石油消費の激増
- 21世紀の技術革新で、シェールガス・オイルの採掘が可能に
  - シェールガス・オイルの採掘原価は、新技術で1/100に低減
  - 米国が世界最大の産油国に返り咲き
  - 際限なく上昇していた原油価格の急落→ロシアとベネズエラの財政破綻



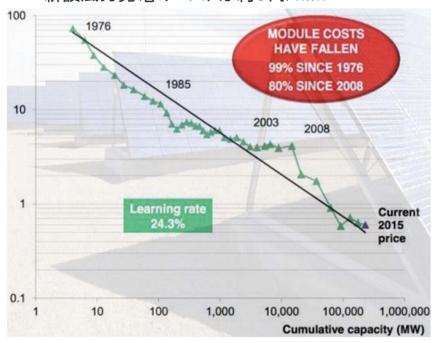
資料:米国エネルギー情報局「Annual Energy Outlook 2014」から作成。





# 破壊的技術である、自然エネルギー

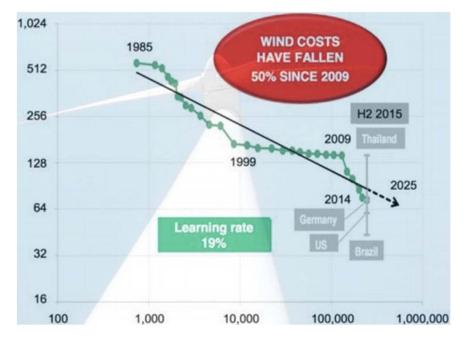
- 今まで、一番安かったエネルギーは石炭、10円/kwh
- 太陽光パネルの価格は、「経験曲線」に従って、劇的に低下
  - 中東の新設メガソーラーは、単価2円/kwh程度
  - テレビの液晶パネルの価格破壊と同じ。今後は「印刷型」太陽電池による、圧倒的な価格破壊の可能性
- 風力発電の単価も暫時低下、現在では石炭火力と同等に
  - 新設風力発電のコストは約9円/kwh



太陽光発電モジュールの累積導入量とコスト

単位:1000ドル/キロワット

出典:Bloomberg New Energy Finance



陸上風力の累積導入量と平均コスト

単位:ドル/1000キロワット時

出典:Bloomberg New Energy Finance

エネルギーは、最も安いものが主力となる。「破壊的技術」である自然エネルギーが今後の主力になるのは、確実

- ▶ 今の世界の発電の主力は、安いエネルギー源である、石炭(40%)とガス(22%)と水力(16%)
  - 太陽光と風力は、合計で4.4% (2015年)
  - ちなみに、「原子力が一番安い」と、未だに主張する日本政府が使うのは、核廃棄物処理費、廃炉費用、地元 対策費等を除外した、かつ無事故前提の「都合のよい」数字
- ■「たった3年前」と全く異なり、今では太陽光と風力が、「最も安い」エネルギー
  - 太陽光も風力も、燃料不要の「限界費用ゼロ」エネルギー。HWの価格低下が、単価低下に直結する
  - ただし日本では、太陽光も風力も、大容量かつ安定という訳でなく、架台等の工事費も高価
    - ・ 原理的には、洋上風力、また安定した海流を利用した「海流発電」が有望か?
    - ・ 地熱発電は、技術と(火山国という)資源があるが、国立公園内の開発規制で困難
    - ・ 期待されたメタン・ハイドライドも、採掘に取得とほぼ同じエネルギーが必要そう
- ■太陽光自体も大規模に
  - ソフトバンクは、サウジアラビアに 200GWの発電所建設で基本合意。2000億ドルを投資
    - ・ピーク時で、最新型原発(約1GW)の約200基分に相当。すでに20GW分を建設中





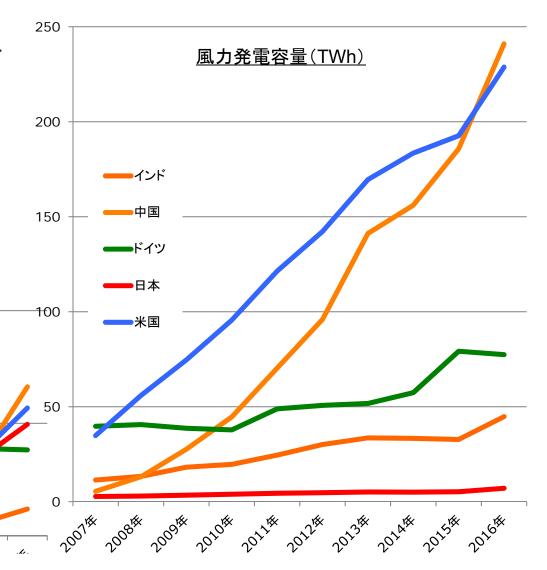
2017年の平均発電単価(\$/MWH) ラザール・アセット・マネジメントの試算

# 激増する自然エネルギー

- ■世界の自然エネルギーは風力がメイン。倍々ゲームで成長中、今後は太陽光にシフト
  - 中国と米国が成長を牽引
  - 日本は太陽光がメイン

太陽光発電容量(TWh)

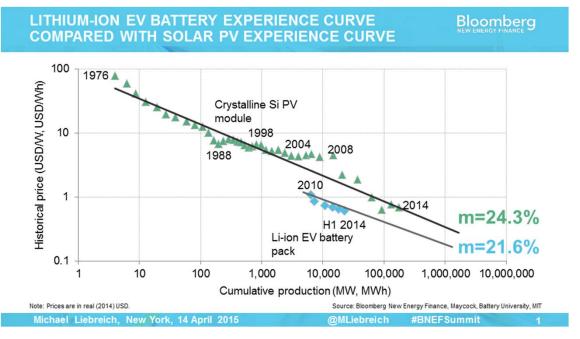
- 中国は、2016年以後、原発新設を凍結、 全面的に自然エネルギーに移行
- ▶砂漠が巨大なエネルギー工場に
  - 中国・米国・インドとも、 風力・太陽光向けの自然条件
  - 米国で太陽光・風力が伸びているのは、 「エコ」なカリフォルニアでなく、 資本主義に忠実なテキサス



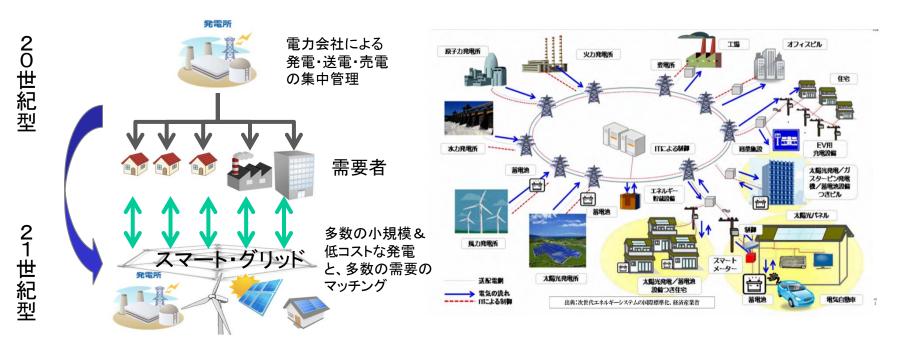
出典は共にBP

# 同じく、破壊的技術であるリチウム二次電池

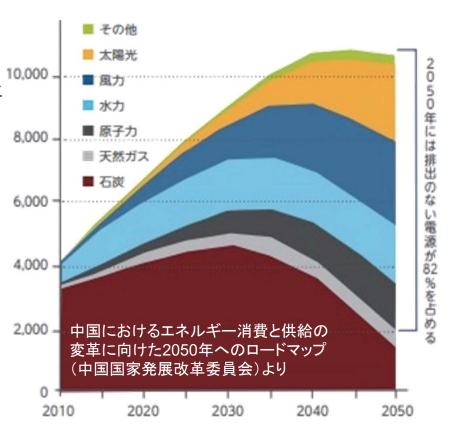
- 蓄電システムの本流は、20世紀の鉛蓄電池・揚水発電から、リチウムイオン電池へ
  - 他にも、NAS電池、レドックス電池、また水素エネルギーや金属マグネシウムの可能性も
- ■リチウム二次電池の進化
  - 電力密度の高いリチウム電池の登場が、ノートパソコンやスマホ、(実用的な)電気自動車を可能にした
  - 量産に伴い、リチウム電池価格は下落、将来に主力に(2020年頃には2012年の1/5~1/8に、NEDO予測)
  - 資源としてのリチウムの確保が課題 ⇒ 電子機器用とは桁違いの量を確保必要。海水抽出の検討も
  - また、ナトリウム二次電池の開発も
- 二次電池の覇者が、21世紀のエネルギーの覇者になる
  - テスラ(パナソニック)は、それを見据えて大胆な投資
  - さらに、ナノ材料を活用した「全固体電池」や「リチウム空気電池」などの新技術に、世界中で開発競争



- ■電力グリッドによる、電力安定供給
  - 供給は、夜や曇り、また風量に影響され、能力が変動。需要も、日中と夜、平日と休日、気温やイベントで変動
  - 広範な範囲で柔軟に需給バランスをとる「グリッド」と蓄電システムの活用が必須
- ▶ 膨大な電力需給をマッチングして、エネルギーの全体最適を図る「スマート・グリッド」
  - 系統電力に(大きく)依存しない、地域独立型の「クラスター・グリッド」
    - ・ 地域内の小規模発電も有効に活用可能し、地域(自治体等)がエネルギー生産者にも転換可能に
  - 地域内での最適化から、地域関連系の「スーパーグリッド」
    - ・ 欧州では、風力発電の中心地(北海沿岸)、太陽光発電の中心地(スペイン)と消費の中心(ドイツ)の乖離しとり、大規模な地域間スーパー・グリッドの構築中
- ■「高温超伝導」(液体窒素の温度)が実現すると、スーパーグリッドが一気に実用に



- 欧州各国は、以前から自然エネルギーを指向
  - ロシアからの天然ガス依存脱却のため、自然エネルギーに積極的
  - 電力は、2020年には風力を中心に全発電の44%を自然エネルギーで賄う計画。フクシマで加速
- 世界最大のエネルギー消費国・中国も、電力源を大胆にシフトする計画
  - 中国の大気汚染(PM2.5)の原因は、石炭による発電と暖房
  - 2050年には、現在主力の石炭を1/3に落とし、半分近くを自然エネルギーにする方針
  - 原発の建設計画もあったが、フクシマ以後は建設停止
- 米国も、政権により方針は変わるが、 先進的な企業は自然エネルギーにシフト
  - シェールガス開発で、米国は世界最大の石油生産国に
    - それでも、輸入もトップ、中国・日本の倍以上
    - ・ それも2030年には、輸出国に転換予定
    - · その頃には、サウジが石油輸入国に転落か?
  - Google · Apple · Facebook各社は、全電力を 自然エネルギー由来に転換する宣言(2016年)
- 日本も5Dに伴う政策転換が必須に
  - De-Population (人口減少)
  - De-Carbonation (脱炭素化)
  - De-Centralization (分散電源化)
  - De-Regulation (自由化)
  - Digitalization (デジタル化)



# 「無料となる」エネルギー

#### ■ 20世紀のエネルギーは、巨大化&集中を指向

- 20世紀の基軸のエネルギーは、豊富な石炭、安価な中東の原油、(成功するはずだった)原子力
- 大規模集中発電で、規模のメリットを追求。巨大な利益と権力の集中

#### ■21世紀のエネルギーは、自然化&分散が基本

- 破壊的技術として登場した、安価な太陽光と風力を、グリッド連携するのが最も効率的に
- 汚染が不可避な石炭は、2世紀張った主役を降り、石油は主に航空機燃料と化学製品製造用の資源になる

#### ■ 太陽光・風力・リチウム電池は、「限界費用ゼロ・エネルギー」

- 一度設置したら、燃料などの費用が不要で、その後の費用は、メンテナンス・コストのみ
- 豊富なエネルギーが、無料(安価な定額制)で使える世界になる

#### ■「インターネット化」するエネルギー

- インターネットは、大容量のルーターと光回線の上で、定額サービスで利用できるデータ量は実質無制限
- エネルギーも、大容量の自然エネルギーとスマートグリッドの上で、使い放題になる
- 通信が無料(安価な定額制)になる時代が来るとは、たった20年前には、誰も考えなかった

#### ■エネルギーが無料となった世界では、「エネルギー利用の大爆発」が起こる

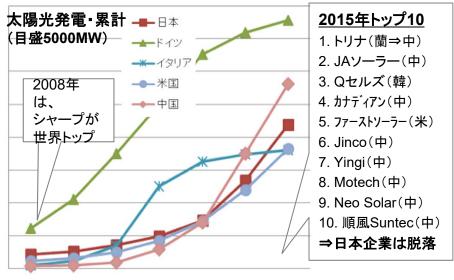
- 通信が無料になった結果、情報流通量が大爆発。現在の豊かなネット世界がある
- 20世紀後半、中東の安価な石油で、世界は一気に豊かになった。再び同じことが起きる
- 今回は、化石燃料と異なり、元は全て(今日の)太陽光。地球温暖化は引き起こさない

#### ■制約条件は「資源」

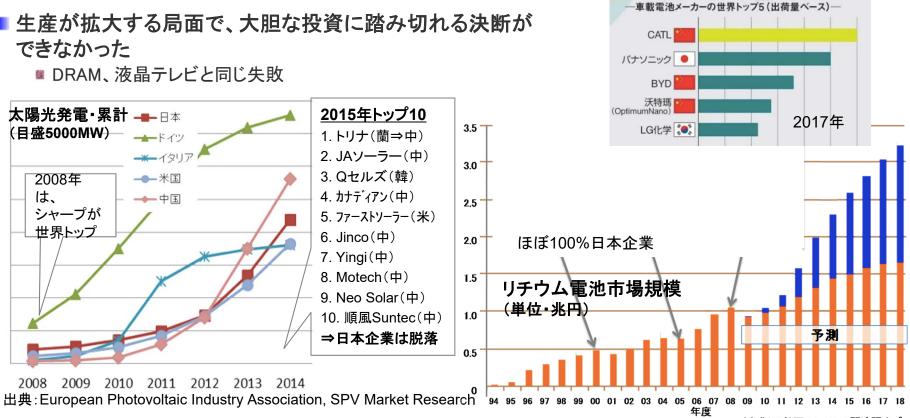
- 偏在するリチウムとコバルトの資源、この争奪が起きる。高温超伝導が実用化すると、希土類元素も不足する
- 海水からの資源抽出等の技術開発が必要に

# 凋落する日本企業

- 太陽光もリチウム電池も、日本企業が開発したもの
  - 太陽光パネルを開発したのは、シャープとサンヨー
  - ■リチウム電池を開発したのも、サンヨーとソニー
- 太陽光もリチウム電池も、今は中国・韓国勢がリード
  - サンヨーは、経営危機で開発を実質中止。シャープは液晶ー極集中で投資抑制
  - ソニーは出井リストラで電池事業を停止、サムスンへの技術流出
- 生産が拡大する局面で、大胆な投資に踏み切れる決断が できなかった
  - DRAM、液晶テレビと同じ失敗



2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014



(出典)IT総研 09-10LIB関連調査プロ

- 20世紀の日本は、エネルギー技術の先進国だったが...、
  - 原子力発電を中心とした、輸入石油からの脱却政策 (当時は、合理的かつ大胆な意思決定)
  - オイルショック後は、省エネで世界をリード
    - ・ 日本のエネルギーあたり生産量は、米国の約1.6倍、中国の約7倍と、優等生
  - 太陽光パネルもリチウム電池も、日本企業が世界をリード

- 「常識」を Un-Learn しろ
- ▶ 人口動態と次の成長国
- ■デジタルの破壊力
- 商流・物流・金流の再編成
- ▶ 激変するモノづくり
- 無料となるエネルギー

# 川浦滅する自動車産業

- デジタル化する生命
- 21世紀の主要産業
- 21世紀の組織と社会
- 事業へのインパクトと戦略転換

#### ■自動車産業は、日本の基幹産業

- 自動車産業の雇用は国内の約1割
- その大半が(自動車会社本体ではなく)、部品製造(Tier2&3で、約2,000社)、部品卸(約3,000社)、販売(約8,000社)、ガソリンスタント(約5,000社)、および整備(約15,000社)
- 日本の輸出総額、約75兆円の内、16%が自動車。
- "日本は自動車を売って、原油と食料を輸入する国"

#### ■ アナログの「摺合せ」のカタマリといえる、自動車

■ エンジンと変速機だけでも、これほどのメカのカタマリ







#### ■ 自動車とは、機械製造技術の結晶

■ 自動車エンジン部品の製造工程の映像

幅広い裾野産業の摺合せ

(https://www.facebook.com/InterestingVP/videos/681945591977243/)

CASE(Connected · Autopilot · Share · EV)が、自動車産業のすべてを変えようとしている

- 電気自動車(EV)になると、どうなるか?
  - 外見は、まあ似ているが、中身(ハードウェア)は、電池&モーターくらい
  - 駆動系は、ソフトウェアでモーターを直接制御する。部品数は極端に少なく、機械技術はほぼ不要に
  - 自動アップデートするソフトウェア。このソフトの進化が、品質を決める
  - ■「テスラは、車輪の付いたコンピュータ」(イーロン・マスク)



現在の自動車産業の 半分が消失する 可能性(経済産業省)





# 電気自動車へシフトする世界

- ■電気自動車へのシフトは、エコが理由でなく、電気が最も「安い」から
- 電気自動車の優位性
  - 熱力学の理論上限がある自動車用ガソリンエンジンの燃費効率は、せいぜい20%くらい
  - モーターの効率は、80%以上。さらに、回生ブレーキの利用により、減速時の運動エネルギーを回収可能

#### ■ ガソリン車の禁止に向かう欧州

- ドイツの参議院は、2030年までに、ガソリン車の全廃を求める決議を採択 ・ BMW、VW、ダイムラーといった自動車会社が、自ら積極的に関与
- オランダとノルウェーは、それより速い2025年までの禁止を決議(予定)
- フランスは、2040年までに、ガソリン車とディーゼル車の販売を禁止
- ボルボは、2020年以後は全生産車両を電気自動車に

#### ■ 最大の市場、中国で普及する電気自動車

- 2017年で、約100万台の電気自動車を販売、倍々ゲームで成長中
- 公共バスは、全面的に電動化。電動バスだけで約15万台を販売
- その他に、自動車の範疇に入らない「電動車」が急拡大 (後述)
- ■インドも、2030年以後は、電気自動車以外の販売を禁止

#### ■米国の動向

- 産油国である米国は、電気自動車へのシフトは遅い
- ■しかし、カリフォルニア州での規制強化。2012年から、販売台数の約15%をエコカーにする規制
- また、テスラは、大幅増産計画。リチウム生産国の中国に大規模工場を建設計画



### (参考) 中国の電動車

- ■ガソリン・インフラの貧弱な中国の農村部で、安価で自宅で充電できる「電動車」が急激に普及
- 地方に多数のメーカーが存在
  - 二輪車は5万円くらい、中国の大都市はミニバイク禁止なので、 至る所に走っている
  - 四輪車は20万円くらいから。 写真は、40万円くらいの高級タイプ、航続距離は100kmくらい
  - エネルギー・環境政策的としても、中央政府も奨励また、地方政府も産業振興として奨励
  - 現在、200社以上のメーカーが乱立しているが、 技術基準の厳格化により、優れた10社程度に絞り込む予定
  - 戦後直後に、自転車に廃品エンジンを付けた「バタバタ」を開発した ホンダが、世界有数のメーカーに成長した経緯を彷彿



■ BYD(中)	109,485	(+9.2%)
■ BAIC(中)	103,199	(+122.3%)
■ Tesla(米)	103,122	(+35.2%)
■ BMW(独)	97,057	(+56.1%)
■ Chevrolet(米)	54,308	(+68.6%)
■ Nissan(日)	51.962	(-8.0%)





#### ■ 社会を変えた電動車

- 安価な電動車の登場により、有史以来土地に縛られてきた農民が、初めて移動手段をゲット
- 休日には、ショッピング・モールに行き、レジャーを楽しむという、都市市民の消費生活を、初めて経験 生活スタイルの大変革。(T型フォードが普及した1920年の米国と同じ)
- 中国4000年の歴史上はじめて、農村に「貨幣経済」と「市民」の誕生

# CASE2. 世界ではじまる自動運転

#### ■自動運転の段階

- Level 1: ドライバー(人)の運転補助(ハンドルと加減速の単独制御)
- Level 3: 特定地域(高速道路や特定市街区等)でシステムが全てを操作するが、緊急時はドライバーが運転
- Level 4: 特定地域でシステムが全てを操作。ドライバーはその地域内では操作しない(できない)
- Level 5: 場所の限定なく、システムが全てを操作。ハンドル等が不要になる
- 米国 SAE International の定義。いわゆる「自動運転(Self Driving)」は、Level 4以上

#### ■ 自動運転(=Level4)を目指して...

- グーグル(Weymo)は、2012年からネバダ州の公道で自動運転の実証実験を開始
  - https://www.youtube.com/watch?v=B8R148hFxPw
- メルセデスは、2016年のCES会場に、自動運転車を颯爽と乗り付け、自動運転の世界に登場
  - https://www.voutube.com/watch?v=AtRz6UBLNrk
- Audiは、2017年にLevel3の商用車(A8)を発売
- シンガポールも、2017年に自動運転のタクシー(Nu Technology)を投入
- などなど、、









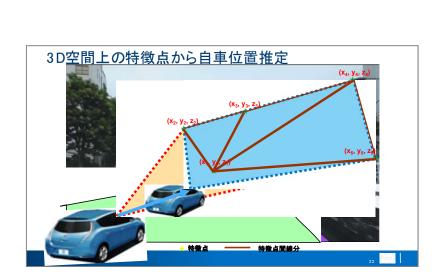
### 自動運転を可能とする技術

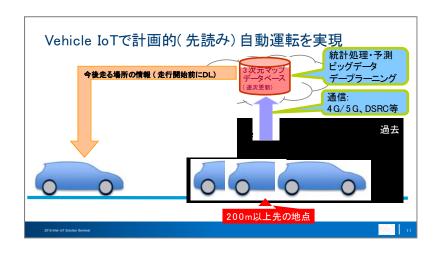
- AIベースの画像認識の高度化
  - 自動運転をリードする、NVIDIA社BB8の自動運転のデモ (https://youtu.be/-96BEoXJMs0) (https://youtu.be/fmVWLr0X1Sk)
  - 高性能TPUによる処理
    - たとえばNVIDIAのV100(2017年、右下)
    - 210億トランジスタ、5120コア、120TFLOPS=「京」の1/8の性能



- 地図情報サーバーとの連携と、全車両からのリアルタイム情報収集・更新
  - 都心部での車線変更などの制御は、自社で測定するだけでは不十分
  - 1cm単位の精度(高さ含む)で、正確な位置を計測し、また変化をリアルタイムで収集
  - また、進路上の事故情報なども、リアルタイムで収集・更新し、必要に応じて車両制御
  - 欧州自動車連合的のHERE社が世界をリード









#### ■米国の動向

- 米国は全米でアリゾナ州、また続いてカリフォルニア州やフロリダ州で公道試験を認可
- さらに全米で基本的に公道試験を可能とする法案を上程中

#### ■ 圧倒的なグーグル(Waymo)

- 2012年から実走試験を開始し、今では1000台近い 試験車を走らせ、地球数百周分の実走データ取得
- 2018年、ネバダ州で自動運転車の商用サービスを開始
- さらに、近々予定される全米での公道試験解禁に伴い、 数万台の自動運転車を投入予定
- たとえば、2017年には、カ州だけで60万KMの公道テストを実施。 その結果、1万キロに1回の介入(右図)
- それに対して、メルセデスは2kmに1回、人の操作が必要

2017 (2016年12月-17年11月)	Miles per Disengagement	Autonomous Driven Miles
Waymo	5,596	352,545
GM	1,254	131,676
NISSAN	209	5,007
Zoox	160	2,245
Drive.ai	65	6,128
Baidu-USA	44	1,949
Telenav	30	1,591
Delphi	22	1,820
NVIDIA	5	505
Valeo	3	552
Bosch	2	1,154
Mercedes-Benz	1	1,088

#### ■追随する中国

- 百度の自動運転開発、アポロ・プロジェクト。メルセデス等ドイツの自動車会社も参加
- 2018年に、北京・深セン市内で自動運転を認可予定
- またアリババも杭州で、完全自動運転を前提とした新都市を建設予定

#### ■ 日本では、ようやく2020年に向け、高速道路での試験が始まる可能性

- それまでに、小規模の実証実験はあるものの…
- 数では多い日本の自動運転関連の特許も、まだ Level 1と2が主体

### 自動運転の事故と責任問題

#### ■自動運転の責任範囲

- Level 1とLevel 2は、ドライバーが責任を持つ
- Level 3は、ドライバーと機械が責任を交代する
- Level 4は、機械が運転に責任を持つ(製造物責任)

#### ■ 自動運転?の事故

- ウーバーの事故
  - ・ 2018年3月18日夜、Uberは米国アリゾナ州テンペで、UBERが約60km/hでテスト走行中、横断歩道のない場所で暗闇から自転車を押して歩いてきた女性が車両の前に突然現れ衝突、女性は死亡
- テスラの事故
  - ・ 2018年3月23日、自動運転支援機能をONにした、テスラ・モデルXが、高速道路の中央分離帯に衝突。運転席に乗っていたドライバーが死亡
- 以上2件の事故原因は、Level2 の運転補助システムを、Level4 の自動運転として扱っていたこと
- 責任はドライバーにあるが、「自動運転の事故」として報道

#### ■ 自動運転の実現には、技術とともに、社会的認知が必要

- Level3は、現実には責任の交代や境界が難しく、この段階をスキップして Level4 に行く傾向
  - 中国は、Level3でもドライバーの責任とすることで、問題を解決
- Level4は、センサーを活用し、機械と相手(人や対向車)の責任を明確にする
  - ・ しかし日本では、欧米では人に全責任が認められる事故(直前の飛び出し等)でも、「クルマも悪い」となる 判例が一般的なため、責任問題がややこしく

### CASE3. 急成長するライドシェア

#### ▶ ライドシェア企業の急成長

- UBERは、設立2009年。時価総額は6兆円(2015年末)
  - ・ 150万人以上のドライバー登録、1日100万回以上の利用
- 米国では、UBERとLyftが主役
- 中国では「滴滴打車」が、圧倒的な存在感
- 東南アジアでは、Grabが主役
- インドのOlaは、リキシャ(オートバイや自転車タクシー)とも連携

#### ■ ライドシェアのビジネスモデル: クルマと運転手資源のシェア

- 利用者にとって、
  - アプリひとつで気楽に使える、ピックアップ場所も到着時間も明確
  - ・ タクシーより、ずっと安く、チップも不要の明朗会計
  - · タクシーより、圧倒的に上質のサービスを享受。深夜早朝でも使える
- 車両オーナーにとって、
  - 自分のクルマで、自分の好きな時間に、簡単に「小遣い稼ぎ」ができ、料金も確実に回収
  - ・ 多くは勤務時間後の副収入。また定年退職後は、お客との会話が「楽しみ」に
- ■情報技術の活用
  - ・ 顧客が運転手を評価すると同時に、運転手も顧客を評価する「相互評価」による信頼性担保
  - ・ドライバーの顔とその評価と車種とプレートナンバーと車体の色も事前にわかり、ドライバーにメッセージ を送ることも電話をかけることもできる
  - 自分や家族や送迎するお客の、現在の位置がわかる
  - ・どんな運転手が、いつ来て、どのルートを走って、いつ着くかが見える。
- 社会にとっても、渋滞緩和や駐車場不足の解消



52

#### ■ITと連動する、シェア自転車

- フランスで2007年にスタートした「ヴェリブ」は、パリ市内に4000カ所設置
- 中国でも、2016年の登場、直後にすっかり定着
  - · スマホからGPSで自転車を見つけ、どこでも乗り捨て可能
  - 開錠はQRコード。施錠は手動。価格は、30分0.5元~1元(16円)
  - ・ 不便だった地下鉄も、シェア自転車の登場で一気に便利に
  - ・ 大量廃棄等の問題もあったが、現在は生活の一部に定着











#### ■ インフラとなったライドシェア

- すでに米国と中国では、無くてはならない、便利な「社会インフラ」に
  - ・ 元々両国は、大都市以外では、公共交通機関が不便。今では、「UBERのない世界など、考えられない」
- 地方自治体も、ライドシェア会社と提携
  - ・ クルマの所有者も、個人・自治体・自動車会社・レンタカー会社等、多様に
  - ・シンガポールは、GRABが国営タクシー会社を買収
- 米国では、UBER登場により、今までのバス・タクシー・レンタカーの「4倍」もの移動が発生
  - ・ 公共交通が不便、またタクシーが高価で移動を諦めていた人が、移動できるように

#### ▶ ライドシェアにより、クルマ(モノ)の需要は半減

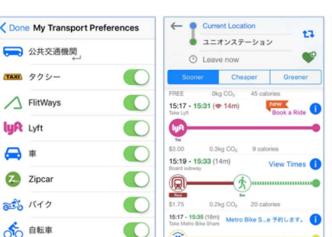
- 個人所有のクルマは、95%の時間、使われないまま停車。資源の浪費
- 昼間の駐車は、主に都心。高価な都心を、駐車以外に使えない「死に空間」とする無駄
- ライドシェアにより、(ハードウェアとしての)クルマの需要は半減する予測

- ▶ クルマがネットに繋がる、という以上に、クルマがネットの「付属デバイス」になる流れ
  - 並行して、画像、センサー情報、位置情報、自動車のHW情報を活用した、さまざまなアプリの開発
- ■スマホ等で行き先を希望したら、最適な移動手段が指定・自動制御される世界に
  - 手段として、自動運転車、地下鉄・シェア自転車・徒歩、電車、飛行機が、全部最適化
  - 全体のトラフィック、移動の緊急度の程度、天候と個人の健康状況なども加味して、最適な制御
  - 都市の膨大なニーズを処理し、交通インフラを最適制御。また、移動中の付帯サービスを提供する
- 交通手段をカバーするプレーヤーが主役となる
- ソフトバンクは、それを見越して、UBER・GRAB・滴滴・OLAに出資済

#### 個人が自分で移動手段を選択



#### ネットが最適な移動手段を提供





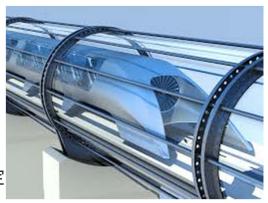


ロサンゼルス市がゼロックスと開発したMaaSアプリ「GoLA」の画面

# 新しい長距離移動手段

#### ■ハイパーループ

- 「Hyperloop is coming to Dubai」 (<a href="https://youtu.be/fze5spdN3nU">https://youtu.be/fze5spdN3nU</a>)
- 時速1200kmの高速鉄道
  - ・ 減圧チューブの中を、小型のカプセル型の車両が移動
  - ・ 従来型の高速鉄道に比べ、建設工事費は約1/10になると想定
- 2020年のドバイ万博時に完成予定
  - · 2013年に、イーロン・マスクが提唱、ラスベガスにて実験開始
  - ・ 2016年、ドバイ・アブダビ間の160kmを、12分で結ぶ路線の建設を決定



#### ■(参考) 日本の誇る、高速鉄道・新幹線

- 世界初の高速鉄道、世界を驚かした東海道新幹線
- 構想発表が1957年、着工1961年、運転1964年まで、7年間
- ハイパーループ並のスピード感、当時の日本はスゴかった!
- まだまだ現役、 2007年に台湾へ輸出、また2018年にはダラス・ヒューストン間で着工!

#### ▶ ところが、今のリニアは?

- 最高速度は、たった 550km。65年!の間に陳腐化し、すでに過去の技術に
  - ・ 1962年に研究スタート、1972年に無人浮上走行、1977年宮崎実験線設置、1997年山梨実験線設置、2000年頃には技術開発は終了
  - · 2007年中央新幹線(路線長286km)の承認、2013年着工、2027年営業 予定(名古屋までの部分開業)
- 総工費は 5.5兆円、内8割が土木工事費
- 実態は、リニアという看板を付けた巨大なトンネル工事





# Mobility as a Service (MaaS) の時代

#### ■移動の時間の有効活用

- 読書室、AVシアター、カラオケルーム、応接室、会議室、飲食、睡眠タイプ、展望室などシーンで選択
- 必要な食事や飲み物は、自動ドライブ・スルーで提供。映像コンテンツは当然モバイル配信
- ■ドライブを楽しみたい、というのは「特殊な用途」になる
- トヨタの創造する未来@CES2018(https://youtu.be/VeGaT7rWv g)
- メルセデスの考える未来 Vision URBANTECH (https://youtu.be/QnFvPCDj6UI)
- KPMGの予測する未来(https://www.youtube.com/watch?v=4B7mZFU2sB4&feature=youtu.be)

#### ■ 移動の無料サービス化

- 人件費が不要、また電気代も無料になるので、移動が実質無料になる
- レストランや映画館を予約すると送迎車が来る、モノを買うと無料で運んでくれる、という世界に

#### ■都市生活へのインパクト

- 郊外駐車場への自動回送による、都心部駐車場の不要化。都心の有効活用
  - ・ 都心の駐車場は都市面積の約1割、また都心の車の15%は駐車場を探す車
- 飲酒してもOKなので、飲食産業やコミュニケーションの変革
  - 日本の地方都市によくある「代行運転」が、ほぼ無料で提供されるイメージ
- 道路利用の効率化や、自動運転専用地下道の整備により、クルマ中心の都市設計から人間主体に回帰

#### ■郊外へのインパクト

- 広大な駐車場と、大きな看板を持つ、ロードサイド店が消滅する (立地はどこでもよくなる)
- 勤務は都心、休みは(寝ながら)地方に移動、というライフスタイルが多くなるかも

エネルギーが(実質)無料になる世界では、移動も無料かつ豊かになる

# 変わる産業構造

#### ■ 自動車産業へのインパクト

- 呼べば来る自動車(シェアおよび自動運転)なら、自家用車(自分のクルマ)である必要はない
  - · 人数と移動距離に応じたクルマの都度提供 (一人の短距離移動に、5人乗りの大型セダンは無駄)
- ハードウェアとしての自動車の差別化が困難に
  - ・ 壊れず、燃費良い、「安い」標準品が求められる
  - ・ユーザーの選択理由は、ハードウェアではなく、車内の快適さやサービスへ (飛行機の選択と同じに)

#### ■ 輸送産業へのインパクト

- タクシーやバスの代替
  - ・脅威でもあるが、バス自体を自動運転にすることは、赤字かつ運転手不足に悩む地方交通には朗報
  - · とくに長距離バスは、自動運転化しやすく、メリットも大きい
  - ・ 高齢化と人口減少が進む現在、自動運転なしに、郊外は生活を維持できない
- 宅配便や配送・物流には、自動運転で十分
  - ・ 現在そして将来のトラック運転手不足の解決にも
  - また、宅配の受取方法も、建築物の知能化連動し、人手を全く介さない物流も実現?
- 夜に移動すればよいので、ビジネスホテルは消滅する、とBMW幹部が宣言

#### ■関連産業へのインパクト

- 自動運転は、ほとんど事故を起こさない (自動運転と「○○○運転」、どちらが危ない?)
- (現在の損保会社の収益の大半を占める)自動車保険も、大きな変化
- 無事故なので、衝突防止のハイテン鋼材を、プラスチック等で代替
- 運転不要なので、窓面積も飛行機並みに減少、窓ガラスも軽量樹脂化
- 全エネルギーの3割が移動に使われるが、自動縦列運転と最適制御により、大幅減少
- EVは、巨大なバッテリー。停止中でもグリッドに接続され、最適エネルギー制御される

# - RIETI Brown Bag Lunch Seminar – (補足資料) 日本企業の経営課題

2018年9月27日 12:15~13:00

経済産業研究所

MK&Associates 代表 河瀬誠

# **MK&Associates**

この資料はMK&Associatesの著作物です。いかなる形でも無断の複写・転載・利用を禁じます

# ■よく聞く言葉: 技術では勝っている!



- ■技術(兵器)は必要だが、あくまで手段
- ■目的は、経営(戦争)に勝つこと
- ■技術以前に、(戦艦という)旧来の技術に注力するという、「技術戦略」の誤り
- ■いや、技術戦略以前に、(米国・中国と同時に戦うという)そもそもの「戦略」の不在

# ■某通信企業での話:

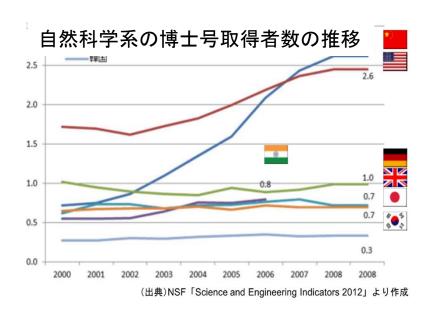
■10年前: 我々は世界トップだ。え、華為(Huawei)?、あぁ中国の安かろう悪かろう会社?

■5年前: 我々は「技術では勝っている」が、華為は、価格で勝負してくる

■現在: 華為様には、技術でも全く叶いません…、全面降伏状態です~

# ■お寒い技術開発...

- ■我々が子供だった、1980年頃(40年前)は、輝ける技術の国だったはずだが…
- 欧米企業が高待遇で求める博士を、日本企業は徹底して冷遇
  - ・ 華為でも、社員の7割が修士・博士。彼らの初任給は月80万円くらい





▶安宅和人氏が「シン・ニホン」で指摘する通り。しかし、経営者の状況は、もっと寒い...

# 軍曹がそのまま、経営者になっていないか?

- 使える経営資源(リソース)は、限られている
- ■戦略とは、どこで戦うかを「選択」し、そこにリソースを「集中」して、勝ちに行くこと
- ■全ての戦線で頑張ろうとすると、玉砕する

経営・戦略 (リーダー・将軍)



非戦略=玉砕ストーリー

全ての戦線を攻めろ、 死守しろ! 今の人数で頑張れ!

相反する立場

戦術・戦闘 (マネージャ・軍曹)





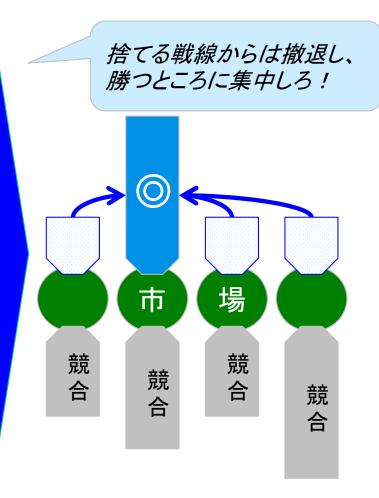
自社の部隊



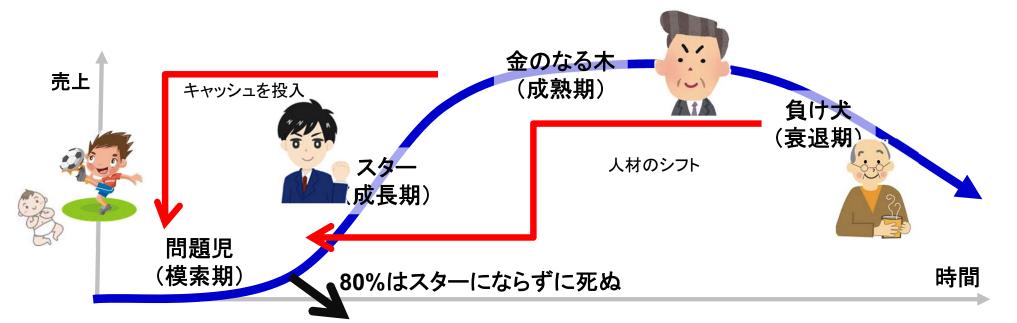
競

競

戦略=勝ちストーリー



- 事業の構造転換とは、事業ライフサイクル(「問題児」⇒「スター」⇒「金のなる木」⇒「負け犬」)のマネジメント
  - 個別の事業運営は、事業部長・部長クラスの仕事
  - 経営者には、事業全体を見て、組織の未来を描く責任がある
- ■「金のなる木」が稼ぐお金は、「問題児(新規事業)」を産んで、「スター(成長事業)」に育てるために使う
  - ■「問題児」である、新規事業は、死亡率の高い、赤字事業。それでも育てなければ、次世代がなくなる
  - 今期とか四半期といった短期的な視野で、問題児を殺していないか?
- ■「負け犬」には、基本は引退いただく
  - しかし、今の負け犬は、一昔前のスターや金のなる木。多くの日本企業で、優秀な人が張り付いたまま、腐っている



多くの経営者が、近視眼的に未来の成長事業(イノベーション)を潰し、 「負け犬事業の延命」に汲々としている

- イノベーションを「技術革新」と訳したのは、1956年の経済産業白書。当時はまさに時代に適合していた
- ■しかし、この訳の継続が、(技術系)企業の不振の大きな原因。

# イノベーション一技術革新

- 「よいものを作れば売れる」
- 「優れた製品(=//イスペック)」ほど、価値がある
- 「技術」さえ優れていれば、 市場ができる、顧客がつく、競争に勝てる、利益が上がる、…



# イノベーション=事業創造・構造改革

- ・ 技術革新は、イノベーションの「手段」
- 顧客は誰か?、を理解することが、事業創造の原点
- しかし、そのシンプルな問いに答えられる企業は、とても少ない

# 日本のモノづくり企業が、なぜ新規事業も海外展開もできないのか?

- (とくにB2Bの) 「モノづくり」なら、(依頼主の決める)よいものを愚直に作ればよい
- 「顧客の創造」には、よいものとは何か(商品企画)、よいものをどう売るか(マーケティング)を考える必要

0

▶ ビジネス全体では、「モノづくり」はごく一部。それを全く理解していない

「ビジネス」全体の バリューチェーン

戦略• 製品企画 技術開発• モノづくり

マーケティング 販路開拓• 営業企画

営業・販売

B2B企業の 「ものづくり」の 成功方程式

(不要) 客先が仕様決定 真面目に 技術開発• モノづくり

(不要) 客は特定済み 愚直な 営業活動 【成功方程式】

B2C企業の要求する 「良いもの」を 愚直に作る!!



そのまま 新規事業をすると…

ニーズ不明のまま 不在! 「高性能」な製品を 作ってしまう

不在!

営業 できない…

そのまま 海外展開をしても…

不在!

ニーズを踏まえず 製品をそのまま 持って行っていく

不在!

販売 できない・・・ 【失敗の王道】

よいものとは何か? 誰と・誰に売るか? どう売るか? を全く考えずに、 自分の信じる 「良いもの」を 愚直に作って、 全然売れない

- ■イノベーションは、オペレーションとは、「真逆」のもの
- ▶ それを理解せず、オペレーションのマインドでイノベーションを「管理」しようとして、全部潰す

既存事業 Operation		新規事業·事業創造 Innovation	
「作る・操業」	真	「創る・創業」	
やるべきコトが、正しくある		やるべきコトを、考え出す	
失敗・間違いは、許さない	<b>⇔</b>	成功するまで、「全部失敗」	
数値でも管理可能	逆	あらゆる管理は「不可能」	



- オペレーションは、 会社の枢軸
- イノベーションは、 理解できない、殲滅対象



イノベーション経験の乏しい経営者は、 "これが正しい方法だ"と思って、イノベーションを潰す

: イノベーション経験層

#### 組織からみる日本企業のイノへご・ションカの衰退 (参考)

■ドリーム・インキュベータ執行役員・三宅孝之氏作成

1950年 1970年 1990年 2010年 バブル崩壊と 失われた20年・・・ 戦後復興と創業 高度経済成長 時代 "Japan as No.1" 低迷の始まり 背景 retire 60代 60代 60代 60代 Bizモデルを 危機感はあるが、 組織内 自ら創り出す 成功体験が無く 危機感が無く、 50代 50代 50代 50代 "下"からの 決め切れない 提案を潰す 一丸で創業、 の世代別意識 各自が成功 40代 40代 40代 40代 体験を積む VS. VS. 創業世代の 30代 30代 30代 30代 指示を忠実 危機感を持ち、 気概はあるが、 に実行 提案するが、 経験不足から 20代 20代 20代 20代 押し潰される 押し 切れない 組織の 全社員がイノベー ルーティンだけで 「 管理型」管理職 「リスクの取り方」が 事業拡大 が跋扈 分からない ター

実情

- 1980年ごろに、マイケル・E・ポーター等が完成し、戦略論の王道となった、古典的戦略論
  - 調査と分析を非常に重視し、精緻な計画をたて、財務指標を中心に、PDCAをしっかり回していくもの
- ■しかし現実には、変化が大きな世界では、古典的戦略論は機能しなかった
  - 財務中心の中期計画を中心に据えることが、1980年代の米国企業の衰退を招いた根本的な原因、という反省
- この10年で戦略論は、環境変化に素早く応じる 「適応戦略(アダプティブ戦略)」に転換
  - 変化に対応するには、状況をすばやく判断し、仮説的シナリオを臨機応変に変え、実行結果から学習していく。
  - PDCAも、Check(状況判断) & Adjust(現場の行動修正) が主役に
- ■しかし日本では、(米国ですでに否定された)古典的な戦略論が、まだ主役
  - 前世紀に学んだ「エライ先生」たちが、時流の変化を理解せず、古い理論を教え続ける。

▶ そして、真面目な日本企業は、オペレーションに更に磨きをかける

- 部長クラスが、延々3ヶ月かけて「中計」を練り込み(Plan)
- 経営陣からの「チャレンジ」指示で、中計の全面作り直し(Plan)
- 無理筋の計画なので、実行しても(Action)、まるで実現できない
- すぐに「中計見直し」が入り、再び計画の作り直し(Plan)
- 部長クラスは、机上での計画づくりと、 達成できない原因分析(言い訳)で、一年が終わる
- 現場も、上の指示待ちのまま、何も動かない

現代に通用する、戦略教育と リーダー育成が、求められている



P lan, P lan, A ction, P lan!

- ■マネージャ(管理人材) と リーダー(経営人材)は、全くの「別物」
- ■リーダーは、既定路線を遵守して歩むのではなく、自分自身で「腹を括って」、新たな意思決定・決断をする人
- ▶ 経営者は、イノベーションを起こし、成長戦略を語る、リーダーであるべきだが・・・、
- 現実には、多くの経営者は、優秀なマネージャ(管理者・軍曹)となるための教育・経験しか受けていない
- そして、事業環境の変化を理解しないまま、今までの路線を突き進み、負け犬事業で頑張ろうとする

事業環境の否応ないでという。 マネージャーの役割 では、マイナスをなくす」 であるオペレーション 効率性・正確性の追求)

リーダーの役割 「新たな地平に組織を導く」 ビジョン 覚悟を決めて、腹を括り、 自ら意思決定し進んでいく

日本には優秀なマネージャが世界ーたくさんいる、必要なのはリーダー

# 働き方改革、何とかならんか?

- 目指すべきは、労働時間の(若干の)削減でなく、強くて幸せな「北欧企業」では?
  - ■7月・8月は、みんな長期休暇を取る。土日は完全休暇、出張も禁止。平日も基本は定時に帰る
  - 就業時間中に、お互いを知る雑談をしたり、みんなでジムに行ったり、気持ち良い屋外で働いたりするのは普通
  - それでも、国際競争力は最高水準。国民平均所得(一人あたりGDP)も、スウェーデンで5.3万ドルと、日本の約1.4倍
- 北欧企業に当たり前にある「戦略」
  - 事業の構造転換を進め、製造業からサービスや教育産業へシフト
  - 本質をちゃんと掴んで、そこだけ徹底的に仕事する。あとは、適当に済ませる
  - つまり、選択と集中をしたら、それ以外の仕事は、頑張らずに、「捨てる」
- もちろん、フラットでオープンな組織、政府や組織に対する信頼の高さなど、他の要素も大きいが、「重要なことだけ、キチンとやる」という選択と集中、そして事業構造の転換が、働き方改革には必要

今の仕組みを効率的に回そうとするばかりでは、泥沼の消耗戦に

真っ当な戦略(本質への選択・集中と事業構造変革)、そして 戦略を実現するリーダーの育成が、「働き方改革」に必要