

【平成 29 年度航空研究センターシンポジウム：発表 2】

人工知能 (AI)

山口 真吾

---

はじめに

AI について話をしますと 20 時間はかかってしまいますが、今回頂いた時間は 20 分ですので、三点に絞って発表します。一つ目は、AI の真髄は深層強化学習にありますので、深層強化学習の凄さについてです。二つ目は、人間と機械とのインターフェースについてです。これは、人間の考えている思考を外に取り出すインターフェースの進化のことです。三つ目は、AI は人間の仕事を奪うのではないかという議論がありますので、それがどのような状況なのか、人間の知的労働（仕事）を奪う AI についてです。これらを説明した後に、AI 時代の航空防衛戦略について発表させていただきます。

皆さんの中で、スマートスピーカーと話をしたことがある人はどれくらいいますか。これまでに「深層学習」について授業や研究会などで学んだことがありますか。ぜひ、深層学習とは何かについて、ネット検索で、一時間ほどで入門を勉強できますので学んでみてください。これからの若者は期待ができます。2017 年 10 月に慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスでアンケートを実施したところ、回答者 149 人のうち、深層学習を学んだことが「ある」と答えたのは 27% でした。

## 1 深層強化学習の凄さ

### （1）人工知能の発展の歴史

最初に、人工知能の発展の歴史を簡単に説明します。現在は、第三次の人工知能ブームと言われています。もともとの発展は、イギリスの天才アラン・チューリング（Alan Turing）です。彼は戦時中、ブレッチリー・パーク（Bletchley Park）でドイツのエニグマ暗号機の解読に従事していました。この人が、初めてAIの概念を提唱したと言われています。つまり、コンピュータもAIも軍事から始まったと言えます。

第一次、第二次ブームの後、それぞれ冬の時代をAIは迎えました。こんな物は役に立たないのではないかという評判が付き、研究者も予算も削られるという悪循環がありました。

### （2）機械学習の時代

しかし現在、第三次AIブームと呼ばれていますが、AI関係者の共通認識として、今回はブームではなく本物であり、実用化され、社会実装されると考えられています。

最近起きたことで一番有名なのは、2016年、グーグルの子会社のディープマインド社の深層強化学習に基づく囲碁ソフト「AlphaGo」が欧州チャンピオンのプロ棋士に勝利したことです。また、2012年の画像解析コンテストで車やライオンや犬の画像をコンピュータに見せて判断させるということを行ったところ、とんでもない成績を上げました。有名なところでは、グーグルが深層学習技術を活用しAIに「猫」を画像認識させることに成功しました。ここ5～6年で、深層学習が本格化し、社会実装に至っています。

なぜブームではないと言えるのか。それは今、三つの要素が揃った環境になったからです。まず、デジタルデータの爆発的増加です。先ほど土屋先生からメタデータのお話がありましたが、デジタルデータが沢山取れる環境になったのです。SNS、IoT、センサーなどの技術によりビッグデータを取れるようになり、クラウドで溜められるようになりました。世界のデータ量は2年ごとに倍増していると言われています。

次に、アルゴリズムの画期的進化です。機械学習、深層学習 (ディープラーニング)、強化学習、敵対的生成ネットワーク (GANs) といった、最新のアルゴリズムがコンピュータに使われるようになってきました。

最後に、コンピュータ処理性能向上です。NVIDIA と呼ばれる AI 専門の半導体企業も出てくるなど、半導体技術の革新が進展し、AI 専用半導体が使えるようになったということです。

この三つの要素によって、AI の実用化・商用化が進み、「第四次産業革命」、「データ主導社会」、「超スマート社会」の実現、「Society 5.0」と呼ばれる AI 実用化の時代になりました。

今までは、コンピュータに何か物事を判断させる、推論させる、認識させる場合は、「If A then B」のように、人間がすべてのルール (条件) をプログラム化しなければなりませんでした。これは、ルールベースのエキスパートシステムと呼ばれています。これが第二次 AI ブームであり、失敗でした。皆さん、例えば、モーツァルトの音楽を定義してください、と言われた場合、プログラムでその特徴を書けないですよ。アラビヤとハクビシンの違いをコンピュータで定義してください。これも無理ですよ。自動運転のような 1 千万行にわたるソースコードを書かなければならない巨大システムを人間の手で一つ一つプログラミングしてください。無理ですよ。このような特徴が掴みにくい物、似通っている特徴の物、巨大システムやビックデータを扱う物、こういった物に対して、コンピュータにデータを食べさせて違いを認識させる推論エンジンを作っていく。これらが、現在の深層学習でできるようになりました。この世の中には森羅万象、様々な物事があるなかで、これをコンピュータが自分で学習するようになり、人間がいちいち定義しなくてよくなりました。これを特徴抽出と言いますが、物事の特徴を定義していくことが人類の壁でありましたが、環境が整ったことによって、突破できるようになったということがブレイクスルーだと思います。その成果のチャンピオンが、ディープマインド社の「AlphaGo」だと思います。これは 2010 年にロンドンで起業し、2014 年にグーグル社に買収された英

ディープマインド社が開発した囲碁の人工知能プログラムです。これが、2016年3月、囲碁五番勝負で韓国の李セドル九段（33）（当時の世界ランク5位）に4勝1敗と勝ち越し、世界に激震を与えました。2017年5月には、世界最強といわれる中国の柯潔（カ・ケツ）九段を3戦3勝で打ち負かしました。囲碁のパターンは、10の何十乗という形で将棋やチェスよりも多くの手数がありますが、その囲碁でもコンピュータが人間をコテンパンに打ち負かして大きな衝撃を与えました。

AlphaGoの仕組みは、ネイチャー誌に掲載されていますので、機会があったら読んでみてください。データから学ぶ深層学習とプログラムの中で自分の分身を作って分身同士で戦わせる強化学習を駆使していることがわかります。注目すべきは、数的な規模です。深層学習として、過去の人間のプロ棋士による16万の棋譜データから3千万の盤面データを教師データとして抽出し、コンピュータ自身が3.4億回の自己訓練を三週間行いました。次に、「モンテカルロ木探索 (Monte-Carlo Tree Search)」と呼ばれる手法により、より有望な手をより深く調べて、それが最後まで本当に良い手なのかどうかを確認します。その後、自分の分身を作って、5千万回の対戦を一週間で行いました。相反する（競合する）目的の自分の分身を作り競わせることで、AIの精度向上を達成することを、「敵対的生成ネットワーク (GAN : Generative Adversarial Networks)」と言います。これらにより、人間が一生かけても訓練しきれないことを24時間休むことなく訓練して強くすることができました。

このような凄い能力を持った深層学習ですが、ゲノム解析、防犯、物流、産業、フィンテック、自動運転など、どのような分野であっても応用可能です。ビッグデータがあれば物事の特徴を掴む学習が可能で、特徴を掴むことができれば、コンピュータに自動判断させるプログラムを作ることができます。こう考えると、軍事分野への深層学習の応用を考えない人はいないと思います。

### 3 思考を取り出すインターフェースの進化

#### (1) ヒューマン・マシン・インターフェースの進化

人間と機械のインターフェースをヒューマン・マシン・インターフェースと言いますが、物凄い勢いで技術が進化しています。歴史を振り返りますと、Web アプリ/Web ブラウザとして 1995 年に「Microsoft Windows 95」が登場しました。その後、モバイル化の進展、スマホの普及の中で 2007 年にアップル社の「iPhone」が登場しました。最近では、スマートスピーカーやチャットボットと呼ばれる、スマートフォンを介してボットを相手に会話ができる物が登場しました。だいたい 10 年毎に、インターフェースが進化して新しい仕組みが出てきています。皆さんはスマートフォンを使っていると思いますが、「スマートフォン素晴らしいよね」、「通信デバイスとして最終形だよね」と思ってしまったら終わりです。次の進化が待っています。いずれスマホは要らなくなるかもしれません。

#### (2) 自然言語処理技術による対話 AI

コンピュータに人間の言語を理解させ、処理させる仕組みを用いた自然言語処理技術による対話 AI の発展がめざましいです。今の米国では、Amazon echo と呼ばれるスマートスピーカーが米国内で累計 3 千万台も売られています。その他に、グーグル社は Google Home、LINE 社は LINE Wave、Clova Friends と呼ばれるスマートスピーカーを出しています。

チャットボットも発展しています。お使いになった方は分かると思いますが、例えばクロネコヤマトのチャットボットで再配達依頼ができます。チャットをしながら、明日の 3 時に荷物を届けてくれるように調整できます。よく誤解されますが、これは機械が会話しているのであって、ネットワークの向こうに人間はいません。

それから機械翻訳やコミュニケーション・ロボットがあります。こういった形で、人間の声を使ってコミュニケーションを高速化することができます。スマホを使ってポチポチと文字を打つのは大変ですし、スマホアプリを探して起動させることも大変面倒です。人間の声は、基本的かつ親しみのある手段です。声を使って簡単に機械を操作、命令できる

時代になってきていて、人間に優しく親しみのある便利なインターフェースができつつあると言えます。

スマートスピーカーは家庭内で使われることが主ですが、車の中、オフィスや工場で使おうという考えが広がりがつつあります。例えば、2017年1月に発表されたトヨタの「Concept-愛 i」。これは、将来のコンセプトカーなのですが、「人を理解する」技術とエージェント技術を組み合わせることで、ドライバーの気持ちを先回りした提案を可能とし、ドライバーに新たな体験をもたらすことを狙っています。ドライバーの感情・覚醒度に応じて、クルマが会話を誘導します。ドライバーの嗜好に応じた話題や関心の高いニュースをクルマ側から提案するなど従来にない双方向の自由会話を実現させようとしています。

### （3）BMI（ブレイン・マシン・インターフェース）

それから、音声だけではなく、BMI（ブレイン・マシン・インターフェース）と呼ばれる研究も進められています。これは、昨年、フェイスブック社が発表しましたが、人間が頭の中で考えていることを、毎分100ワードの速度で取り出すことを目指した研究です。スマホでポチポチと入力することは大変な作業ですので、頭で考えていることをコンピュータに取り出せたら、どんどんSNS利用が加速するという企業戦略に基づくものです。

日本でも、国立研究開発法人情報通信研究機構においてBMIの研究が進んでおり、2017年11月1日に、映像を見て感じた内容を脳から言葉で読み解く脳情報デコーディング技術が開発されたことが発表されました。画像・映像を見せた被験者の脳で何が起きているかを、fMRI（Functional Magnetic Resonance Imaging）を使ってデータを取り、AIを使って脳活動を解読します。これによって、被験者が画像・映像を見て感じた「物体・動作・印象」の内容を、推定結果に基づき一単語の「名詞・動詞・形容詞」の形で言語化して取り出すことが可能となります。この技術は画期的で、今後、頭の中で考えただけでその内容を言語化してコミュニケーションを行う手段が可能になります。当然、軍事分野に

も応用可能です。操縦者が危険と感じているのか、敵機を三機見つけたのか、リラックスしているのか、眠たいと思っているのかなど遠隔で把握することが可能になります。

## 4 人間の知的労働(仕事)を奪う AI

### (1) AIによる雇用への影響

果たして、AIは人間の職業を奪うのかということについて考えてみたいと思います。オックスフォード大学マイケル A. オズボーン (Michael A. Osborne) 准教授が、米国の職業 701 種類について、AI や機械による代替可能性を分析研究したところ、米国の就労者の約半分、47%が代替可能性の高い職業に従事しているとの分析結果が出ています。野村総合研究所がこの研究を日本(国内 601 種類の職業)に当てはめた場合、米国と同様に、10~20 年後、日本の労働人口の約 49%が就いている職業において、代替可能との推計結果が出ています。これから我々がどのように考えるかが重要になります。

良い例もあります。2017年12月12日、オランダのラドバウド(Radboud)大学が実施した国際コンペ CAMELYON16 において、AI と人間の病理医による乳がんのリンパ節転移の有無を調べる画像判定コンテスト(診断精度)が開催されました。129 個の試験セットで評価した結果、ダントツの診断精度を誇ったのは、AI アルゴリズムで、0.994 の精度でした。11 人の病理学者による診断では、時間制限ありの場合の診断精度は 0.810、時間制約なしの場合(診断に要した時間は 30 時間)の診断精度は 0.966 で、いずれも人間は AI に勝てませんでした。この結果から考えて頂きたいのは、人間の病理学者は通常 8 割しか正解しない、いかに人間のやることには誤診、誤判断があるかということです。

医療のみならず、金融の分野でも、AI の優位性が表れています。2017 年 2 月のニュースですが、ゴールドマンサックスのニューヨーク本部には、年俸何億円というトレーダーが 600 人いましたが、現在はわずか 2 人のトレーダーがいるだけです。600 人いたトレーダーは、機械学習の

能力を持った複雑なアルゴリズムに置き換えられました。この自動取引プログラムの維持整備のために、逆に200人のコンピューターエンジニアが採用されています。人間の勤は信用できない、AIは文句言わない、AIは正解率が高い、AIは稼いでくれる、という状況が現出しています。

## （2）日本国内におけるAIの影響

日本国内はどうか。メガバンクは、昨年からリストラ計画をどんどん出しています。この構造改革の原因は、勿論、AIだけではなく、超低金利で逆ざやを稼げないということによる業務縮小もあります。さはさりながら、ソフトウェアやAIによる業務の代替、無人店舗化をメガバンクは視野に入れています。特に、コールセンター部門におけるAIの活用が進められています。コールセンター部門の離職率は特に高く、電話を使わなくなった最近の若い人は、電話でクレームを受けることに大変ストレスを感じています。そこをなんとか機械化しなければ、銀行の業務を継続できないということで、まずコンタクトセンターにAIを導入しようとしています。

みずほフィナンシャルグループ（中間期決算説明資料（2017年11月13日））は、テクノロジー活用による組織・人員の最適化によって、2026年度末までに1.9万人の削減方針を公表しています。同グループ従業員数は7.9万人ですが、約1/4を削減する規模で、現在500ある店舗・拠点の統廃合を進め、そのうち100を削減する予定です。三菱UFJフィナンシャルグループは、国内の事務作業の自動化やデジタル化で「9,500人相当の労働量の削減構想」を公表しています。同グループの従業員数は約10万人ですので、約1割を削減する規模です。三井住友フィナンシャルグループ（2017年度上期決算投資家説明会（2017年11月17日））は、RPA（ロボットによる業務自動化：Robotic Process Automation）を活用した業務量の削減を推進しており、3カ年計画として4千人分の業務量を削減し、人員余力の捻出によって、営業力・企画力の強化や戦略事業領域への人員再配置を行おうとしています。これらのメガバンクの施策によって、単純合計で3万2,500人がリストラされ、AIに置き換わる見込

みです。

### （3）人間の職業と AI の関係

人類誕生以来、農業のオートメーション化、工業（工場）のオートメーション化（FA）、オフィスのオートメーション化（OA）が進んできました。次は、AI、ロボット、RPA 化によって、人間の知的労働、つまりホワイトカラーの仕事のオートメーション化が起きるのではないのでしょうか。そのメリットは、沢山あります。日本の場合は人手不足の解消があります。AI によって、生産性向上も可能です。AI は、処理スピードが速く、24 時間・365 日稼働でき、精度も高いです。サービス品質が均一となり、顧客満足度も高くすることができます。場合によっては、新人教育ツールとしても使えます。

では人間はどうすべきか。人間は、面倒くさい仕事や夜間の仕事を AI に任せて、空いた時間を、より知的レベルの高い高次元の仕事に専念することを前向きに考えれば良いと思います。医療分野、金融分野、デザイン、政策・法務、軍事戦略、インテリジェンス等で、最後は人間が判断をして、診断して、ボタンを押して、決裁するというプロセスは変わらないと思いますが、その前段階の処理業務を AI に如何にやらせていくかということが重要になります。人間の高次元の知的労働を AI に補助させるプロセスを構築していくことが必要になっていきます。

一方、問題は、AI と同程度の知的レベルの労働者が、失業の危機に追い込まれるということです。AI が代替できる受付係、販売員、コールセンター、事務員等の仕事です。AI に代替された人達の雇用をどうするか、自衛隊においてもそのような仕事をしている人をどうするかという問題を考えなければなりません。そこで、ベーシックインカムの議論が起きています。AI によって全体の生産効率は向上しますが、社会からあぶれる人達が発生します。生活に必要なお金として毎月 7~8 万円を給付するベーシックインカム制度の議論が、最近の AI の文脈の中で活発になってきています。

## まとめ AI時代の航空防衛戦略

さて、まとめに入りたいと思います。私は軍事分野の専門家ではありませんが、AIを軍事分野に入れたら、こんなことができるのではないかとすることに気がつきました。10年後の軍事分野を想像するとき、AIは、ゲーム・チェンジャーとなり得ます。レーダー・航空写真の読影・判読では、将来、人間1万人の索敵能力に匹敵する活動を、疲れ知らずに24時間行えるようになるでしょう。兵器、航空機、UAV、ロボットでは、将来、無人化、自律化、群知能化が進むでしょう。

群知能とは何か。先の平昌オリンピックの開幕式で、インテルのLED搭載ドローンシステム「シューティングスター」により、1,218機のドローンが同時運用されましたが、これを知能化したものが群知能です。

戦術パターン（行動方針）の案出では、将来、100万通りの候補提案と有効度判定を行うことができるようになるでしょう。特に、無数の選択肢の中から有為なものを取捨選択するAIが出現すると思います。指揮官の参謀役としては、人間と共にインテリジェンスをもたらすAIエージェントとしてサポートしていくと思います。

指揮官の意図・決心の伝達では、指揮官の脳から一瞬で直接伝達する方式が、将来導入されることでしょう。マルチドメインバトル（複合領域における戦い）では、AIでビッグデータ処理、優先度を判定するなど、軍種間の垣根を越える役割をAIが行い、軍種間の摩擦を減らすことができるようになるでしょう。複雑化する作戦計画では、エージェント同士が自動調定、最適化、訓練・演習では、AIを相手に思考力・判断力の強化を図ることができるようになるでしょう。

さて、外国はどう考えているのでしょうか。これらゲーム・チェンジャーになり得るAIについて、中国はAIを用いて勝ち組になることを宣言しています。2017年7月20日に中国国務院が「次世代AI開発計画」を発表しました。そのなかで中国は、AIの理論・技術・応用面で2030年までに世界のグローバルイノベーションセンターとなり、1兆元（約16兆円）規模のAI産業形成を狙うとしています。特に、AIの国防（軍事

上の指揮指令、装備、軍事訓練）への活用が述べられています。このようにAIの軍事利用を堂々と宣言しているのは、中国だけです。これをどう受け止めるかを今後考えていく必要があります。

最後に、軍事システムの知能化・自動化・自律化は避けて通れない道だと思います。ポイントは、これをデータドリブンと言いますが、デジタルデータを如何に集めて、それを処理していく流れを作ること、ビッグデータを集めることに注力する必要があります。そのためには、センサーや高速通信ネットワーク（リンク）、クラウド・コンピューティング、人材（コンピューターエンジニア）が必要になってきます。前述のとおり、AIを構築するためにはビッグデータが不可欠です。「ビッグデータ無きところに、業務の知能化はない」ということを考えて頂きたいです。

既存の職種（雇用）を前提とした防衛力ではなく、先端技術、デジタルデータを前提とした防衛力についても考えていく必要があると思います。航空自衛隊は、パイロット、要撃管制官、指揮・通信員等々、様々な職種があると思いますが、「AIで失業する」のではなく、「AIで支援された人間は、高次元の職務に移行する」という発想が必要です。AIを含めた先端技術に関して、軍事システムのイノベーションを、自ら創り出していくメカニズム（戦略、調査研究、組織体制、要員、予算）が必要だと思います。重要なことは、組織としてAIに関心を持ち、優先度の高いアジェンダを設定していくことだと思います。