

## 人工知能 (AI) による軍の知的労働の代替 —AI と人間の共生の問題としての考察—

小野 圭司

### 〈要旨〉

1950年代に始まったAIの開発は、演繹的推論や帰納的推論等の人間の論理思考を模倣する形で進められてきたが、これはそのままAIの可能性や限界となっている。1970年代のAI開発の第2次ブームで本格的に試みられたAIの軍への導入は、現在では軍の指揮統制に関わる思考・判断も人間(軍人)に代わって行いかねない水準に達している。このような高性能のAI導入は、軍のあり方(構成・編成)にも大きな影響を与えるであろう。ただし人間の論理思考を追いかけて開発が進められてきたAIも、「未経験の事態への臨機応変な対応」は不得手である。しかしこれは正に軍(軍人)が、戦場や災害現場等で常に求められることである。このように考えると、AIと共生する軍(軍人)のあるべき姿が見えてくる。

### はじめに

今日において人工知能(Artificial Intelligence: AI)が社会のあらゆる分野に浸透しつつあり、軍もその例外ではない。現在のところAIに関する軍の主な関心は、AIを組み込んだロボット兵器(自律型致死兵器システム[Lethal Autonomous Weapon Systems: LAWS])の開発・運用が中心となっている。旧石器時代(約7万年前)の槍の発明から21世紀の現在に至るまで、人間は主体的に技術発展の成果を戦闘目的・武器の開発に取り入れてきた<sup>1</sup>。LAWSの開発・運用を巡る議論も、基本的にはその延長上にある。つまり殺傷能力を有する自律型兵器に攻撃に関わる判断を委ねることの是非や、その責任の所在が焦点となっているものの、人間が主体的にLAWSの規制・管理を行うことが前提となっている<sup>2</sup>。そしてAIの性能向上は、将来この構図に変更を強いるかもしれない。

AI開発は人間の知的労働への貢献を目的としているが、知的労働の負担軽減の試みそ

1 有史以前の武器技術の発展については、アーサー・フェリル(鈴木主税、石原正毅訳)『戦争の起源』(河出書房新社、1988年)24-48頁を参照。

2 LAWSの規制・管理を巡る議論については、川口礼人「今後の軍事科学技術の進展と軍備管理等に係る一考察—自律型致死兵器システム(LAWS)の規制等について」『防衛研究所紀要』第19巻第1号(2016年12月)を参照。

のものは、古代メソポタミアでの計算道具の発明・活用にまで遡る<sup>3</sup>。また近代的な計算機は、ゴットフリート・ヴィルヘルム・ライプニッツ (Gottfried Wilhelm Leibniz) が発明した「四則演算計算機」に始まると見られている<sup>4</sup>。ところが昨今の AI の発展は、これらの技術発展とは大きく趣を異にしている。その最たる理由は、AI 技術発展の先に知的労働の代替が視野に入っていることにあり、軍であれば指揮官や幕僚組織の思考・判断までもが AI が代行することを意味する。知的活動は人間が万物の霊長たる所以であったが、AI はこの点において人間を凌駕する勢いである。

ただし 70 年近い歴史を有する AI は、当初から人間の知的活動を脅かす存在であったわけではない。どちらかと言うと AI の開発は、演繹的推論や帰納的推論等の人間の論理思考を模倣する形で進められてきた。このような開発経緯はそのまま AI の可能性、そして限界となっている。このため本稿では民生技術である AI の開発史を踏まえた上で、AI による軍の知的労働の代替、そして AI と軍 (軍人) との共生を論じることとする。なお AI (情報技術 [Information Technology: IT] も含む) の進展は、軍産関係を産業優位に向けて大きく変化させている<sup>5</sup>。本稿では軍産関係は対象としていないが、この事実は AI 発展の影響の程度を如実に示している。

## 1. 知的作業の補完から知的労働の代替へ

人間の知的活動を、道具や機械に任せようとする試みは太古から行われてきた。その試みは長らく「知的作業の補完」の域を出なかったが、AI の開発は人間の「知的労働の代替」を目指したものである。これは言い換えると、人間の抽象的な論理思考を如何にして機械に行わせるかという問題であった。

### (1) AI 開発の「第 1 次ブーム」に至るまで

機械による人間の知的労働代替の試みは、20 世紀半ばに米国で起こったコンピュータの開発・運用で本格的に始まるが、計算道具を使った知的労働の負担軽減の試みは紀元前 3000 ~ 4000 年のメソポタミアに起源が求められる。そして 17 世紀のライプニッツによる「四則演算計算機」の発明について松田雄馬は、「多くの科学者は、計算の労苦を堪え忍ぶ必要もなくなった。まさに、計算という「労働」から、私たち人類が解放された瞬間」と表

3 鈴木久男・戸谷清一『そろばんの歴史』(森北出版、1960 年) 1 頁。

4 松田雄馬『人工知能の哲学—生命から紐解く知能の謎』(東海大学出版部、2017 年) 5 頁。

5 IT・AI 時代の軍産関係については、小野圭司「軍産関係史とそれを巡る思想—軍産相対関係の段階的変化に関する考察」『戦史研究年報』(防衛研究所) 第 21 号 (2018 年 3 月) 66-70 頁を参照。

現している<sup>6</sup>。このような計算機の発展は、「知的産業革命」とも呼ばれる一連の情報科学が引き起こす社会改革の引き金となった<sup>7</sup>。

「四則演算計算機」の発明から2世紀ほど経ってから現れた、ジョージ・ブール (George Boole) による「論理演算」の体系化は、「知的産業革命」を新しい段階に移行させたと言えよう<sup>8</sup>。論理的推論を四則演算で行う論理演算は「現在の「プログラム」の考え方そのものになって」おり、これによって人間は「コンピュータに「命令」を与えることができるようになった」<sup>9</sup>。つまり「論理演算」は、「複数の知的作業 (計算) を条件に従い組み合わせる手段」を提供することとなり、次の段階としてアルゴリズム (計算方法 [命令=プログラム]) を提供するだけで論理演算を自動的に行う計算機が発明された。この仕組みは抽象概念としての変数を扱うものでもあり、「人間の抽象的思考に一步近づい」たと言える<sup>10</sup>。

最初のコンピュータとして有名なものが、1945年に米国で開発された ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) である。この開発事業は第2次大戦中に米陸軍の弾道研究所 (Ballistic Research Laboratory) とペンシルヴァニア大学が中心となって、全米の大学が協力する軍学共同で進められた<sup>11</sup>。ENIAC 開発の元々の目的は、間接射撃用の射表 (弾種、仰角、発射薬量、風・気温・湿度等の相関表) 作成であり、1つの火砲用射表作成に2,000～4,000本の弾道計算を必要とする。この作業には、それまで卓上計算機を用いても50人で3～6ヶ月を要していたが、ENIACでは5人が1日で終えることができた<sup>12</sup>。つまり単純計算で、計算効率は900～1,800倍に向上したことになる。ただし ENIAC は真空管 18,800 本を備えて、全長 12m、全高 4m、重量は 30t、真空管の排熱のために 24 馬力の換気装置も要した大型設備となった。真空管の故障が1日約1本と頻発し、取り換えに1時間を要したため、稼働率は69%に過ぎないなど、その大きさや複雑な構造 (スイッチの数は約 6,000 基) も相まって実用からは程遠かった。

AIの実現は、ENIACの始まるコンピュータの発展が前提となる。1956年に知的活動の機械化に関する国際会議 (「ダートマス会議」) が開催され、「人工知能 (Artificial Intelligence: AI)」という言葉が初めて用いられた。AIの今日に至るまでの開発については一般に3つの段階 (ブーム) に区分されているが、この時期はAIの「第1次ブーム」(1950

6 松田『人工知能の哲学』6頁。

7 品川嘉也『脳とコンピューター』(中公新書、1972年)194-205頁。

8 ブール論理と数理論理学については、井上智洋『「人口超知能」——生命と機械の間にあるもの』(秀和システム、2017年)60-66頁を参照。

9 松田『人工知能の哲学』6頁。

10 長尾真『人工知能と人間』(岩波新書、1992年)2-7頁。

11 ハーマン・H・ゴールドスタイン(末包良太他訳)『計算機の歴史——パスカルからノイマンまで』(共立出版、1979年)第2章。

12 品川『脳とコンピューター』17-18頁。

～60年代)に相当する。この頃のAIの特徴は、「推論」と「探索」にある。「推論」の単純な例が三段論法であり、「AならばB(小前提)、BならばC(大前提)、故にAならばC(結論)」というものである。1950年代後半には米国で、三段論法を用いた記号論理学の演繹操作で幾何学の定理証明を行うコンピュータ・プログラムが開発された<sup>13</sup>。

一方で探索は、或る課題に対する解を選択肢の中から見つけ出すことである<sup>14</sup>。例えば「XからY経由でZへ行く」という課題の場合、Xからあらゆる方向に道が伸びている中で、Yにたどり着くものを探す必要がある。そしてYに到着後も、同じことを行う必要がある。XYZ全体の位置関係が分からない場合には、XからY、YからZに到着しない道程も含めて総当たりで検討して正解を探すことになる。もう1つの例は、「ハノイの塔」と呼ばれる問題である<sup>15</sup>。これは台とその上に突き出た3本の杭と、中央に穴の開いた直径の異なる複数の円盤から構成される。ゲーム開始前には、全ての円盤が一方の端の杭に直径の長さの降順に積み重ねられており、これを反対側の端の杭に同様の形態で移動させる。その際に円盤を1回に1枚ずつ3本の杭のいずれかに移動させることができるが、円盤は常に直径の長さの降順に重ねなければならない。

同様の問題に、「一定容量のナップザックに、それぞれ容積と価格が異なる品物を詰めて、ナップザックに入れた品物の合計価格を最大化する」という「ナップザック問題」がある。これらの探索の例では、場合の数が膨大となっても有限である。従って、コンピュータが「総当たり」することで回答に到達することができる。もっともこの段階では、所与の規則・条件下での高速処理しかできなかったため、場合の数が指数関数的に増大する問題に対しては、当時のコンピュータの処理能力では歯が立たなかった<sup>16</sup>。

## (2) 「第2次ブーム」とエキスパート・システム

1970年代に始まったAI開発の「第2次ブーム」は、専門家による助言・判断の代替を試みた、「エキスパート・システム」の開発に象徴される。これは特定の専門分野のデータベースに対して、利用者が主として「if-then」形式の問いに答える形で論理条件を入力してデータを絞り込み、結論を導き出すものである。第1次ブームが論理的推論であったのに対し第2次ブームの人工知能は演繹的推論であり、「論理に知識が加わったもの」と見ることもでき、

13 長尾「人工知能と人間」7-10頁。

14 松尾豊「人工知能は人間を超えるか——ディープラーニングの先にあるもの」(角川EPUB選書、2015年)65-71頁。

15 「ハノイの塔」の最小手順数については、高校教育段階の数学的帰納法で証明される(高橋哲男・小丹枝みゆき「関数指導の一環としての高等学校数学「数列」の授業プラン【第二部授業案編】——階差数列の研究を中軸に据えて」『教授学の探求』(北大)第22号(2005年1月)97-100頁。

16 古川康一・淵一博「知識工学と第5世代コンピュータ」『オペレーションズ・リサーチ』第28巻第6号(1983年6月)3-4頁。

「知識工学 (knowledge engineering)」と呼ばれたりもした<sup>17</sup>。

エキスパート・システムは、専門家の知識・経験・直観等のデータを大量に保有して、その検索処理で「A ならば B である」という回答を提供する。1970 年代初めにスタンフォード大学で開発されたエキスパート・システム「MYCIN」は、細菌感染の診断を 69% の確率で正確に判断する実績を上げた<sup>18</sup>。これは専門医が正しく診断する確率 (80%) には及ばないが、非専門医の診断実績を上回るものであった。さらに細菌血症や髄膜炎の診断では、専門医よりも好成績を示した<sup>19</sup>。

エキスパート・システムの導入によって、情報処理の迅速化に加えて省力化が可能となるため、製造業でも導入が図られた<sup>20</sup>。ただしその動機は単なる省力化だけではなく、熟練技術者の減少や技術の継承の目的も併せ持っていた。例えば技術者の減少と技量の低下に悩んでいたノースロップ (Northrop Corporation: 現ノースロップ・グラマン [Northrop Grumman Corporation]) は、製造工程効率化に MYCIN から示唆を得て開発したエキスパート・システム「ESP」を導入した<sup>21</sup>。

当時の F-5 や F-18 等の戦闘機には 1 万 1,000 から 2 万品目以上の部品が使われており、各部品の製造工程策定作業に多大な時間を要していた<sup>22</sup>。そこで ESP では、「どの材料に対するどのような加工か」という問いを約 30 回行って材料と加工形態を絞り込み、それに適する機械・工具の選定とそれに正しい加工手順を提示する、という流れがシステム化された。熟練技術者であっても部品製造工程策定には、経験・知識を頼りに材料や加工の見極め、その後作業に用いる工具・機械を選び (熟練工は往々にして最適な工具や機械よりも使い慣れたものを好む)、加工手順を考えることになるが、この一連の工程策定作業に 2 ~ 3 人で行って 1 時間程度要していた。しかし ESP 用いると、この作業を 1 人が操作して 10 ~ 15 分で行うことが可能となった。さらに経験の浅い技術者であっても、「この材料のこのような加工は、この機械を使ってこの手順で行う」という熟練技術者の知識と同じ内容の作業手順を入手することができた。こうしてノースロップでは技術者が減少する中、AI (ESP) の導入で余裕のできた技術者を、他の難易度の高い作業工程に配置転換することも可能となった。

17 西垣通『ビッグデータと人工知能——可能性と罫を見極める』(中公新書、2016 年) 60 頁。

18 松尾『人工知能は人間を超えるか』88 頁。

19 G. L. サイモンズ (田村浩一郎・佐藤驍訳)『人工知能——その限界と挑戦』(近代科学社、1986 年) 210 頁。

20 志村正道『人工知能』(新 OHM 文庫、1989 年) 56 頁。

21 エドワード・ファンゲムバウム他 (野本陽代訳)『エキスパート・カンパニー——第五世代コンピュータ・挑戦と成功の物語』(TBS ブリタニカ、1988 年) 37-55 頁。

22 F-15 では 10 万品目と言われている (茶木哲義「航空機維持部品の補給管理について」『防衛取得研究』第 3 巻第 4 号 [2010 年 3 月] 3 頁)。

ESP の「どの材料に対するどのような加工か」という問いとそれに対する回答は、熟練技術者の経験に基づいて作成される（経験知識の汎化）。専門家が持つ知識はデータにする膨大な量となるが、そのシステムへの取り込みは記憶媒体の容量増大等の技術面での進歩に支えられていた。従って当時は産業界のエキスパート・システムへの高い期待に支えられ、米国では 3,000、日本と欧州で各 1,000 のシステムが開発された<sup>23</sup>。ノースロップが導入した ESP も、そのようなものの 1 つである。

## 2. 「第 2 次ブーム」の軍用 AI と「第 3 次ブーム」

AI 開発の第 2 次ブームのエキスパート・システムを応用して、本格的な軍用 AI が開発された。それらは一定の運用実績を残したが、エキスパート・システムに付随する限界のため、人間の知的労働を補完することはあっても、それを代替するところまでには至らなかった。そして 2010 年頃から開発概念を大きく変えた AI の第 3 次ブームが起り、現在に至っている。

### (1) 「第 2 次ブーム」と軍用 AI

第 2 次ブームのエキスパート・システムは軍用システムとしても開発が進み、米海軍の脅威評価・対策立案システムでは、レーダーで捉えた標的の種別、標的の意図の推定、対抗策の提示等の情報を指揮官に提供した<sup>24</sup>。またランド研究所 (RAND Corporation) では米空軍と共同で、敵航空基地攻撃する際の計画策定を支援システムとして「TATR (Tactical Air Target Recommender)」を開発した。TATR もエキスパート・システムの一つであり、目標の選定や使用する武器の選択、それら一連の攻撃計画の策定を以下の手順で行う<sup>25</sup>。

最初に TATR は、複数ある敵航空基地の評価を行う。この過程では初めに各敵航空基地の脆弱性や運用能力等を判定し、その後に敵航空基地の運用状況やその他の関連事項、我が方の航空作戦の戦術目的等を勘案して、敵航空基地に攻撃の優先順位を付ける。この攻撃優先順位付けの後に、各敵航空基地に対する攻撃効果（敵航空基地の被害=運用能力削減幅）を算定する。こうして TATR は、攻撃優先順位の高い敵航空基地、最善と考えられる攻撃方法、攻撃に向かわせるべき味方攻撃機の機種・機数等を一覧にして表

23 山口高平「第五世代コンピュータから考える AI プロジェクト」『人工知能』第 29 巻第 2 号 (2014 年 3 月) 116-117 頁。

24 ドナルド・ミッキー、ローリー・ジョンストン (木村繁訳)『想像するコンピュータ—AI (人工知能) 入門』(TBS ブリタニカ、1985 年) 51-52 頁。

25 TATR の記述は、Monti Callero, et. al., *TATR: A Prototype Expert System for Tactical Air Targeting* (Santa Monica: Rand Corporation, 1984) に基づいている。

示し、これら算定した結果に基づいた攻撃計画も作成する。

このような算定を行うため、TATR は適宜参照するデータベースを必要とする。このデータベースは、敵航空基地の属性（位置、標高、面積、気象情報）、敵基地の運用能力（攻撃能力、防空能力、整備補給能力、被害復旧能力）、味方の攻撃機や武器・弾薬等に関する詳細情報で構成される。このデータベースは戦闘の進捗に従い更新されるが（攻撃実施により味方や敵の運用能力が変化するため）、これは戦闘中に収集された情報が手動入力で反映される他、TATR が提示した攻撃計画が実行されても敵の損害状況が不明な場合には、攻撃計画の中で想定されている敵側の損害をデータベースに反映するようになっている。

TATR はエキスパート・システムであり、専門家の経験知識がシステム上で汎化されている。これは敵航空基地の攻撃優先順位や標的（所在機、対空火器、滑走路、各種施設等）の決定後、我が方の攻撃機種・機数や使用弾種・その数等の最適な組み合わせを選定するプログラムに組み込まれている。この他にもその組み合わせ（機種・機数・弾薬等）が実際に攻撃を実行した場合の攻撃効果（敵航空基地が大破するか中・小破に留まるか）、敵の被害復旧速度等の変数も専門家の経験に基づいて決定されている。

TATR の最終目的は敵航空基地への攻撃計画の策定であるが、これは兵棋演習（図上演習）として用いることも可能である。例えば TATR には経験を積んだ運用者の知見が反映されているので、経験の浅い者が TATR を用いた訓練を通じて、経験者の持つ部隊運用に関する知見を速く習得することが期待される。また予定されている作戦の準備として、準備項目の洗い出しに用いることも可能である。さらには部隊構成の検証や、作戦開始に当たって収集すべき情報の検討等にも活用できる。

エキスパート・システムは対潜水艦作戦（Anti-Submarine Warfare: ASW）への応用も試みられ、一定の成果を上げている（「CLASSIFY」システム）<sup>26</sup>。ASW ではソーナーによる潜水艦の探知が大きな鍵を握るが、ソーナーが高性能になると敵潜水艦以外の音源も多く拾うために、その中から目標の音源を見分けるのは非常に困難な作業となる。その上この作業はソーナー操作員の「勘（rules of thumbs）」に頼る部分が多く、数学的な処理はほぼ不可能であった。そして操作員の「勘」は、ソーナーの運用経験と音波の反響に関する専門知識で形成される。

そこで CLASSIFY では、アクティブ・ソーナー反響音の強度・特徴、ドップラーの変化、

26 CLASSIFY については、Ingemar J. Cox and Lewis J. Lloyd, "Artificial-Intelligence Systems in Antisubmarine Warfare: Results of a Pilot Study with Expert Systems," *Saclantcen Memorandum SM-176* (Dec., 1984) に基づいている。

角速度、レーダー反射、パッシブ・ソーナーの情報等を入力情報として利用する。ASW の専門家は、これらの情報の優劣を加味した上で組み合わせて、目標となる潜水艦を探知する。ここでの問題は、各専門家はそれぞれの経験に基づいて優劣の加味（変数に対する係数の決定）を行うが、それをシステムに反映させる場合には特定の人々の経験しか反映できないことにある。言い換えると「どのような場面でどの情報を重視するか」という判断は専門家によって異なるが、システムとして構築する場合にはその中の 1 通りしか反映することができない。これは CLASSIFY に限らず、エキスパート・システムである以上避けられない限界でもある。

第 2 の問題点は、優劣の加味が探知する対象で大きく変わる点にある。例えば同じ潜水艦の探知でも、潜水中であればレーダー反射は重要な判断要素とはならないが、浮上航行中の潜水艦をとらえる場合にはそうではない。つまりシステムの構成・変数に対する係数を、「探知する目標」に従って変更するのが望ましいが、このシステムはそもそも「目標の探知」が目的であるという循環に陥ることになる。とは言うものの CLASSIFY の開発が論理的問題解決（アルゴリズム的）ではなく、システムと操作員が「if - then」形式の論理条件を繰り返すことで当たりを付けながら絞り込んで解決する（ヒューリスティック的）手法を、ASW の分野でシステム化させたことには大きな意義があった<sup>27</sup>。これによってそれまで職人芸的な人間の勘に依存していた潜水艦探知において、一部ではあるもののシステム化が達成されることとなった。

## (2) 「第 3 次ブーム」と深層学習

しかし第 2 次ブームも、1990 年代半ばには下火となった。例えばシステムに入力される知識量（条件数）が多くなると、複雑な事象への対応が可能となる。ただしその入力される知識は多くの場合、「A の場合は 100% B である」という確固たるものではなく、「経験上 A の場合はまず B で間違いないだろう」という蓋然性を帯びた仮説推量である。このような論理条件でデータを絞り込むと、必然的に誤差は大きくなる。99%正しい論理条件も ESP のように 30 回も行くと正確さは 74% (0.99 の 30 乗) となり、95%正確な論理条件の場合には 30 回実行後の正確さは 21% (0.95 の 30 乗) となってしまう実用に供するとは言い難い。さらに専門家の間でも同じデータを用いた判断が分かれる場合があり、AI が出す結論は必然的にその制約を受ける。

そして何よりも、専門家・非専門家を問わず人間が持っている、「暗黙知」（≒直観や勘）

27 逆に初期の TATR 開発では、論理性を追求しヒューリスティックな手法を排除しようとするものであった (Monti Callero, et. al., "TATR: An Expert Aid for Tactical Air Targeting" A RAND Note, N-1796-ARPA [Jan., 1982], pp.29-30)。

をシステム化するのは基本的に不可能であった。人間の医師であれば暗黙知に基づいて、曖昧な情報(例:「お腹が痛い」)しか得られなくても診断を進めることができる。ところがAIは、「お腹のどの部位・どの臓器が具体的にどのような症状・病態なのか」を詳細に特定しないと対応がそこで止まってしまう<sup>28</sup>。「お腹の右上の方が、押さえつけられるように痛む」という抽象的な情報では、AIによる診断は進まない。

これを克服するには、想定される「医師-患者」の問答を人間が予め用意してAIに作り込む必要がある。患者との問答を繰り返して、抽象的な情報を次第に具体化するわけだが、この問答の作り込みには膨大な労力を要する。それでも患者の回答が想定と少しでも異なると、やはりAIの対応はそこで停止せざるを得なかった。加えて医師と患者の問答は人間が共有する「常識」の上に成立しており、システムを構築する場合にはこの「常識」を作り込む必要があるが、「常識」そのものが膨大で曖昧なため明示的にシステム化することが極めて困難である<sup>29</sup>。

その後2010年代に現在まで続く「第3次ブーム」が始まったが、これは論理条件で正解を絞り込んだ(演繹的推論)「第2次ブーム」と異なり、統計処理で正解を探し出す点に特徴がある(帰納的推論)。統計の精度を高めるためには標本データ数が多いほど良く(ビッグデータ)、この各標本データを比較的少数個の互いに無相関な特徴量(成分・要因)に分解する(深層学習)必要がある。さらにこの特徴量に分解した後、元の標本データと照合して各特徴量の係数を修正し、標本データを抽象化・一般化をする、という一連の作業をAI自身が行う(機械学習)ことで判断の精度が高まる。この過程でAIは、膨大なデータ用いた結果、「暗黙知」も疑似的に修得することになり応用範囲も広がる(表1)。

ここでの問題は、このようにして修得した暗黙知も含めて、AIの判断の精度が高まっても、何故そのような判断を導いたのかという論理的説明が事実上得られないことにある。例えば一流のプロ棋士にも勝つようなAIは、江戸時代以降6万局に上る棋譜を学習し、差し手を1万以上の特徴量に分解している<sup>30</sup>。また最近の将棋ソフトでは、1億に上る駒と駒の位置関係を処理して評価していると言われている<sup>31</sup>。この万や億単位の変数に付く係数を「統計処理の結果として帰納的に示す」ことはできても、「どうしてこの値になったのかを演繹的に説明する」のは不可能であり、AIは単に「精度の高い結果」を提示するのみである。もともと、

28 松尾『人工知能は人間を超えるか』89-90頁。

29 長尾『人工知能と人間』180-182頁。

30 保木邦仁・渡辺明『ポナンザ VS 勝負脳——最強将棋ソフトは人間を超えるか』(角川書店、2007年)27-28頁。因みに現存する最古の棋譜は、慶長12(1607)年のものと言われている(松本博文『棋士とAIはどう戦ってきたか』[洋泉社、2017年]21頁)。

31 山本一成『人工知能はどのようにして「名人」を超えたのか?——最強の将棋AIポナンザの開発者が教える機械学習・深層学習・強化学習の本質』(ダイヤモンド社、2017年)140頁。

これは人間が有する「暗黙知」の実態なのかも知れない。

プロ棋士の羽生善治・永世 7 冠は、このような状態を「ブラックボックス」と表現している<sup>32</sup>。換言すれば AI の意思決定が人間にとって見えないものとなっており、羽生はそれに過度に依存することに対する懸念を述べているが、そこには「AI と人間の意思決定過程は本質的に異なる」という認識がある。しかし学習量が人間と AI では桁違いに異なるだけで、「帰納的に結果を示す」という点では同じであろう。因みに愛知学院大学の山本一成准教授が開発して、平成 25 年の将棋電王戦（プロ棋士と将棋ソフトウェアとの棋戦）で佐藤天彦名人（当時）を破った将棋ソフトの「Ponanza（ポナンザ）」は、8,000 億局分のデータを保有している<sup>33</sup>。これは記録に残っている棋譜だけではなく、将棋ソフト同士を戦わせて得られた棋譜を学習させた結果である（プロ棋士の対局は数時間を要するが、AI 同士の対局は 1 回当たり数秒で終了する）<sup>34</sup>。確かに人間の棋士が、これほど多くの学習し分析することは生涯かけても不可能であろうが、その後の「暗黙知」へと至る思考過程には棋士と AI の間に大きな差はないものと思われる。

表 1 AI の各ブームの概要

		応用範囲	論理性
第 1 次ブーム (1950 ~ 60 年代)	論理 演繹的推論	△ (パズル、ゲーム等)	◎
第 2 次ブーム (1970 ~ 80 年代)	知識 演繹的推論	○ (エキスパート・システム等)	○
第 3 次ブーム (2010 年代~)	統計(学習) 帰納的推論	◎ (パターン認識、機械翻訳等)	△

出所：西垣通『ビッグデータと人工知能——可能性と罫を見極める』（中公新書、2016 年）172 頁の表を一部修正。

### (3) AI の思考・判断能力の向上

先に述べたように、計算機の発明によって人間は既に「知的作業から解放」されている。AI 開発の第 1 次ブーム、第 2 次ブーム（特に後者）は、人間を単純な知的作業から解放するだけでなく、「思考・判断の補完」を視野に入れたものである。これらは中途半端に終わったが、現在進行中の第 3 次ブームでは、補完を超えて「思考・判断（知的労働）の代替」が現実を帯びている。これは人間の牙城であった知的労働が、AI に取って代わ

32 羽生善治・NHK スペシャル取材班『人工知能の核心』（NHK 出版新書、2017 年）36 頁。

33 『ニュートン別冊 ゼロからわかる人工知能——基本的なしくみから応用例、そして未来まで』（2018 年 5 月）100 頁。

34 プロ棋士の名人戦では、1 局当たり 1 人の持ち時間 9 時間（計 18 時間）で 2 日かけて行われる。これまで 1 手指すのに要した最長の長考は、5 時間 24 分である（日本将棋連盟ホームページ、[https://www.shogi.or.jp/column/2017/01/post\\_68.html](https://www.shogi.or.jp/column/2017/01/post_68.html)）。

られることを意味しており、それについて各方面で議論もなされている。

思考・判断の代替が可能となる要因は、第1に処理速度（コンピュータの性能）の大幅な向上がある。IT分野では旧来のそのように漸進的な技術進歩ではなく、「ムーアの法則」に示される指数関数的な技術革新が進行している<sup>35</sup>。このことは人間にとって物理的に不可能な膨大な量のデータを、瞬時に処理することが可能であることを意味している。つまり判断の基礎となる知識の量は、既に人間を大きく凌駕している。システムが「人工知能」と呼ぶにふさわしい作業を行うには大量のデータを扱う必要があるが、最近までコンピュータの処理速度が追い付かなかった<sup>36</sup>。

ところが近年はコンピュータの性能向上によって深層学習が現実のものとなり、そのための膨大なデータの活用も可能となった。2012年6月に、グーグル（Google）が深層学習の手法で開発したプログラムが、人間の手を借りずに独力で猫を認識することに成功した（表2）。この際システムに1,000万枚の写真データを読み込ませて、「猫」と「猫でないもの」を学習させるのに、1,000台のコンピュータを3日間稼働させている。しかし1990年頃のコンピュータで同じ作業を行うと、6,000年以上要すると言われていた<sup>37</sup>。

この他にも2011年2月に米国のクイズ番組で人間のクイズ王に勝ったIBMのスーパー・コンピュータ「ワトソン（Watson）」は、その当時2億ページの文献に相当するデータを解析して、分析結果を提示するのに3秒を要しなかった<sup>38</sup>。そのワトソンの処理速度は、4年後には24倍に高速化されている<sup>39</sup>。1997年にチェスの世界王者に勝ったIBMの「ディープ・ブルー（Deep Blue）」は、1秒間に3億手を計算すると言われていた<sup>40</sup>。また電気通信大学の保木邦仁准教授が開発した将棋ソフトの「Bonanza（ボナンザ）」は、1秒間に400万手を読むことができる<sup>41</sup>。これらは基本的に、ハードウェアの性能向上がもたらした恩恵である。

35 「ムーアの法則」とは、インテル社創業者の1人であるゴードン・ムーア（Gordon Moore）が唱えた、「集積回路の集積度は18ヶ月または2年毎に2倍に成長する」というもの（“Moore’s Law at 40, Happy birthday, The tale of a frivolous rule of thumb,” *The Economist*, Mar. 23rd 2005, <http://www.economist.com/node/3798505>）。ただし同様の法則は、集積回路の処理速度、記憶媒体の容量、無線データ通信の回線容量、光通信の回線容量、インターネット回線容量にも当てはまり、IT技術全般が指数関数的に進化していることを示している（P. W. Singer, *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the Twenty-first Century* [New York: The Penguin Press, 2009], p.99）。

36 西垣『ビッグデータと人工知能』76-89頁。

37 小野潔「Deep Learning 入門」『インテックテクニカルジャーナル』第17号（2016年9月）30頁。

38 神崎洋治「人工知能解体新書—ゼロからわかる人工知能のしくみと活用」（サイエンス・アイ新書、2017年）67頁。

39 八山幸司「米国における人工知能に関する取り組みの現状」『情報処理推進機構 ニューヨークだより』（2015年2月）3頁。

40 松原仁『AIに心は宿るのか』（集英社インターナショナル新書、2018年）64頁。

41 『ニュートン別冊 ゼロからわかる人工知能』32頁。

第 2 の要因は第 1 のそれと深く関係するが、不定型データを扱えるようになったことがある。従来のコンピュータへの入力では、不定型（アナログ）データは人の手を介して数値（デジタル）化する必要があった。それが言語に加えて、画像や動画・音声も認識してデータとして取り込み、解析することができるようになってきている。例を挙げると、2015 年に IBM は医療関係事業拡大のために 5,000 万人の医療情報・電子カルテを保有している会社を、次いで 2 億枚の医療画像データを管理している会社を買収している<sup>42</sup>。因みに癌治療関係の文献は年間 20 万件が専門データベースに登録されるが、これらも多くの画像を含んでいる。近年の AI の発達により、画像や文章のような不定型データも解析することが可能となっている。

第 3 の要因としては、AI の思考・判断は人間ののように疲労に左右されない点が挙げられる。具体例としてダンジガー他（Shai Danziger, et al.）による、イスラエルでの裁判官の判決と疲労との関係の研究がある<sup>43</sup>。これによると一般論として、就業時間の終わり近くの時間帯で下される判決は、初めの時間帯のそれよりも被告にとって厳しくなる傾向がある。併せて休憩時間を挟んだ場合、休憩に入る前には判決が厳しくなっていた判決が、休憩後には和らぐ傾向が観察されている。これは正確・公正な判決が当然視され、職業上そのような訓練を受けている裁判官であっても、思考・判断が疲労の影響を受けることが避けられない可能性を示している。

表 2 AI の能力向上

年	開発者	内容
1980 年	M. Reeve, D. Levy	Moor がオセロで世界王者に勝利
1994 年	アルバータ大 (カナダ)	Chinook がチェッカーで世界王者に勝利
1997 年	IBM	Deep Blue がチェスで世界王者に勝利
2010 年	電通大・東大他	「あから 2010」が将棋の女流王将に勝利
2011 年	IBM	Watson が米国のクイズ番組でクイズ王に勝利
2012 年	Google	AI が猫を自動認識
2013 年	山本一成	Ponanza が現役将棋プロ棋士に平手で初勝利
2016 年	Google	AlphaGo が囲碁の世界王者に勝利
2016 年	国立情報学研究所他	「東ロボくん」が大学入試問題（論述式）で高得点

註：各ゲームの場合の数は、チェッカー：10 の 30 乗、オセロ：10 の 60 乗、チェス：10 の 120 乗、将棋：10 の 220 乗、囲碁：10 の 360 乗（国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター システム・情報科学技術ユニット「研究開発の俯瞰報告書 情報科学技術分野(2015)」〔国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター、2015 年〕 357-359 頁）。

42 公益社団法人ヒューマンサイエンス振興財団「平成 28 年度創業資源調査報告書 医療分野におけるビックデータ並びに ICT・AI の利活用の最新動向——創業並びに個別化医療・先進医療への貢献の道を探る」（2017 年 3 月）125 頁。

43 Shai Danziger, et al., “Extraneous factors in judicial decisions,” *Proceeding of the National Academy of Sciences (PNAS)*, vol.108, no.17 (April, 2011), pp.6889-6892.

### 3. AI の発展と軍における知的労働の代替

前節では意思決定の支援手段としての AI の事例について、第 2 次ブームのエキスパート・システムの応用を中心に論じた。しかし現在進んでいる、第 3 次ブームの AI は「意思決定の支援」を超えて、人間の「意思決定そのもの (知的労働)」を代替しかねない勢いである。以下では、軍における AI による知的労働の代替に関して考察を試みる。

#### (1) 軍の各種機能の AI による代替可能性

伝統的にコンピュータによる労働代替は、伝統的に規則が明確な定型業務に限られていたが、第 1 次ブームから第 2 次ブームを経て近年の第 3 次ブームでは、AI が非定型業務の代替まで対応するようになってきている。この非定型業務の抽象化・一般化は、ビッグデータによって可能となっている。勿論この背景には、ビッグデータに対して瞬時に深層学習を行い、無相関の特徴量への分解 (抽象化・一般化) を可能とするハードウェアの進歩が欠かせないが、これらは第 3 次ブームの AI を支える根幹技術でもある。

オックスフォード大学のカール・フレイ (Carl Benedikt Frey) とマイケル・オズボーン (Michael A. Osborne) が、2013 年に有名な「雇用の将来：職業はどこまでコンピュータ化が可能か? (“The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?”)」という報告書を発表した<sup>44</sup>。その中では米国労働省の分類に準拠した 702 種の職業について、2010 年代半ばから 2020 年代半ばにかけて AI (ロボットを含む) による代替可能性が検討されているが、軍務はこの検討の対象となっていない。そこで軍の機能を大きく司令部 (幕僚組織)・戦闘部隊・後方支援部隊の 3 つに分けた上で、軍の各機能に近似する業務について AI による代替可能性を纏めてみた (表 3)。さらにフレイとオズボーンが産出した、各職業の AI による代替可能性を併記した。

これは軍に機能に関して、それに近いと思われる職業の AI による代替可能性の予測値を単純に当てはめたものに過ぎない。ただここから、一定の傾向を見て取ることはできる。例えば指揮・管理任務は近い将来に於いて AI による代替可能性は低いものの、それを支援する任務については代替可能性が高い。あまつさえ定型化されている任務であっても、その管理・監督に関しては当面人間の判断が欠かせない。もっとも一般的な管理任務については、監督者も AI による代替が視野に入ってくる。

将来の軍隊に於いては、指揮官は AI が準備した資料を参考に、自らの経験と勘 (=暗

44 Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, “The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?” *Oxford Martin School Working Paper, University of Oxford* (September, 2013).

黙知)に基づいて判断を下すことになる。現場での物理的作業は AI (ロボット) が代替することになって、その管理・監督は人間が行うことになる。軍隊が活動するのは戦場や災害現場になるが、そこでは頻発する「未経験の事態への臨機応変な対応」が求められる。このような判断は AI には困難であるが、これは過去の標本データの統計処理で特徴量を解析するという AI の特性からも容易に予想される。

ところでフライとオズボーンによると、「①非定型的な認識や動作」、「②創造的知性」、「③社会的人間関係に適応して他人との協力関係を築く能力」を必要とする職業は、当面 AI による代替は難しい<sup>45</sup>。この中で①はハードウェア・ソフトウェアの技術的な限界であり、②は AI の判断が過去の標本データの統計処理に依存している以上避けられない。また③は「社会的知性 (social intelligence)」と呼ばれる人間社会における対人関係の能力であり、AI による代替が最も困難な (且つ相応しくない) 分野である。逆に言うと①の障害は技術の発展で縮小されるであろうが、②について未経験の事態への臨機応変な対応は、AI にとっては大きな課題となっている。この他にも AI が芸術作品を作り出す例は紹介されているが、それらは飽くまでも過去の芸術家の「作風を真似た (=統計的に近付けた)」ものに過ぎず、「芸術 (作風) の創造」ではない。③は AI が人間とは異なる存在であり、人間社会の構成員たり得ないことから解決されないと見て良い。

表 3 で示されたコンピュータ化が困難と思われる軍の機能においては、正にこれら 3 つが不可欠である。AI が提供する専門的分析は今後一層正確になるであろうが、それは前提条件が現状と変わらないと仮定した分析である。例えば一流棋士にも勝つような AI は過去 400 年の数万に及ぶ棋譜に加えて、AI 同士で戦った結果の棋譜もそれ以上に学習しているが、これらの前提 (9×9 の棋盤、駒の数・動き等) は全て同じである。しかし軍が活動する場面 (戦場や災害現場等) では前提は一樣ではなく、且つ時々刻々と変化する。将棋で言えば、対局の途中で棋盤が突然 12×15 に広がり、駒数は 60 個に増え、動きも急変 (例: 歩や香車の後退が可能) するようなもので、「未経験の事態への臨機応変な対応」は常態化している。そして「人が持つ、突発的で予測不可能な事態にも対応できる能力」は、今後 20 年は AI によって代替不可能であると見られている<sup>46</sup>。

45 Frey and Osborne, "The Future of Employment," pp.25-28.

46 栄藤稔「経済教室 AI と働き方④——多様なフリーランス台頭」『日本経済新聞』2018 年 2 月 27 日。

表 3 AI (ロボットを含む) による職業の代替可能性と軍の機能の比較

軍の機能		近似する職業	AI による代替可能性
司令部 (幕僚組織)	総務	業務支援部門監督者	1.4%
		管理業務監督者	73%
	情報	社会学者・研究者	4%
		市場分析専門家	61%
	運用	訓練・能力開発専門家	1.4%
		事業運営専門家	23%
	兵站	医療・健康管理者	0.73%
		物流管理専門家	1.2%
	計画	都市計画立案	13%
	通信	情報システム管理者	3.5%
		情報セキュリティ分析者	21%
法務	弁護士	3.5%	
	法務助手	94%	
副官	役員秘書・管理職補佐	86%	
戦闘部隊	消防前線指揮	0.36%	
	警察前線指揮	0.44%	
	警察官	9.8%	
	消防隊員	17%	
	航空会社操縦士	18%	
	船長・水先案内人	27%	
	警察・消防派遣指令員	49%	
	鉄道警察官・交通整理	57%	
	船員	83%	
	警備員	84%	
支援部隊	機械整備現場指揮	0.3%	
	交通・貨物運送現場指揮	2.9%	
	料理長	10%	
	航空管制官	11%	
	事業用操縦士	55%	
	輸送・保管・配送管理者	59%	
	航空整備士	71%	
	大型トラック運転手	79%	
	カフェテリア調理人	83%	
貨物用作業要員	85%		

出所: Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, "The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?" *Oxford Martin School Working Paper, University of Oxford* (September, 2013), pp.61-77より作成。

註: 網掛け部分は、代替可能性が50%以上のもの。

## (2) 非定型データの入力・解析対応と幕僚機能

AIによる労働代替を考える際に重要なのは、入力および出力が「定型」化されているかどうかである。初期のコンピュータは、入力は定型化されている必要があり(パンチカードの入力)、出力は必然的に定型化されていた。これは現在の日常においても、多くのコンピュータは入出力共に定型化されている。その一方でコンピュータは、徐々に非定型な入力(手書

き数字の判別等) に対応するようになってきた<sup>47</sup>。例えば表 2 の例で言うと、チェッカーやチェス、将棋・囲碁は入力 that 定型化されており、出力も定型化されている<sup>48</sup>。しかし猫の自動認識 (2012 年) では入力は非定型 (インターネット上の画像をそのまま入力) であるが、「東口ボくん」 (2016 年) は入出力共に非定型に対応するところまで進んできた<sup>49</sup>。

ところで表 3 においても、AI による代替が困難であると示された司令部機能や指揮・統制は、非定型な入出力が要求される業務であると見ることもできる。ただ現状においてコンピュータは、非定型な出力には十分対応していない。つまり「非定型な入力と定型の出力」の組み合わせに該当する業務が、当面 AI による代替が十分可能であると思われる。そして軍において、この「非定型な入力と定型の出力」の組み合わせが該当する職務の 1 つに幕僚任務がある。

湾岸戦争 (1991 年) の時に、第 22 後方支援集団 (22nd Support Command) の司令官であったウィリアム・パゴニス (William G. Pagonis) 中將は、湾岸戦争での経験では各種情報・要求が錯綜する際の伝達手段として、カード (3 インチ×5 インチ) が有効であったと述べている<sup>50</sup>。IT の発達した今日ではこのような情報のやり取りは電子メールで行うであろうし、パゴニス自身も現場ではカードと電子メールを併用したと述べている<sup>51</sup>。これは非定型情報の典型であり、カードへの手書き記入 (タイプ打ちもあったようであるが) は勿論のこと、電子メールであっても基本的に様式適宜であり情報の性質としては非定型である。これらを整理・分類して、然るべき部署に伝達し調整を始めるというのは幕僚組織の主な業務である。

同様の事態は、東日本大震災 (平成 23 [2011] 年) の救援作業の際にも起こっている。宮城県「石巻医療圏」の災害拠点病院であった石巻赤十字病院で、「災害医療コーディネータ」として医療救援の前線指揮にあっていた医師の石井正は、地震発生直後から情報不足・整理・伝達の困難に直面している<sup>52</sup>。石巻市には 300ヶ所の避難所があったが、

47 例えば世界最初の郵便物の手書き文字を認識する郵便番号自動読取区分機は、昭和 42 (1967) 年に東芝が開発し実用化させた (東芝ホームページ、[http://toshiba-mirai-kagakukan.jp/learn/history/ichigoki/1967postmatter/index\\_j.htm](http://toshiba-mirai-kagakukan.jp/learn/history/ichigoki/1967postmatter/index_j.htm))。

48 名人にも勝つような囲碁ソフトは、アルゴリズムにチェスや将棋ソフトで用いられた評価関数ではなく、モンテカルロ木探索を採用した (日経ビッグデータ編『グーグルに学ぶディープラーニング』 [日経 BP 社、2017 年] 68-71 頁)。打てる手を無作為に試して勝率の高い方を選ぶというものであり、囲碁の方が将棋よりも場合の数は多いが、プログラムとしては寧ろ単純であるといえる。

49 岩根秀直、穴井宏和「数式処理による入試問題への挑戦——ロボットは東大に入れるか」『FUJITSU』vol.66, no.4 (2015 年 7 月) 19-25 頁。

50 William G. Pagonis and Jeffrey L. Cruikshank, *Moving Mountains: Leadership and logistics from the Gulf War* (Boston: Harvard Business School Press, 1992), pp.189-191.

51 Ibid, p.189, p.226.

52 石井正『東日本大震災 石巻災害医療の全記録——「最大被災地」を医療崩壊から救った医師の 7 ヶ月』 (講談社ブルーバックス、2012 年) 66-70 頁。

被災直後は病人や負傷者の情報、水・食料の有無、衛生や暖房の状態についての情報が全くなかった。ところが時間が経過すると、今度は情報が溢れると同時に要望がそれを上回る勢いで出されて来た。これら情報のほとんどは口述（聞き取りや電話）でもたらされ、紙に手書きで管理されていた。この情報管理を後にグーグルの日本法人が、災害支援の一環としてシステム化している<sup>53</sup>。これも情報の性質は非定型であるが、データの整理はシステムが行うとして入力や解析・分析は人手に頼らざるを得なかった。

確かに表3を見る限りでは、軍におけるAIによる労働代替は司令部（幕僚組織）に適合しないように思われる。しかし「非定型データの入力と解析・分析」という視点からは、これとは異なる様相が観察できる。軍の幕僚組織にとって、有事の際に非定型データの形で溢れ出してくる情報の交通整理は業務の大きな比重を占める。東日本大震災では、災害統合任務部隊（JTF-TH）の司令部として機能した東北方面総監部では、救援計画の策定、各種情報の整理・分析・検索・伝達、関係各部署との調整等の業務が急増し幕僚の人数が絶対的に不足していた。従って増加幕僚が各部隊等から派遣され、これらの作業に従事した。このような際、非定型データの入力・解析に対応するAIは、司令部・幕僚の負担を大きく軽減させることが期待される。これは大規模災害時のみならず他の有事の際、例えば在外邦人の保護・避難や武力攻撃事態等における国民の保護のように、平時には密接な交流が無い関係各部署からもたらされる様々な情報が錯綜する場面にも当てはまる。

この他に石井は、災害後の検討会議等であった以下のような話を紹介している。災害発生後にまず必要なのは情報収集であり、それについては災害救援を提供する側（=情報を受け取る側）が「必要な情報の種類を決定し、それに従った情報収集を行うのが最も効率的」というのが共通認識であった（この基本認識は現在でも同じであろう）<sup>54</sup>。ところが東日本大震災で石巻赤十字病院の避難所情報整理システム構築を手掛けたグーグルの担当者は、検討会の場で「どんな情報でも構いませんから、とにかく集めることができる情報はすべて集めて下さい。『これは必要ではないな』と思う情報でも構いませんし、『何が重要か』などと気にする必要もまったくありません。集まった情報を“料理”するのはわれわれ専門家の仕事ですので、ありとあらゆる情報を集め、あとはおまかせください」と発言している<sup>55</sup>。

この発言は、幕僚組織内でのAIによる情報（非定型・定型）の処理を端的に、且つ分かり易く表現している。ここで言う「ありとあらゆる情報」の多くは非定型データであり、「集まった情報を“料理”（解析・分析）する」のはAI（≡「われわれ専門家」）である。加えてデー

53 同上、89-93頁。

54 同上、94-95頁。

55 同上、95頁。

タの量が多いと AI の判断力が向上し、「これは必要でない」「何が重要か」ということも高い精度で自動的に判断されるようになる。

### (3) 軍の戦闘・非戦闘部門と AI の進展

表 3 からは一般的な傾向として、AI (ロボットを含む) による労働代替の可能性については、「支援部門>戦闘部門>司令部 (幕僚組織)」という傾向が見て取れる。また戦闘部門や支援部隊であっても、指揮・管理にかかわる業務においては、AI による代替性は低いと見られている。そして前項でも述べたように非定型データの処理能力向上は、将来的に司令部 (幕僚組織) の業務であっても AI によって代替される可能性が決して低くないことを示している。ところが軍において、支援部門と司令部 (幕僚組織) の比率が高まってきている。この傾向と、AI による知的労働の代替の可能性は、軍の編成・構成にどのような影響を与えるであろうか。

マーチン・ファン・クレフェルト (Martin van Creveld) は、軍における戦闘部隊と補給部隊の比率が単純に決まらないことを論じている<sup>56</sup>。ただしジョン・マックグラス (John J. McGrath) は第 1 次大戦以降の米陸軍の部隊構成の推移から、戦闘部門と非戦闘部門との比 (tooth-to-tail ratio: T3R) が低下傾向にあることを計量的に示している。図はマックグラスが算出した値を、グラフ化したものである。ここでは T3R は、戦闘部門の兵員数を非戦闘部門 (司令部と支援部門の和) のそれで除したもので表されている<sup>57</sup>。図から T3R 低下の主な要因が、戦闘部門の比率減少と支援部門の比率上昇であることが分かる。なお司令部要員の比率は第 1 次大戦以降上昇を続けていたが、冷戦終結以降 (1991 年: 湾岸戦争、2005 年: イラク掃討作戦) は低下している。一方 2005 年のイラク掃討作戦の値においては、民間委託業者の全員が支援部門に計上されている<sup>58</sup>。このことから民間委託業者は、指揮管理機能 (管理監督や企画調整) の一部を担っているにも拘らず、一律後方支援部門に分類されていると思われる。

現在 (第 3 次ブーム) の AI は、非定型データの認識精度が大幅に向上しているという特徴がある。このことは既に述べたように、軍において司令部 (幕僚組織) 機能の代替可能性を大きく高めることに結び付くと考えられる。ただし図にあるように、2005 年のイラク掃討

56 マーチン・ファン・クレフェルト (佐藤佐三郎訳) 『補給戦—何が勝敗を決定するのか』(中公文庫、2006 年) 384-393 頁。

57 John J. McGrath, “The Other End of the Spear: The Tooth-to-Tail Ratio (T3R) in Modern Military Operations” *The Long War Series Occasional Paper* 23 (Fort Leavenworth, KS: Combat Studies Institute Press, 2007), p.2.

58 Ibid, pp.52-53.

作戦時には、軍全体に占める指揮管理部門の要員は 20 パーセントを下回っており（18 パーセント）、第 2 次大戦の時（16 パーセント）とほとんど変わらない値である。

このことから、長期的な傾向として以下のことが指摘できるであろう。支援部門は人数比率が上昇傾向にあるが、表 3 に見るように AI による労働代替も一定程度は可能と思われる。他方で戦闘部門も、一部においては AI による労働代替が可能であると考えられる。その結果 T3R の低下傾向は弱まるか、上昇に転じることが予想される。換言すると非戦闘部門が肥大化してきた軍の構成が、AI の導入によって将来的には揺り戻す（戦闘部門の比重が大きくなる）ことが考えられる。ロボットの導入による戦闘部門の省力化・無人化については、多く議論されている<sup>59</sup>。しかし AI（ロボット）導入がもたらす知的労働の代替は、非戦闘部門も支援部門を中心にその例外ではないことを示している。

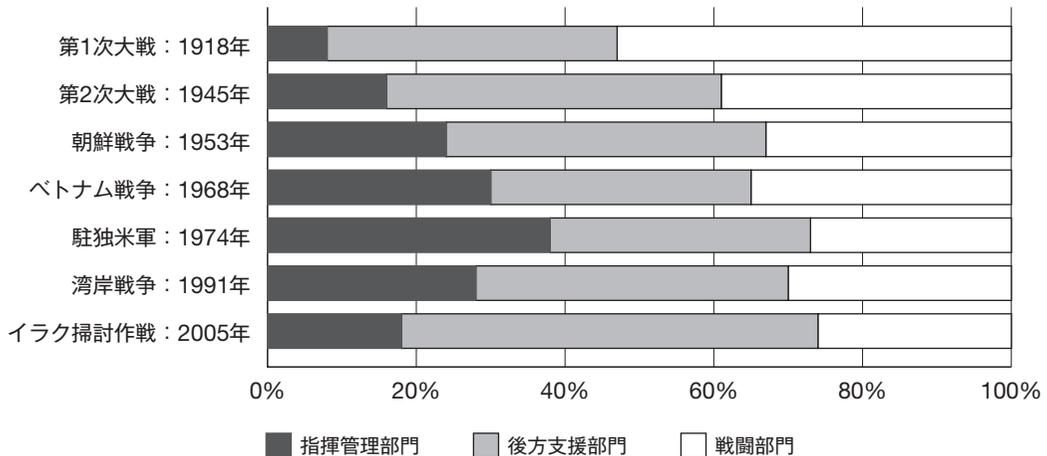


図 米軍の司令部・後方支援部隊・戦闘部隊の所属兵士比率（1918 - 2005 年）

註：イラク掃討作戦の値は、民間委託業者を後方支援部隊に加算してある。

出所：John J. McGrath, “The Other End of the Spear: The Tooth-to-Tail Ratio (T3R) in Modern Military Operations” *The Long War Series Occasional Paper 23* (Fort Leavenworth, KS: Combat Studies Institute Press, 2007), p.103より作成。

59 この分野で代表的な著作は、P. W. Singer, *Wired for War* がある。またレオナルド・ダ・ヴィンチ (Leonard Da Vinci) が構想した機械仕掛けのロボット兵士については、マリオ・タッディ (松井貴子訳) 『ダ・ヴィンチが発明したロボット!』 (二見書房、2009 年) を参照。

## おわりに—AI と人間（軍人）との共生

AI の開発は 70 年近い歴史があるが、一定の実用性を有し軍用にも応用されたのは、50 ～ 40 年前のことである。この段階での AI の機能は、人間の「知的労働の補完」に留まっていたが、10 年程前に始まった AI 開発の第 3 次ブームでは、それまでの人間の「知的労働の代替」が視野に入ってくるようになった。将棋や囲碁での戦績が示す通り、既に AI は知的ゲームで人間を凌ぐ水準に達している。このことに鑑みると、軍においても AI が人間の「知的労働の代替」するようになるのも遠い先のことではないと思われる。

それでは AI (ロボット) に知的労働の多くを代替させた未来の軍隊では、AI と人間 (軍人) はどのように共生することになるか。現時点でこの問題の回答を得るのは容易なことではないが、少なくとも AI を導入する軍の側も構成・編成においてなにかしらの変化は避けられないだろう。羽生善治は脳科学者の茂木健一郎の発言を引用して、「現代社会は人間の IQ がせいぜい 100 程度だという前提で作られている」と述べ、「もし人工知能の IQ が 4,000 になったらどうか、・・・(中略)・・・そのときには社会のあり方が全く変わる可能性があります」と続けている<sup>60</sup>。もっとも「あり方が全く変わる可能性」は、人間社会の一部である軍隊も当てはまる。このような議論は唯物論的でもあるが、人間社会の進歩の程度が定量化可能であるとすれば、ムーアの法則による IT や AI の進歩の速度はそれを遙かに上回っていると言えよう<sup>61</sup>。

実際 AI による知的労働の代替のような飛躍的な変化ではないがではないが、図が示すように装備の近代化がもたらした軍の資本集約化は T3R を徐々に低下させてきており、軍の構成・編成は技術進歩の従属変数となっている<sup>62</sup>。併せて表 3 は、AI が知的労働を代替するようになった際の、軍の構成・編成を或る程度予見していると言える。その一方で、意思決定のように知的労働の根幹部分を、AI に依存することに対する人間の心理的な抵抗は否定できず、軍への AI 導入における大きな障害になるという指摘も第 2 次ブームの時からなさ

60 羽生・NHK スペシャル取材班「人工知能の核心」36 頁。

61 ここでの指摘の前段階に相当する唯物史観に立脚した議論については、シモーン・ヴェーユ (伊藤見訳) 「戦争にかんする考察」橋本一明・渡辺一民編『シモーン・ヴェーユ著作集 I 戦争と革命への省察—初期評論集』(春秋社、1968 年) 125-126 頁を参照。

62 軍の資本集約化に関しては、小野圭司「人口動態と安全保障—22 世紀に向けた防衛力整備と経済覇権—」『防衛研究所紀要』第 19 卷第 2 号 (2017 年 3 月) 4-5 頁、13-17 頁、Brian Nichiporuk, *The Security Dynamics of Demographic Factors* (Santa Monica: RAND Corporation, 2000), p.27, p.29, Paul Poast, *The Economics of War* (New York: McGraw-Hill Irwin, 2006), p.91. を参照。

れている<sup>63</sup>。

もっとも急速に開発が進んでいるとは言え、AIが「未経験の事態への臨機応変な対応」の点で人間に匹敵する能力を有するようになるのは、未だ遠い先のようなものである。ただし局所的な場面では将棋や囲碁の場合がそうであるように、現時点でもAIが人間よりも早く、且つより望ましい回答を提示することができる。その場合でも、AIが出した局所的最適解の合成は、必ずしも社会全体の最適解とはならないという、「合成の誤謬」の問題が避けられない<sup>64</sup>。因みにAIのさらなる課題として、水平線効果（不利が判明した時点でそれを顕在化させないことを優先する）が挙げられている<sup>65</sup>。端的には問題先の送りに過ぎず、その結果ジリ貧に陥る危険があるところなど、論理性・合理性を通じて最適解を追求するAIらしからぬ行動であり、寧ろ人間の悪癖を見るようでもある。

ところで戸部良一は明治と昭和の軍人を比較して、軍事専門職であった後者に対し、前者は幅広い教養・武士としての素養を有していたと述べている<sup>66</sup>。併せて「指導的立場に立つ軍人は合理的・分析的能力だけでなく「慎慮」と叡智、大局的判断力を持たねばならない」と断じている。つまり局所的・専門的最適解を追求する昭和の軍人に対して、明治の軍人は大域的・社会的最適解を求めることができた存在であった。この「大域」には「未経験の事態」も含むであろうし、慎慮と叡智は「問題先送り」を排除するものと期待したい。広中平祐がコンピュータと比較して人間の脳が持つ優位性として挙げる「知恵の深さ」（≡未解決の事態に直面した際の決断力）も、これに類するものと見て良い<sup>67</sup>。優れて正確・合理的なAIと共生すべき軍隊・軍人のあるべき姿を論じる起点は、この辺りにあると思われる。

(おのけいし 防衛政策研究室長)

63 Randolph Nikutta, "Artificial intelligence and the automated tactical battlefield," Allan M. Din ed., *Arms and Artificial Intelligence: Weapon and Arms Applications of Advanced Computing* (Oxford: Oxford University Press, 1987), p.109.

64 合成の誤謬はマイクロ経済学上の問題であるが、システム開発の現場においても類似した問題（システム相互間の矛盾）が発生する危険がある（長尾『人工知能と人間』185-187頁）。

65 羽生・NHK スペシャル取材班『人工知能の核心』86-89頁。

66 戸部良一「明治の軍人と昭和の軍人」『軍事史学』第52巻第1号（2016年6月）巻頭言。

67 広中平祐は知恵の深さを寛容性、決断力を飛躍とも表現している（広中平祐『学問の発見—数学者が語る「考えること・学ぶこと」』〔講談社ブルーバックス、2018年〕51-58頁）。