

人工知能 は日本経済を 復活させるか

東京大学大学院 経済研究科 教授 柳川 範之 大和書房

果たして、日本は「主導権」を握れるか？ (第一次産業革命)蒸気機関 →
(第二次産業革命)電気モーター → (第三次産業革命)コンピュータ・インターネット
→ (第四次産業革命) AI・IOT?

(はじめに)

人工知能がどれだけ優れた技術でも、それを経営的に上手く活用する体制が出来ていなければうまく機能しない極めて経営的な問題であり技術の変化に合わせてビジネスモデルを大きく変えていく事が必要になる。又人工頭脳が能力を発揮する為には十分なデータが必要であり、モノのインターネット(IOT)と呼ばれるセンサーが様々な情報を伝達する技術をどう生かすかが今後の大きなカギを握りメインプレーヤーとして機能してこそ、経済全体が活性化する。そこで本書では「投資」という側面に焦点を当て、どのような投資が生産性の向上に役立つか、その際には「人材開発」や「人材育成」をより重視して考える必要性が出てくる。又経営上のノウハウや研究開発投資等も重要、当然の事乍らグローバルな競争という視点で考える事が不可欠で、変化への迅速な対応が必要、更に技術革新や投資を実現させる上で有用な人工知能の量サービスも含めて安く、場合によっては無料で提供(グーグル、フェイスブック)等の大きな構造変化を如何にうまく取り入れていくかベンチャー企業や同投資が少ない日本の現状ポイント。本書は財務省・財務総合政策研究所の研究会「企業の投資戦略に関する研究会—イノベーションに向けて—」に於ける研究報告の一部を発展させたものである。

{ 第1章 人工頭脳が変えるビジネスと社会の将来像 } 松尾豊

1. 人工知能(AI)という言葉を整理する～

第一次のブームは1956～60年代推論や探索技術が進展 第二次の1980年代は、人間の意志決定をルールで記述し模倣(エキスパートシステム)技術 第三次の今回のAIブームは機械学習或いは深層学習(ディープラーニング)技術が中心。

* 人工知能の3つの側面～①最先端の情報技術という意味合い ②知能の定義が難しい(何が知能で、何が人工知能か) ③定義採用で、その範囲が非常に広い

～近年では広い範囲の情報技術が人工知能と称されている事を理解しておく必要有

2. 人工知能がビジネスに与える影響～第三次AIブーム特徴は機械学習・深層学習
「議論1」 **情報技術の活用**～1990年代後半からウェブページが出現し情報蓄積し、グーグルは技術的に優位に立った(自然言語処理、データベース、機械学習)これらを上手に用い★メールからスパムメール(宣伝目的)を取り出す、

- ★ユーザの閲覧傾向に合わせて興味ありそうな広告を表示
 - ★ユーザの検索キーワードに関連する情報の並べ方を学習する等の処理が可能
 - *教育分野ではインターネットで授業の動画を配信、生徒の学習状況を常にモニターしながら最適なコンテンツを配信する
 - *金融では複数の金融機関にまたがる顧客の資産を一元的に管理・運用するサービス、企業の財務・会計を担当するクラウドサービス(素早く・よい検索)も出ている
 - *医療では医者を助ける診断支援サービスが立ち上がりつつあり将来は患者個人も
- 「議論2」 **深層学習**～音声認識、一般物体認識で成果を上げ画像認識は遂に2015年マイクロソフト、グーグルが人間の標準とされる値を超えている。
- * **目の誕生**～目を持ち状況を確認することが出来れば農業や建設、食品加工の分野で機械化・自動化が可能(更に警備・防犯・医療や介護、掃除や調理等家事)
3. 人工知能と人間のスキル～マッキンゼー報告「職が無くなるではなく、タスクが無くなる」800の職業の2千以上のタスクの調査を通しより必要性が高まる仕事として
- ▲人工知能やロボットそのものを扱う仕事
 - ▲接客や営業などの対人関のコミュニケーションの仕事
 - ▲人間としての感覚や創造性に関わる仕事
 - ▲目的の設定、価値判断、責任主体としての仕事
 - * 一生、学び続ける必要性がある～人工知能やロボットを使いこなし、或いは開発する為の数学やプログラミング教育は勿論よりよい社会を実現する為の目的設定や価値判断、課題発見能力など身につける人格形成の教育が重要になってくる。
4. ものづくりと人工知能～最先端の情報技術としての人工知能は国内主導でイノベーションは難しい、ユーザが多く、売り上げも大きく、データもたまる英語圏が有利
- * **ものづくりからのプラットフォーム戦略**～深層学習は画像認識に大きな性能向上をもたらし日本が強いイメージセンサを活用でき目を持つ機械やロボット技術を活用できるので日本にとって大きなチャンスである。自動車を中心に高度なものづくりの集積、それを支える部品や素材の産業も強い、農業や建設、食品加工、医療介護等で新たな付加価値の高い製品を生み出し機械が動作する農場や建設現場等「場」全体を含んだプラットフォーム化とグローバルに展開する戦略を描ける。
5. **人工知能時代の日本のチャンス**～人工知能部分に対する投資促進と発生問題点
- 「問題点1」機械学習という技術に対する考え方の違い
- 人工知能の動作を分かり易く説明する技術が必要、深層学習を含む機械学習の技術を用いた製品はその動作を完全に設計者が把握しているわけではなく、大きな心理的ハードルに、又品質保証という点でも従来と異なる考え方を必要とする。
- 「問題点2」年功序列の人事制度と技術の相性～深層学習の分野は日進月歩であり、20代の若い技術者・研究者は深層学習の技術に精通し、数学力がありプログラミング能力が高い人材である、

多くの大企業における年功序列人事制度と相性が悪い。

「問題点3」 最終製品に対する意識とその為のスケール感～諸外国と戦っていく為には最終製品を明確に念頭に置いた大きな規模での投資が必要である。技術内容を正しく理解、事業戦略を立て、それを踏まえて投資の意思決定する必要有。

* 学習工場という解決策～機械学習・深層学習における学習済みのモデルを出荷する為の設備で必要なものの大半は人材で多くの優秀な人材を高給で雇用を意図し日本の大手の製造業或いは「目を持つ機械」に関わる世界的な事業を展開する力のある企業なら諸外国におけるイノベーションと太刀打ちする事も十分可能。

{ 第2章 誰でもAIを使えるインフラ整備を } 石山 洸

(要旨) 誰もがAIを活用できる環境を社内インフラとして整備し、全従業員がAI活用に関わることが出来る状態に移行する事が重要。

1. 第四次産業革命と現在の状況～フェイスブックは10年間で15億人程のユーザを獲得、どの様な文章を送れば又フェイスブックを利用するかデータを収集しPDCA(計画・実行・評価・改善)の実施でユーザを獲得することが出来た。IOTの普及でマーケティングデータがリアルな社会に於いても獲得できれば、地方創生の現場でフェイスブックと同等のマーケティングを実施し人口成長を実現できるかもしれない。
* AIを用いて5%の付加価値を創れるか～2016年6月閣議決定で2020年に名目GDP600兆円達成する為に第4次産業革命で付加価値30兆円(5%)創出を目指す。とされ氷山の一角しかデータ化されていない残りの部分にビジネスチャンスがある。そこがデジタル化されAIを導入し5%の付加価値創出で第四次産業革命を実現。自動車メーカー等のインダストリー系がAIを活用する機会と、グーグル等のインターネット系が製品開発で市場に進出して車を開発するプレーヤー競争環境が強化
2. 「データサイエンス3.0」という概念～「1.0」ではデータサイエンティストが一人「2.0」ではビッグデータを扱う部署を新設「3.0」は誰でもAI活用インフラ整備日本の多くの企業は2.0でグーグルは3.0であり日本の企業も競争環境上で必須。
* 「ボタン一つで操作」を可能にできないか～グーグルでは様々なデータを多数保有、検索エンジンの様なものが社内に整備されている。ボタン一つ押すだけで同じプログラムが自動生成される為プログラミングできない人でもダウンロードが可能
* 社内インフラとしてのAI～DataRobot社提供の機械学習プラットフォームを活用すればデータサイエンティストでない人でも簡単に機械学習が行えるようになる。従来分析迄含め2ヶ月程度要した事が2時間程度で行う事が可能となっている。
リクルートでは1年弱の間に約5千件の予測モデルが出来上がり活用されている。
3. AIの活用事例と活用領域の広がり
「事例1」 人材サービス分野におけるAIの活用～外部人事のデータからは採用候補者が入社するか否か迄しか予測しないが内部人事データと統合で

入社後の活用迄もが予測できるようになる。

「事例2」ヘルスケア分野におけるAIの活用～介護の世界では「**どの様な介護をすると介護拒否が起きにくくなるのか？**」AIが介護の様子を動画で分析いい介護とは何か？を科学化将来的にケア動画をAIに送りAIを通じた介護教育も可能に。

* **AIは雇用機会を増やしていく**～従来の仕事の8割を自動化し自動化不可能な2割はAIを通じ教育しタスクをこなせば就職できる事が可能という見方で雇用機会増も、この両者のバランスがいいということが重要になってくる。

{ 第3章 日本はなぜ、ICT(情報通信技術)革命に乗り遅れたのか }

金 榮がく (ソウル大学卒・一橋大学経済学博士、専修大学準教授)

1. 日本経済、失われた20年～供給側から失われた20年を概観し乍らその原因の中の一つと考へて無形資産に関する議論に日本企業の現状や今後の課題を見出す。
2. 供給側から見た日本経済の長期停滞～労働生産性の伸びは米国に比し遜色ない成長が2010年以降設備投資鈍化で経済成長への貢献ほぼゼロ、より深刻なのはTFP(全要素生産性)が高度成長期年平均約1、8%から0、2%しか伸びていない
 - * **革命が起きた米国、起きなかった日本**～多くの研究では米国は TFP 成長が日本減速と対照的に加速、情報通信技術革命によるものと結論づけている。
 - * 日本の生産性は、なぜ低迷した？～1995年以降日本経済の低迷が目立つところは流通業(商業・運輸業)でICTとそのサービスを投入する産業で生産性伸び停滞恩恵に浴せず米国は2000年以降もICT投入産業でTFPの上昇が加速している。
 - * 日本が他の先進国に負けている部分～先進主要国に於けるICT投資の対GDP比率の推移研究で1990年代から2005年迄日本が最も低く流通業では特に著しい。
3. 無形資産投資の重要性～**ICT投資だけでなく組織の改編、権限の調整、従業員の教育・訓練が必要**。日本は有形資産投資が相対的に高くGDP比無形資産投資の約5%の2倍米国では2000年以降無形資産投資が有形資産投資を上回っている。日本経済の抱える問題の今一つは研究開発支出が先進国の中でも非常に偏りあり、革新的資産投資(研究開発支出)に集中している事。
 - * 特定分野への投資は効果が悪い～ICT投資が企業及び経済内で十分な役割を果たす為には社内だけでなく取引関係にある企業とのシステム統合など大きな効果を発揮も。
4. **失われた20年を脱するカギとは**～グーグルのCEO「我々はモバイル中心(携帯電話等移動式通信)の世界からAI中心の世界に移りつつある」米国のGE等中心のインダストリアル・インターネットやドイツ中心のインダストリー4.0等に移っている。スマートファクトリー、IOT,人工知能、ビッグデータ4、ロボット等これら全てクラウド上で繋がりが共有で真価を發揮。

{ 第4章 中小企業の「生産性向上」戦略 } 奥 愛 高橋 秀行

1. いかにか中小企業が生産性を上げるか

- 中小企業は日本の企業数の大半を占め、雇用数の約7割を支え日本経済の基盤となっているものの、労働生産性国際比較では2015年に日本は OECD 加盟35ヶ国中22位と低い
2. **中小企業が抱える問題点とは**～情報化投資に関し日本企業は IT に対する期待は業務効率化・コスト削減が48%と突出(米国約17%)新たな技術・製品・サービス別の利用では、米国26、9%に対し日本は僅か1、2%で米国の時代の変化に即した人材への需要や企業の新陳代謝の促進にもつながっていくが日本企業はこれらの強みが少ないことに。
 - * 企業が直面している人手不足～2016年の調査では6割強人手不足(内大企業は1～2割)内49、8%の企業が新規採用活動促進 30、7%は人材確保の為に既存従業員賃金アップ
 3. 生産性を引き上げるカギとは～米国に比べ労働生産性は製造業で7割サービス業では5割全要素生産性では日本は1999年以降上昇率低迷、米国は伸びが加速しているとの分析。日本企業の海外投資の弱さも生産性の低さに関係とも指摘(小企業1、5%大企業8、7%)
 - * **人材への投資が急務**～人的資産への投資も無形資産投資も少ない上に無形資産投資に占める人的投資割合は米国11、7%ドイツ14、7%に対し日本は僅か1、3%しかない。
 4. **生産性を上げた中小企業の戦略**～「情報化投資」で成功した2つの企業、日米の労働生産性の格差の大きい農林水産業では米国100に対して日本4、7(2010～20年)
 - 「事例1」 **クラウド活用で生産性を向上させた(株)早和果樹園**～高品質の農産物の生産量増でミカン出荷約2倍、又技術伝承が2～3年で可能になる見込みで後継者育成につながる
 - 「事例2」 **数値管理により品質向上させた旭酒造(株)**～データに基づく「見える化」による品質向上。ICT を活用し山田錦の生産拡大を支援、若手人材育成、海外への展開等
 - ★研究開発の促進で成功した2つの企業
 - 「事例3」 **ロボット化を進め優秀な人材確保を狙う常石造船(株)**～米国のカーネギーメロン大学と共同で独自のロボット(移動溶接)研究開発、ドローン活用の研究開発(作業工程管理)
 - 「事例4」 **ネットワーク活用で海外進出したベンチャー企業(株)未来機械**～香川大学出身の研究者が中心になり地元企業 OB のベテラン技術者と共にソーラーパネル清掃ロボットを開発
 5. AI で解決できる領域の広がり～深層学習技術の AI「眼を持つ機械」の進展により警備・防犯・医療・介護・加地での機械化・自動化が可能、農業や建設、食品加工、医療、介護、製造など様々な産業分野で付加価値の高い製品を作る事ができる。
 - * 人手不足と AI 活用～企業の人手不足の声(全国財務局による企業ヒヤリング)と AI 活用可能領域(12領域)と「目を持つ機械」深層学習型の AI 一覧表＝本書 P132 省略
 - * 国内だけでなく世界を見る～世界の変化への対応の速さを意識していく事が企業規模に関係なく必要。AI 活用の為人材投資は欠かせない、技術と人への投資で生産性高まる。
 6. 企業の成長の源とは何か～新たな技術を積極的に取り組み人材育成の為に投資で生産性を上げ雇用を拡大していけば地域経済の活性化更には日本経済の拡大にもつながる事に。

{ 第5章 技術革新に伴う投資対象の拡張 } 鶴岡 将司 福元 渉

企業がどのような支出を投資として認識しているか又統計として投資をどのように計測するか
2. 多様化する投資行動～企業が認識する設備投資の範囲(約125兆円)の内 GDP 設備投資(約70兆円)内有形固定資産(約58兆円)無形固定資産の内ソフトウェア投資等(約11兆円)～GDP に計上が望ましい研究開発・人的資本・ブランド資産への投資(約25兆円)更に海外投資や所有権移転の M&A や中古品購入は企業が投資として認識(約30兆円)している。

* 企業による様々な投資行動～2016年日銀レポート(地場企業の設備投資動向ヒヤリング)

①新規事業・成長分野に向けた投資の広がり ②人手不足を背景に省力化・効率化投資の活発化 ③AI・IOT活用展望の研究開発投資 ④訪日外国人需要取り込み投資積極化

3. 海外投資とM&A(いずれもGDPの投資に計上されず)～経済・産業構造の変化の影響

* グローバル化と海外における投資～2014年全世界で約9兆円現地法人設備投資の内、アジア地域への部分も大きいが米国1国への額がアジア地域投資を上回った。

* M&Aに関する分析事例～金額は1999年約18兆円、件数2006年に2千件超でピーク 2010年代は16～24百件金額は10～15兆円で推移(M&Aの経済的役割・その反面省略)

* 情報化・知識化する経済～製造業のサービス化を背景に高付加価値の製品を供給し続ける為に物流、ICT関連サービス、専門・技術サービス部門が有効に機能し輸送・生産工程の効率化や製品の高付加価値化を実現していく事が期待されている。

* デジタル化とアウトソーシングの普及～2015年ITアウトソーシングサービス市場規模は3,8兆円、クラウド導入企業は未導入企業比4,3%、7,9%各々生産性水準が高い結果。ドイツ・米国では製造業のスマート化が進行中で日本はIOT活用や投資が道半ばと認識。

4. 無形資産への投資に関する論点整理

* 無形資産の分類～①情報化資産(ソフトウェア・データベース) ②革新的資産(研究開発・著作権・デザイン等) ③経済的競争力資産(ブランド・特殊人的資本・組織変更等)

* SNA(国民経済計算)での無形資産、ソフトウェア、研究開発の扱い～省略

* 研究開発の資本化による影響～GDP比日本3,5%OECD1,9%より大幅に高い 2011年研究開発 1994年11,2兆円 2015年19,1兆円民間企業設備投資の占有率14,8→19,8%

* 日本の統計における研究開発に関する調査の検討状況～省略

* SNAでの無形資産概念拡張の議論～省略

5. GDPだけにとらわれない議論を～省略

コラム2. 2000年代の無形資産(上記4.の①～③)への支出は約43兆円とGDPの約9%有形固定資産の半分程、米英では有形固定資産投資を上回る規模。

コラム3. 生産性に関する先行研究～省略

{ 第6章 イノベーションに向けた新しい投資構造 } 柳川 範之

1. 変わりゆく投資の概念～通常「投資」と考えているものと経済学上の投資の間に大きな乖離

* 生産性を高める投資～今迄投資は景気刺激役割の総需要の大きさに注目。生産性の向上や成長戦略の視点から投資の供給側からいかに生産性を高める投資か?がより重要 P 6

- *「**イノベーションインフラ**」という概念～Uber やAirbnb 等急成長企業は相対的に非常に少ない投資支出で生産性を非常に上げた、その急成長はインフラが整備されているから。
- 2. 投資の二面性～需要側と供給側～景気の落ち込みを避ける事に焦点があった(少し前迄は総需要を如何に刺激しコントロールするか)経済の長期低成長を考える際は総供給サイドの方が重要性は高く、より効率的に生産要素を使い一般的な投資の効率を高める必要有。
 - *「**アイデア**」も投資である～革新的生産コストが半減のアイデアは「大きな設備投資」
 - *技術革新の「見えにくいインパクト」スマホのアプリ開発はその利便性向上に比べて開発にかけられている実質的支出は驚くほど小さい、結果として好収益を開発会社は実現できる。
- 3. 人的資産への投資～どこまでが人的資産の為に投資されたのか極めてわかりにくい特徴。
 - *新しい技術革新～近年大きく生産性向上の原動力はアイデアやノウハウの類で人件費
 - *人的資産をどのように把握するか～人件費の内、人的資産への投資と考えられる支出は？
 - *無形資産への投資～特許やノウハウ等、新しい環境に合わせて絶えず投資する体制構築
- 4. 人工知能などの技術革新とグローバル化～スピードと変化への対応～タイミングを逸しない自動車産業の様に無縁の業界からの参入への対応(他企業買収や他産業との連携提携等)
 - *グローバル化の進展～国際貿易が世界的に行われるだけでなく人や資金等が自由に国境を越え活躍とその度合いの高まり特に企業の生産構造が極めて多国間分業の構造を持った。
- 5. **新しい投資構造**～空き部屋や自動車の利用等仲介のシェアリングエコノミーは資産の有効活用とサービスがネットやフェイスブック利用可能だから成り立つビジネスで最小限の費用。今や技術革新で重要なのは新規投資を促す技術やシステムという新しいインフラである。
 - *民間企業が発展を担う～**アマゾンやグーグル等は人工知能の機械学習プログラムをオープン化し無償で公開、見返りに大量のデータを得て人工知能を進化させている。**この様な動きは国毎の投資支出額、総需要の偏在を大きくさせる可能性を持つ。幅広い産業に役立つサービスを安価に又は無料で提供し、別の所で大きな収益を上げていくビジネスが必要。
- 6. インフラを活用した急成長～**中国 SNS 大手テンセントは設立20年弱で時価総額約34兆円**又インド、スウェーデン、ドイツ、英国等でも未上場で急成長して巨大大企業になっている。
 - *立地よりも大事なポイント～アイデアを具体化し、イノベーションを引き起こす事が容易になって、数人のグループで世界を相手に、巨額のビジネスができるようになってきている。
 - IT 革新によって企業を立ち上げる為のコストが劇的に変わっている**
 - ～筆者は以下の4項目を**イノベーションインフラ**と呼んでいる(ハード面ではなくソフト面)～
 - ① クラウドコンピューティング(以下クラウド)の発達でシステム関連の設備投資や開発を、自前でする必要が無くなった為にセットアップコストが大幅に低下した、この影響は大きい。
 - ② クラウド・ソーシングやクラウド・ワーキングなどのネットを使った外部委託の利用可能性が大幅に高まり社内に多くの人材や生産設備を抱える必要が無くなった。
 - ③ ネットを通じた資金調達であるクラウドファンディング等多様な資金調達手段が可能に。
 - ④ ネットを通じた広告、販売により販路を急速に拡大が容易、国際市場を意識の販売可能
- 7. プラットフォーム企業の重要性

アマゾンもグーグルも積極的にイノベーションインフラを整備し、ビジネスの柱に位置付けしたこのクラウドを利用する事で起業家は安価でデータベース等システム構築が可能になった。急成長のベンチャー企業も積極的にイノベーションインフラを整備ビジネスの柱に位置付け。少し前迄は書類の整理やスケジュール管理等多くの人出とスペースを必要としたが、それらの殆どはスマートフォン1台で十分な時代になって簡単に一人でできる時代になっている。

*ITの進化と人材ネットワーク～ITの進化による変化だけでなく多くのソフトやアプリが開発されてきた点も重要で利便性のある環境が整えられた。同様の事が製品開発やイノベーションも開発のインフラ整備に役立ち新たな開発が格段にやり易くなっている点こそ重要な変化だ。又今一つ大きな要因は多様な人材の参入で、セットアップコストが低下して退出コスト、方向転換コストが低下する事でその動きがより促進され、アイデアさえあれば世界を相手も可能、そして多様なやる気のある人材が集まる事で相乗効果が生まれより優れたアイデアを生む。更に過去に成功した起業家がメンターとしてアドバイスをして起業家同士を結び付ける役割。

8. 日本でもイノベーションインフラの整備を～日本では米国の様に急成長企業が次々に出現する状態にはない、その為にはイノベーションインフラを整備して、多様な人材が急成長する企業に集まってくる様にする必要がある。労働市場改革を断行して、本来大きなチャンスがある筈の分野に多様な人材が参入できる様な環境を整える必要がある。

(完)