

## 未来・・・A I ・ バイオ ・ 人類分断

現在の若い人たちが将来直面する世界は、従来にも増して予測困難な世界です。これからの 50 年間は余りに変化が早く、その影響が余りに大きいので、疾風怒濤の時代というべき人類文明の分岐点になることが確実です。

そのような変革を起こす要因はいろいろあり、その結果として人類に圧力を加える社会的現象もいろいろありますが、私は特に影響力が大きいものとして A I (Artificial Intelligence) ・ バイオ (Bio-Engineerig) ・ 人類分断 (後進国の人口爆発 vs 先進国の少子高齢化) の三大要因を取り上げて考えてみたいと思います。

これら 3 要因は何れも人間が直接に係わっています。それぞれの要因の現状と 50 年間程度の未来予測を行い、その結果が今の若い人たちの将来の社会・人生にどのような影響を及ぼしそうか推察して見ましょう。

### I . 三大要因の現状

#### I 1 . 急速に実用化する A I

2017 年現在、米投資銀行の最大手ゴールドマン・サックスは 2008 年に 600 人いた株式トレーダーは 2 人になり、業務は AI の自動株式売買プログラムに置き換わったと発表しています。株式トレーダーといえば金融界の花形ポジションで、大学のトップ級のエリートたちが株価変動や経済ニュースなどを絶えずチェックし、最適な瞬間に最適な価格で株式を売買する仕事です。彼等の平均年収は約 5,600 万円ですから、単純計算で約 300 億円を越す人件費が不要となっています。こんな高給の専門性が高い職業が、僅か数年間で雲散霧消したのです。金融界のサラブレッド・株式トレーダーを目指して粒々辛苦している大学生たちはどこへ就職したらよいのでしょうか。

AI 医療をいち早く開始したボストンのマサチューセッツ総合病院の例を見ましょう。ここでは AI に 10 万枚以上の CT 画像などを学習させ、病気を診断させる実験を進めています。学習させた病気の種類は 100 を越しますが、既に実証試験段階まで進んだのは骨粗鬆症と肺ガンです。人間の医者が見落とした初期の肺ガンを指摘するなど、その有用性は高く評価されています。現状では学習させるデータが不十分なため、向こう 5~10 年では AI が医師にとって代わることはありません。病気の地域性もあり、AI はもっと広範に学習する必要があります。だが、15 年もすると医師の役割はガラリと変わるといわれています。データを理解し、AI の診断が正確かどうかを確認するのが医師の職能の一つになるといわれています。

(日経ビジネス 2017/5/22 号 p32~35 より引用)

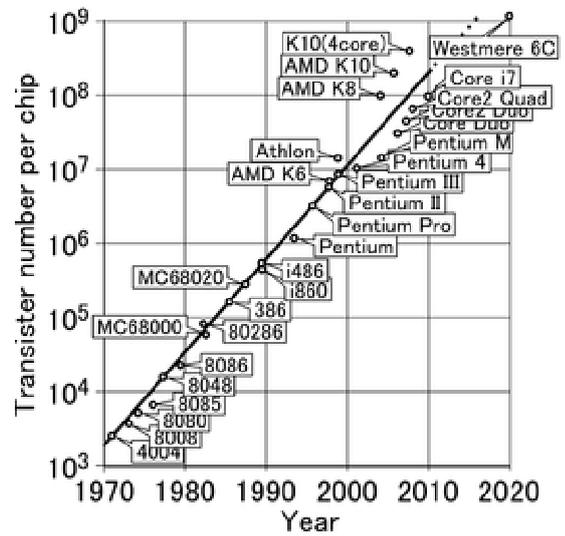
1954 年に出荷された世界初の商用コンピュータ IBM650 は真空管式で 2-5 進法で演算しました。(私が勤務する会社で誘導電動機の円線図計算法を FORTRAN という言語でプログラミングして日常業務として根付かせたのがこの頃でした) 1960 年に出荷された IBM7090 は 2 進法のトランジスタ式のコンピュータでビルの 1 階分をほぼ占領する巨大な代物でした。(私はこれを集合制御盤の自動部品選定・手配、負荷別ユニットの自動レイアウト、原価計算を網羅する総合業務システムとして構築すべく、一人でプログラミングしました。懐かしい思い出です)

1960 年代には町のあちこちに幅 2m 程の狭いタバコの売店があり、60~70 代のお婆さんが座って売り子をしていました。この懐かしい町の風物詩とも言うべき風景は、IC による制御装置を組み込んだタバコの自動販売機が普及すると共に姿を消しました。お婆さんたちは高齢者向に好適なこの仕事を失ったが、次の仕事は見つからず、失業したろうと思います。

1970 年代には駅にキップ自動販売機と自動改札機が並び、駅に必要だった駅員の人数が一気に半減しました。同じ時期に銀行に ATM が導入され、窓口の女性行員も一気に半減しました。

これらの業務無人化の原動力がトランジスタと回路を面状に集積した LSI (Large Scale Integlated Circuit) で

## Moore's law



あり、1チップ当たりのトランジスタの個数(集積度)が多くなるほど高速化し複雑な操作ができる賢い機械が作れます。1965年にムーアが預言した(集積度は1.5年ごとに2倍になる)通り、LSIの計算速度と集積度は右図のような恐ろしい勢いで進化を遂げ、今日があります。

タバコ自動販売機の制御装置はLSI出現前で、個別トランジスタやICをプリント板に組み込んだ単純なものでした。

キップ自動販売機とATMは1970~1979年にほぼ現在の形になっていますから、LSIでいえば右図のIntel 4004~8086の時代に相当します。ここまでは電子化と呼び、まだAIとは呼びません。

AIが注目されたのは1996年に当時のチェスの世界チャンピオンをIBM社のAIマシンDeep Blueが破った時でした。2011年にはIBM社のWatsonが人間の言語で出題されるクイズ番組で驚異の記録を持つ二人のチャンピオンを破っています。

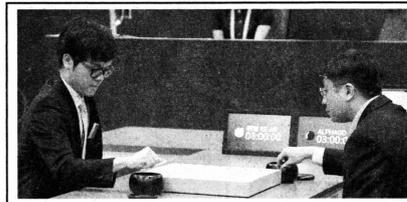
人工知能という概念は古くから在る概念ですが、遂に人間として最高位の知能を持つ人たちに現実のAIが勝つ時代が訪れたのです。

2013年には公式戦の条件で電王戦が戦われ、PCソフトPonanzaがプロ棋士を負かしています。最強の名人でも将棋ソフトに勝てなくなったので、6年間続いた電王戦は2017年を以て終了しました。

手の選択肢が無限に近いと、AIに対する最後の牙城と思われた囲碁は2016年にGoogle社のAlphaGoが世界チャンピオンに勝ちました。右は2017/5/24の日本経済新聞の記事で、再び同じことが起こっており、これも将棋と同じくAIと勝負を志す棋士はなくなるでしょう。

2017年には偶然性が多いはずのポーカーでも達人相手にAIが圧勝しており、人間がAIに勝てるゲームは見当たらなくなりました。

チェス、将棋、囲碁のコンピュータ・ソフトの研究は何れも1970年代に始まっていますが、コンピュータが人間に勝てるようになったのはほぼ40数年後でした。コンピュータのハード面の進歩は1970年代の前出Moore's Lawに支えられて指数関数的に成長して来ました。ソフト面でも1970年代に世界的にAIの本格的な研究が始まりましたが、これまでに4回ほど有望なアイデアが現れては消えています。遂に21世紀に入ってから人間の頭脳の働きをモデルにした深層学習(Deep Learning)が成果を挙げ始めて今日があります。頭脳が働くときにニューロン間の結合網を形成して行くモデルを真似ようとしたソフトは以前にも試みられていますが、ハードであるLSIの急速な進歩が遂に



【鳥鎮(浙江省)川公生、小川義也】米グーグルが囲碁用に開発した人工知能(AI)「アルファ碁」と、世界最強とされる中国の柯潔(カ・ケツ)九段との3番勝負が上海近郊の鳥鎮で23日始まり、第1局をアルファ碁が制した。最も難

しいとされる知的ゲームの囲碁で、AIの実力が人間を上回ったことが示された。今回の対局はグーグルが中国政府などの協力で開いた「囲碁の未来サミット」の目玉。この対局では柯九段が序盤にポイントを取ったが、大局観に優れたアルファ碁が優勢を築くと、危なげなく押し切った。柯九段は中国ランキングの360番に達し、難

# 囲碁AI 最強棋士破る

## アルファ碁、異次元の進化

AIは人間との戦いで進化してきた	
1997年	米IBMの「ディープ・ブルー」、チェス世界チャンピオンに勝利
2011年	IBM「ワトソン」、米クイズの歴代チャンピオンに勝利
12年	米グーグル、深層学習で大量の画像データからネコを認識するAI開発
13年	将棋ソフト、現役男性プロに初勝利
15年	グーグル開発の囲碁AI「アルファ碁」、囲碁欧州王者のプロに勝利
16年	アルファ碁が韓国の強豪、李世石九段に勝利
17年	米カーネギーメロン大開発のAI、ポーカーで世界トッププロに勝利 将棋ソフト、トッププロの佐藤天彦名人に連勝

易度がチェス、将棋をはるかに上回る。人間に勝つのは「あと10年はかかる」と言われていた。だが、2014年に開発が始まったアルファ碁は昨年3月、下馬評を覆し、韓国李九段に勝利した直後から、状況分析や打ち手を決めるソフトの改良に着目して、計算能力などハード面の性能も大幅に強化した。李九段との戦いにも「読みがさらに深くなり、大局観に磨きがかかった」。囲碁AIに詳しい玉銘九段は舌

深層学習を可能にする時代になったということでしょう。特にゲームマシンなどに多く用いられる GPU(Graphic Processing Unit)は数千組の並列 CPU を1チップに載せたものであり、並列演算が容易に大規模に行えるようになった技術的進歩の力が大きかったようです。

少々説明がくどくて閉口されたかも知れません。話を要約します。

- ①LSI 出現前の制御装置がタバコ売りのお婆さんを失業させました。
- ②1チップに数千~数万個のトランジスタを載せた LSI が駅員や行員の仕事を奪いました。
- ③1チップに1億~10億個のトランジスタを載せ、Deep Learning ソフトで動く AI が使われる時代になって経済界のエリート・株式トレーダーは失職し、医師は完璧な診断を行うには AI なしではできなくなり、人間はあらゆるゲームで AI に勝てなくなりました。人間はこれから何をやれば良いのでしょうか。

## I 2. これから開花するバイオ

科学(Science)とは新しい真理を発見して人類の知識の宝庫に加えることを言い、技術(Engineering)とは知識の宝庫から複数の真理を取り出して組み合わせることで人類社会に役立つモノや働きを作り出すことを意味します。バイオに関しては発見の時代である Bio Science から実用化の時代である Bio Engineering に移行しつつあるのが実態です。

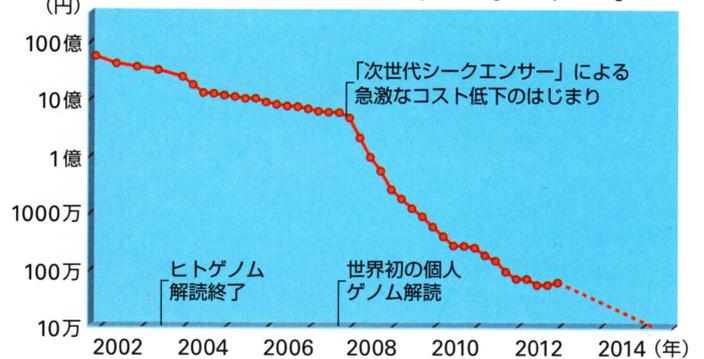
AHK612「進化論入門」でゲノムと生物の進化について説明しています。その知識を前提として以下の解説を進めます。ゲノムは DNA という物質構造で書かれた生物の設計図です。生物の進化とは安定な DNA の構造が何万年という時間単位のもので少しずつ組み変わって生物としての形状・機能が変化し、有用か幸運で生き残った生物の構造の変化を進化(Evolution)と呼んでいます。

人類が二重螺旋になっている DNA 構造を知ったのは 1953 年でした。人類がシーケンサーと呼ぶ装置でヒトの全ゲノムを解析できたのは 2003 年でした。

その頃は右上図のように一人の全ゲノムの解析に要する費用は 10 億円レベルでした。次世代シーケンサーが実用化されてからの所要時間と費用の低減は目覚ましく、既に 10 万円を下回る費用になっており、幾つかの大事な個所のみの解析でしたら 1 万円で請け負うビジネスが現れています。その費用低減速度は年率 1/2.5 で、1.5 年間で 1/2 (年率 1/1.6) だった LSI とは勢いが違います。

DNA 鑑定は警察の捜査活動の非常に重要な道具になって既に社会の中に溶け込んだ日常的な技術になっています。今、注目されているのは右の 2017/5/24 日本経済新聞の記事にあるようなゲノム編集技術です。これは DNA 上の狙った位置にある塩基構造を変えてしまう技術で、全世界の研究者が先を争って効果的な分野での実用化へ向けて激しい競争を行っている最中で、これから本格的実用化に入っていく段階です。

1 人分のゲノム解読コスト 出典:アメリカの国立ヒトゲノム研究所 (<http://www.genome.gov/sequencingcosts/>)



およそ3か月ごとに発表されている1人分の解読コストの推移。縦軸は1目盛りで10倍。2013年以内に、1人分のコストが約10万円(1ドル=約100円で1000ドルを換算)を切るという半導体チップが発売予定。

農業・食品産業技術総合研究機構は23日、遺伝子を自在に改変できる「ゲノム編集」と呼ぶ最新技術を用いたイネを屋外で栽培する試験を始めた。ゲノム編集を使った農作物を屋外で育てるのは国内で初めてという。米粒の大きさなどに関係する遺伝子を改変しており、収量増を目指す。品種改良の効率化につながる期待されている。

農研機構は同日、茨城県つくば市にある研究施設の実験用田んぼに苗を植えた。収量に関わる遺伝子をゲノム編集で改変した種子から育てた。米粒を大きくし、数を増やせるとみてい

## 「ゲノム編集」イネ 屋外へ 遺伝子を改変 ▶ 収量増めざす

農研機構、実用化へ一歩

10月に収穫する予定だ。術を使わない品種改良と同様にゲノム編集をしたイネを温室で栽培する試験を実施。屋外でも狙った通りの結果が得られれば「実用化に向けた大きな一歩になる」とゲノム編集に詳しい筑波大学の久保隆教授は話す。

今回の試験前には遺伝子組み換えのルールに沿って国の承認を得た。住民向け説明会も開いた。試験では遺伝子を改変したイネの花粉が周囲に飛んで外部に漏れないかなども調べる。米モンサントもゲノム編集を開発した研究機関と提携した。

海外では米デュボン系の会社がゲノム編集で収量を増したトウモロコシを開発し、ほ場試験を実施している。米モンサントもゲノム編集を開発した研究機関と提携した。

術を使わない品種改良と同程度の遺伝子の変化した。農作物では数年かかる品種改良を1年程度に短縮できる見通し。国内では除草剤に強いイネや受粉のいらなくなるトウモロコシなどの成果が発表されている。魚の養殖や医療などにも応用できる期待を集める。

### I 3. 後進国は人口爆発 vs 先進国は少子高齢化 ⇒ 人類分断

#### I 3・1 後進国の人口爆発…人類は100億人に向かって暴走中

AHK321「未来…環境・食糧・人口」に「3・3 環境問題は人口問題そのもの」として3頁かけて書きました。

ここではAI等による自動化・機械化の進展が先進国から後進国への労働集約的な業務の外注化を逆流させて、後進国で急増する人たちに仕事を与えることができなくなり、後進国が先進国に追い付くことを困難にして世界を二分化(分断)する危険について考えます。

AHK シリーズではお馴染みの人口の増加状況を右に再掲します。

百万年ほど前に人類は食物連鎖の

最上位に位置する存在となり、全体として上図のような恐るべき速度で人口を増加させています。有機農法で地球が養える人口上限は10億人です。現在、その7倍以上の人類が存在するのは1906年に開発された人工窒素肥料の潤沢な供給と、1940～1960年にかけての緑の革命と呼ばれる高収量農作物の導入に依ります。食糧の供給量が増えれば、その限界まで人口は増えるのです。世界人口の上限は「インド人のような穀類食なら100億人」と見積もられ、目下100億人を目指して急速に増加中で、それを人口爆発と呼んでいます。増加の主力はアフリカで、インド、南米諸国等が続きます。現在の出生率(一人の女性から生まれる子供の数)の例を挙げるとウガンダ5.3、ニジェール7.6等です。「世界の合計特殊出生率ランキング」等では188ヶ国中の上から62位までには殆どアフリカ以外の国が見られないほど、アフリカの出生率の高さは突出しています。その理由は次のようです。

①アフリカは過去に生活・衛生環境が劣悪であったため、小児死亡率が極めて高かった。アフリカ人は多産多死でこれに対抗して人口が平衡していた。近年衛生環境が改善されて小児死亡率が低くなったのに、出生率は変化しないために人口が急増した。

②女性の教育レベルが高くなると出生率は低くなる。残念ながらアフリカの教育環境は劣悪である。アフリカ人が悪いと思わないでください。AHK063「人類と社会…近代」の「4. 帝国主義の時代/4・1 列強によるアフリカ分割」を見ると、古代文明国ローマ帝国がゲルマン民族に蹂躪され、文明が逆行して長い暗黒の中世に入ったパターンとの共通性があることに気づいてください。私は現在の欧米諸国はアフリカに加えた過去の破壊行為に責任を感じて欲しいと思っています。

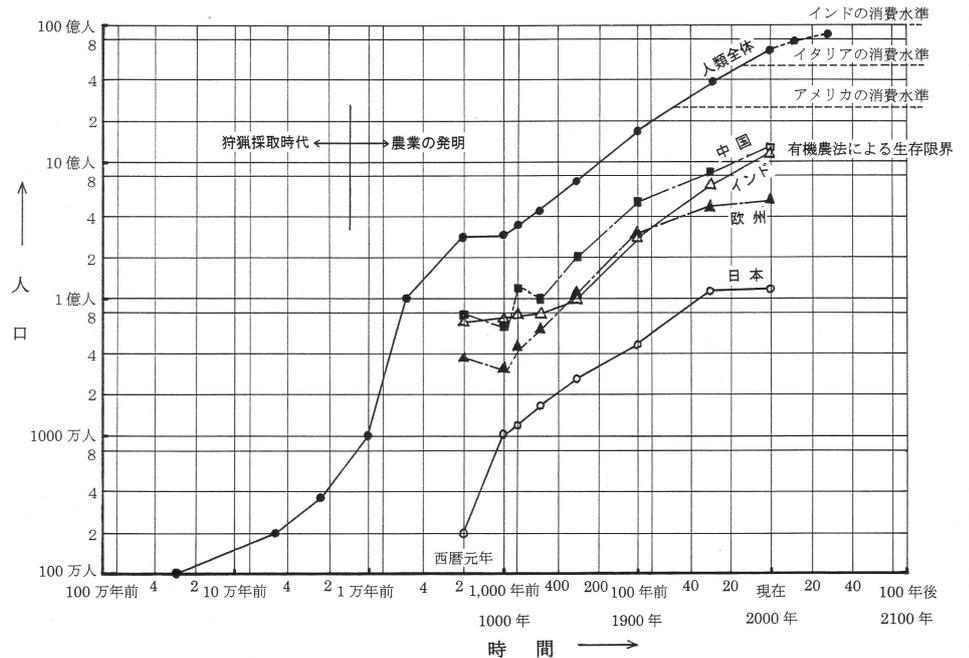
#### I 3・2 先進国は少子高齢化で、史上経験がない領域に向けて突進中

米国以外の先進国は全て人口が減少しつつあります。それに高齢化が加わりました。

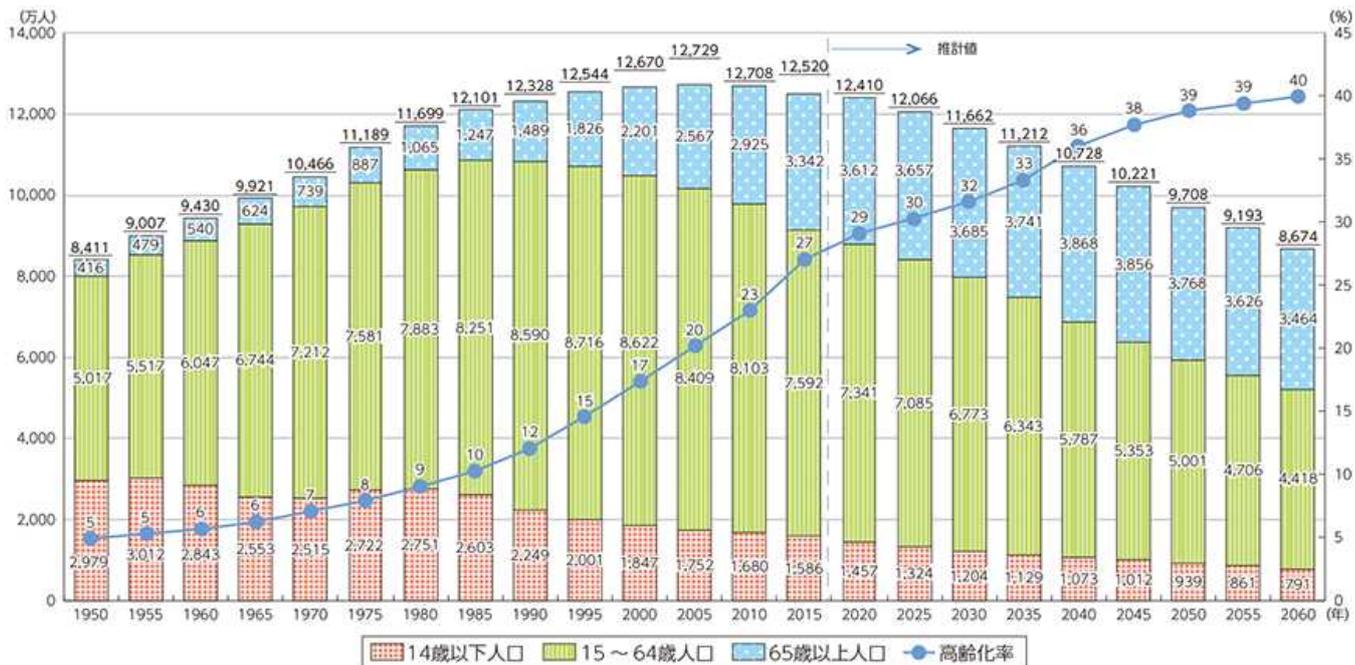
①歴史上、市民が国家の前途に希望を見失う時、必ず人口が減少し、未婚男子が増え、性的倒錯等の生殖に繋がらない性への関わり方をする人たちが目につくようになる。古代ギリシャ末期、ローマ帝国末期、イスラーム帝国末期、海洋国家ヴェネチアの衰退期等。

②女性の教育レベルが高くなると出生率は低くなる。先進国は当然に女性の教育レベルは高い。キャリアウーマンを目指す女性は特に出産率が低い。

③各国とも急速に平均寿命が延びた。日本では1947年、男子50.06歳、女子53.96歳、2015年、男子80.75

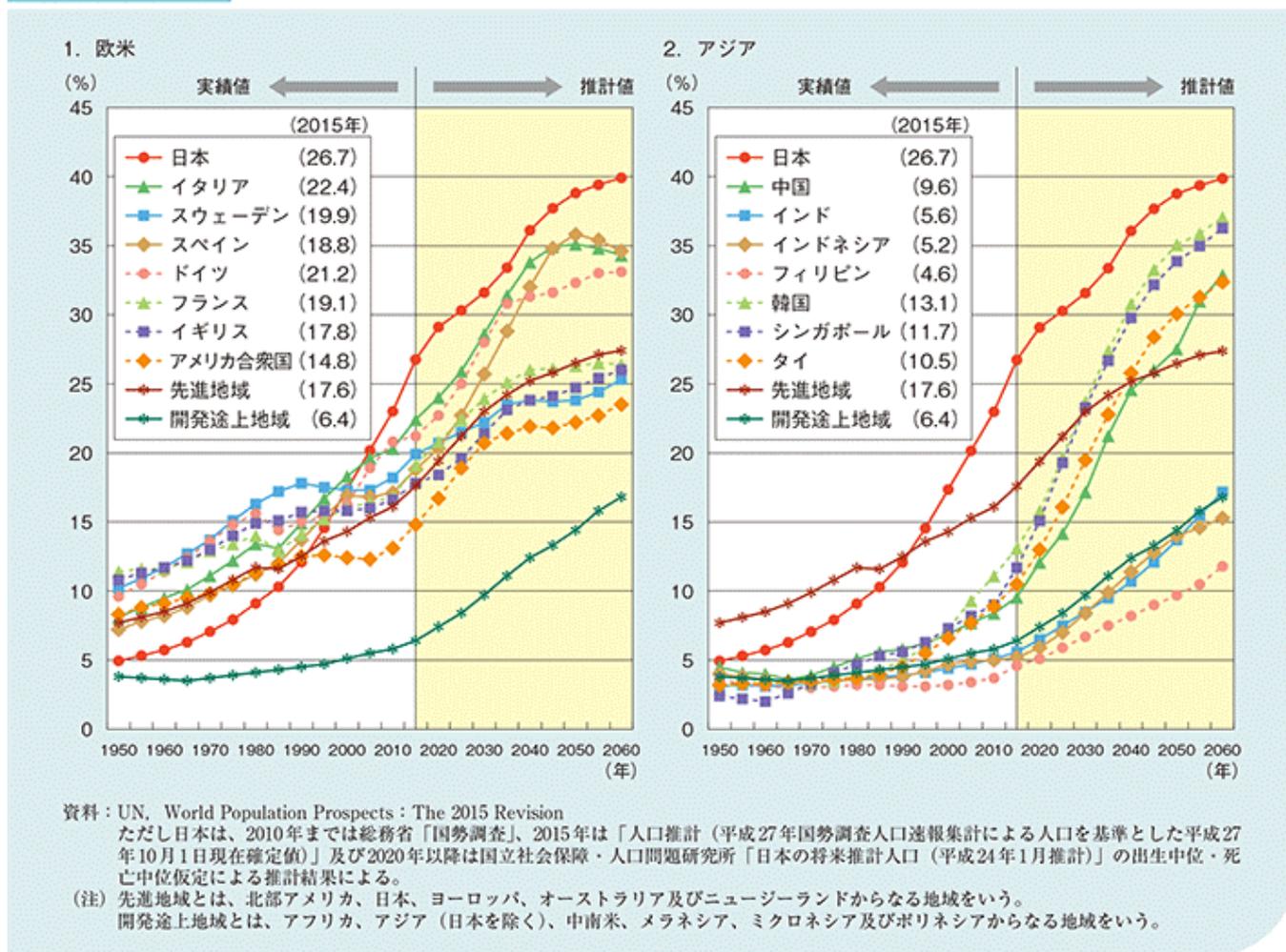


歳、女子 86.99 歳です。原因は①戦争がなかった、②衛生・医療・住居等の諸環境が向上した、③政府の福祉制度が充実した、等思い当たる原因は色々あります。



上図は平成 28 年版情報通信社会白書「人口減少社会の到来」にある図表です。2005 年をピークとして日本の人口が減少し始めています。1950 年と 2050 年では緑色の生産年齢の人たちは約 5 千万人と同じなのに、高齢者数は前者は 400 万人、後者は 3,700 万人とほぼ 10 倍です。年金制度は崩壊寸前です。

図 1-1-13 世界の高齢化率の推移



前頁下図は平成 28 年版高齢化社会白書から引用しました。日本が欧米諸国を抜いて世界最速で高齢化しつつある状況がよく判ります。このような急速な高齢化は人類歴史上初めてのことなので、国家レベルでどう対応すべきかのお手本がありません。高齢化現象の先頭に立つ日本は課題先進国なのです。この対応に失敗すれば、日本は急速に衰退して国際舞台から姿を消し、各国から高齢化対策の反面教師として見られることになります。

## II. 三大要因の近未来予測

### II 1. AI の近未来予測

**今ここにある未来：** 在学中の人や若い社会人が直面するであろう 30～50 年先の未来を近未来としましょう。AI の研究開始から実用化までの期間が凡そ 40～50 年間であったことを貴方は知りました。近未来の萌芽は現在の中にあるものなのです。その意味で、現在の研究状況を知れば、近未来に受けることになる影響の凡そのところは予想がつくのです。

**人類は頭脳までも機械化しようとしている：** 人類は車輪を発明し、動力車両を実用化して動物の走る速さを凌駕しました。また航空機を実用化して空駆ける鳥の能力を凌駕しました。これまでのヒトとしての能力限界を超える手法は、手本となる四足獣の歩行を真似るのではなく、全く違った原理の回転運動で実現しています。同じく航空機も羽ばたく翼ではなく固定翼とし、別にプロペラやジェットエンジンの推進力で飛行を実現しています。動物より遙かに優れた能力を得ることができたのはヒトの脳の働きでした。

AI 実用化に当たっては、ヒトの脳と同じ原理のシナプス結合生成を結合ルートの重み付けで実現し、ヒトと同じ深層学習を AI に対して行っています。ヒトの脳と同じ動作を何桁も動作速度が速いコンピュータにやらせているのです。コンピュータのメモリーの巨大さと速度の速さがヒトより賢い AI を実現しています。

#### II 1・1 AI に取って代わられる職業とそうでない職業

- ①情報を入力し、加工して、情報として出力するタイプの職業はAIに代替されます。前述株式トレーダーは情報である刻々の株価を画面で見、売り買い注文をPCで株式交換所に情報として送信します。CT画像診断医師は情報であるCT画像を解析し、情報である診断結果を医師に渡しています。これらはAI化が可能な職業です。株式売買のAI化は現在の技術で可能だったので、既に高給の株式トレーダーは不要となりました。CTの方は実用化までの情報の蓄積に10年間以上要するため、肺ガンなどごく一部の分野で試用が始まったところです。企業の間管理職、弁護士の助手等もこのタイプに属します。
- ②一方が人間で、もう一方が情報であるタイプの職業は容易にAIに代替されません。人間である患者を相手にしてAIを使って診断結果や薬の処方といった情報を出す医師は当分安泰でしょう。医師法もあり近未来では完全自動化病院はできていないでしょう。
- ③人間だけが相手の職業は見通せる範囲の時間ではAIに代替されないでしょう。美容院や散髪店や植木屋のように人間相手の職業は容易にAI化されません。但し機械化が容易だったりするとその限りではありません。食堂でもウェイターはロボット化の対象になり易いと思われます。2030年頃から団塊の世代が老人ホームに入る年頃になります。介護人は人対人でAI化が相当難しいのですが、不可能という訳ではありません。寝たきり老人のオムツ交換など手強い分野もありますが、今から自動化に取り組む必要があります。

#### II 1・2 AIにより恩恵を受ける分野・職業

- ①自動車の自動運転：自動車業界とIT業界があれだけヒト・モノ・カネを投入して熾烈な主導権争いをしていますから、遠からず自動運転は可能になると思います。既にシンガポールではタクシーの無人運転が始まっています。高速道を走る大型トラックの運輸業界、通販の急成長に応える宅配業界は、共に

運転手の不足に悩んでおり、自動運転の実用化は非常に大きな社会的・経済的インパクトになります。高齢ドライバーも恩恵を受けるでしょう。

②**教育の個人別カスタマイズ化**： 大量生産型の教育法は終わりを告げ、学生個々の達成度に合わせて教材や指導速度を調整する**適応学習**が普及するでしょう。

③**AI 支援医療の普及**： 一人の医師があらゆる病気や最適の治療法や近隣地域で流行が始まった病気の情報を全て頭に入れておくのは不可能です。AI 支援医療は非常に早く普及するだろうと思われまます。脳手術等に利用されている右図の da Vinci Surgical System のような手術ロボットの発展・普及も望まれます。この手術ロボットはマスター・スレーヴ方式ですが、何れは全自動手術ロボットも出現する筈です。



### II 1・3 AI 導入に当たって社会全体で必要となる調整

ニュートンが書信に書いた「私が遠くを見渡せたとしたら、それは巨人の肩の上に乗っていたからだ」(If I have seen further it is by standing on ye sholder of Giant.)という先人たちの働きの上に自分の業績があると認める謙虚な考え方は、これからの高度技術社会で得られる経済的利益の社会への還元にも活かされるべきものと思われまます。

現在の社会はスマホは Apple 社が、検索は Google 社が、通販は Amazon 社が、SNS は Facebook 社が、といった「勝者総取り」方式に近い経済力学で動いています。このため、一部の成功企業が莫大な利益を挙げ、それをタックスヘヴンの地に蓄積して自国への還元すらしないのです。例示した 4 社は米国の企業であり、彼等は米国の国防高等研究計画局 DARPA が実用化したインターネット技術のインフラを使い、主に米国で開発された IT・AI 技術を使い、米国の大學で教育を受けた技術者やデザイナー等を使って今日の成功を築きました。これらの社会インフラや人材や資金は米国という巨人なのです。その肩の上に乗って彼等の成功があるのですが、例えばA社はスマホを米国で製品企画・設計し、海外で生産し、米国(実効法人税率 41%)で販売して得た利益を名義上の本社を置くアイルランド(法人税率 12.5%：実際は特例の適用を受けて更に低率)に集めます。国によって法人税率が大きく異なる現状を企業の立場から最も有利に利用しているのですが、米国経済はその分縮小し、国民の生活水準も低下します。

このままでは「勝者総取り」と「資金の他国への逃散」がますます激しくなっていて、米国の国家としての経済運営が支障を来し、国民の間の経済格差も一層酷くなるなり、「We are 99%」のデモが起こります。国家は法人税、所得税、固定資産税等の諸税を徴収し、国防、社会インフラ、教育・研究機関、福祉関係等の出費を賄います。その大事な税金を何も寄与していないアイルランド等に流れてはどうにもなりません。かと言って法人税の引き下げ競争をしたら国家運営に必要な費用が不足して縮小均衡に入ります。肩の上に乗ったイノベータ達の所得が公正にそれを支える社会という巨人に還元されるのが正義でしょう。収益の社会への還元問題はこれ以外にも色々あります。現代の社会システムはこれらの上手な解決に至っていません。

## II 2. バイオの近未来予測

製品の**ライフサイクル**という考え方があります。①**導入期**、②**成長前期**、③**成長後期**、④**衰退期**、の四期に大別しています。LSI は成長後期、AI は成長前期にあると思われまます。バイオは警察での DNA 鑑定が導入期、ゲノム編集が爆発的に成長しようとしている現在は成長前期に入りかかった段階でしょうか。

### II 2・1 DNA 分析とその応用

①**同一生体であるかどうかの同定**： クローンや一卵性双生児以外の人間の DNA は一致することがありません。警察は現場に残された微量の爪、毛髪、垢、唾液の跡などの細胞を採取し、DNA 分析を行って捜

査の重要な証拠としています。全ゲノムを検出する訳ではなく、特定の 10 数カ所のゲノムを照合しています。本人か、その血縁者であるかの判別が可能です。

②同一特性であるかどうかの同定： 右図は AHK132「ユダヤ人とユダヤ教」で用いていますが、ゲノムのたった1ヶ所の塩基が異なるだけで通常はほっそりした犬種が筋骨隆々たる個体になる SNP(一塩基変異)の例です。これほどゲノムの働きは大きいのです。

AHK622「宗教・倫理と進化論」には音楽家、画家、アスリート、高い知能指数等として優れたヒトがゲノムの何処の個所のどう

いう違いでそうなるのかを多数のサンプルによるデータ解析から求めようという試みが既に始まっていることを記しています。この面で最も先行しているのは中国です。遠からず中国では 150 以上の IQ(知能指数)の子供たちを集めて特殊教育を行うと予想されます。

ゲノムの違いによってある薬がよく効くヒトと殆ど効かないヒトがいることはよく知られており、一部の薬では患者のゲノムの違い別に投与量を変化させたり、別の薬を投与したりする**遺伝子医療**が既に始まっています。医学の分野では**ゲノム地図のデータベース作り**が世界共通の重大な研究テーマとして進められており、十数年も経てばゲノム地図の精度も高くなり、日常的に医療に使われることでしょう。



## II 2・2 ゲノム編集の衝撃

**ゲノム編集の実証試験が始まっている：** 2005 年以降に開発・研究された ZEN、TALEN、CRISPR/Cas9 等の酵素を使って DNA の狙い通りの個所の配列を差し替える技術の実用化研究が現在急速に進展しつつあります。これは DNA のどの個所をどのように改変したらどういう特性の生物が生じるかがきちんと判っていないとできることはありません。ゲノム地図は完成までにまだまだ大量のデータ分析が必要ですが、判っているところから始めようという先陣争いの段階です。

**ゲノム編集の医療への応用：** 現在進行中なのは HIV(ヒト免疫不全ウイルス)治療と血友病治療です。前者で説明すると、免疫細胞を体外に取り出し、DNA をゲノム編集して HIV の働きかけを無効化する改造を行ってから体内に戻す療法です。これらは患者に対して適用できる医療法です。

**生殖医療への応用：** 受精卵の初期段階で DNA に対してゲノム編集を行います。植物の種子に対して行う例が本文の 3 頁に「**ゲノム編集イネ 屋外へ**」として出ていました。

ヒトに対しても可能な技術です。血統上の遺伝子病をなくすために行われる範囲なら許容できますが、親の欲望のままに、頭脳の優れた子、脅威的な運動能力を持つ子をゲノム編集で作り出すことも可能なのです。この技術は異なった動物のキメラを作ることもできます。既に臓器移植療法のドナーとして使用するために、ブタの受精卵にゲノム編集でヒトの肝臓や腎臓を作る DNA を組み込む研究が始まっています。

## II 3. 人口問題の近未来

### II 3・1 食糧の供給は人口爆発について行けるか

江戸時代のような有機農法で養える人口上限は 10 億人だが、人工窒素肥料と高収量農作物の導入により、インド人同様の穀物食であれば 100 億人の食糧が確保可能になっていると既に述べました。

まだ 100 億人までは間がありますから、近未来では何とか量的な危機には至りません。

肉食を諦めよとの話も、現在開発中の人工肉が民衆に受け入れられれば解決できそうです。

しかし考えてください。陸上バイオマス(生体総重量)の0.00018%でしかない人類が陸地で生産される有機物の20%を利用しています。危険を感じませんか。

### II 3・2 地球は際限なき人口爆発を許すか

1927年の人口は20億人、2011年の人口は70億人です。84年間で3.5倍の増加率です。この指数関数的増加率が続けば、2,200年後にはヒトの総重量は地球の重量  $5.972 \times 10^{24} \text{kg}$  をオーバーします。限界に近いことに気が付かねばなりません。

アフリカ在住以外のヒトは約8万年前に1回だけ150~2000人の規模でアフリカを出て、全世界に向かって拡散して今日があります。狩猟採集時代は食糧が得られない食糧難民になれば、食糧を得られる土地を探して移動しました。まだ人口が少なく、ヒトが住んでいない空白の土地がふんだんにあったからです。空白の地を求めての人類の移住は西暦400年頃のポリネシア人のハワイ移住を以てほぼ完了しています。ヒトは全世界に満ち、もはや空き地なしとなりました。

約15,000年前から農業の時代となり、住民は強く土地に縛り付けられる存在となりました。この状態で凶作になり飢饉が起こったらどうなりますか。空白の土地はありませんから、移動するという解決策は使えません。過去の歴史を見れば、多数の餓死者が出た悲惨な例が多数見られます。移動する代わりに餓死で人口の調節をするしか手段がなくなっています。

現在、地球温暖化問題で ①作物の栽培適地の移動に直ぐには対応しきれない、②旱魃発生 of 激化、が危惧されています。世界レベルでそのような備えがあるとは思えません。私は何れかの時点で世界的な深刻な飢饉に見舞われると思っています。国家が動かない場合、個人レベルでの対策として、3年分の穀類を備蓄せよと専門家は薦めます。具体的には「長期保存が可能な状態で、米か麦を凡そ一人当たり300kg備蓄せよ。それなら万一の飢饉でも生き残れる」と言うこととなります。貴方はどうされますか。

### II 3・3 難民問題にどう対処すべきか

最近、ドイツ、フランス、イギリス等で深刻なテロが多発しています。これはシリア、リビア、アフガニスタン等の戦争難民をこれらの国が人道的立場から受け入れた結果が悪い方に出たのです。内戦から逃げてきた難民一世代たちは殆どテロリストになることはありません。テロリストになるのは、亡命先の国で生まれた二世代たちが多く、動機は二級市民として扱われ、他の若者より教育・就職等で差別的な悪条件に何時までも甘んじなければならぬことに不満を募らせることです。受け入れ国は自国民として社会に溶け込むことを要求しますが、特にイスラム系の移民は信仰上の習慣を頑なに守って西欧社会に溶け込もうとせず、社会から孤立してしまい、一層差別を受ける悪循環を起こしています。「郷に入らば郷に従え」を拒絶する移民は受け入れが非常に難しいと知ってください。

これから世界情勢は激動の時代に入り、食糧難民、戦争難民、経済難民等が増えると思われます。少数の高学歴の移民を受け入れるのは、国民の活性化に非常に有効であることが歴史的にも証明されています。しかし自国民がやりたがらない3K業務のために低学歴の移民を単なる安価な労働力として受け入れることは避けねばなりません。その人たちも日本国民と同じ福祉制度の受益者となります。安い労働力として雇い入れた人は、社会福祉費・教育費等を他の日本人に背負わせていることを無視しています。その人は安い給与しか支払わず、他の国民に高いつけ回しをしているのです。

仮に北朝鮮や中国の政権が崩壊して多数の人々が逃げ出して来た場合は、人道問題ですから受け入れざるを得ません。その場合は本土内に受け入れずに、離島などに集めて生活を保障し、事態が収まったらできるだけ元の国に帰国させるのが好ましいと思います。「もはや空き地なし」なのです。

末期のローマ帝国は西欧側に進出してきたフン族の圧力に屈してローマに逃げ込んできた人口比で僅か3~5%のゲルマン民族に圧倒されて滅亡しました。戦争難民であるゲルマン民族が後の西欧社会の支配者となったのが中世なのです。「庇を貸して母屋を取られた」歴史の苦い教訓は絶対に忘れないでください。

### II 3・4 AI 難民問題

これまでの説明で AI により失業するのが高給取りの高学歴の専門家であるらしいことが判ってきました。これは大変に悩ましい問題です。その人たちは高い学費を払って高等専門教育を受けて来たのです。失業した後にその専門性を活かせる別の職業に就ければ幸運ですが、米国の事例を見ていると、そのようなケースは少ないのです。専門性が高いとは、職業選択で融通性がないことを意味しているからです。結局は誰でもできる仕事に就かざるを得ないケースが多く、実態はタクシードライバーなどをして糊口を凌いでいます。これは急激な変革期だから起こる悲劇です。現在を生きる小学生は、現在は存在していない職業に就く確率が 50%以上あると予測されています。社会の変革速度がもう少し落ち着いていたら、小学生が憧れる職業に大人になってから就くことができるでしょう。今は大人になった時にはその職業が無くなっています。これから疾風怒濤の時代に入ります。自分が置かれている状況に的確な判断を下し、これから世の中がどう動いて行くかを予測できる力を駆使し、近い将来についての備えを怠らないことが高学歴の人たちに求められます。このために最も役立つのが歴史についての知識と洞察力です。

### II 3・5 機械化難民問題

これまで企業はグローバル化と称して組立、縫製といった労働集約的な仕事を人件費が安い新興国や発展途上国に出してきました。ところが機械の高度化が進んで、自国内で全工程を製造できる多品種少量生産が可能な全自動化ラインが実現しつつあります。単純労働の機械化です。ドイツの靴メーカー adidas 社は自国内に最初のラインを建設して実証生産の後、日本等の大需要地での設置を進めています。完全な実用化まではまだ間があるとはいえ、トラックやタクシーの運転手も自動車の自動運転普及とともになくなる職能でしょう。前節にあった専門職の人が失業してタクシードライバーになるとの選択肢も、この時期からはなくなります。

このようにして急速な AI 化・機械化により多くの雇用が失われることは避けられないと考えられています。スイスでは 2016/6/5 に全ての住民に毎月一定額を支給する「最低生活保障制度 (Basic Income)」の国民投票が行われ、大差で否決されましたが、賛成票が 22%もありました。「誰もが生活の心配をせずに自己実現に挑めるようになる」(機械化で失職しても、遣り甲斐のある仕事を得るまでの生活資金を心配しなくてよい)と推進派は述べています。

最低生活保障制度は入り組んだ社会保障と福祉を簡素化し、行政効率を改善する効果も大きく、カナダのオリエンタ州は年内に試行、オランダ、フィンランドも調査に着手しました。今後予想される大量失業時代に今から備える動きが始まっているのです。激動の時代に備えて、これまでの税制では考えられない大胆な対応が必要になりつつあります。右図は 2017/5/31 の日本経済新聞の広告欄に載っていた新刊書の広告です。こういう時代が迫っています。



### II 3・6 日本は人口問題にどう対処したらよいか

経産省は 2017 年 5 月付けで「不安な個人、立ちすくむ国家」とのタイトルの 65 頁の資料を発信しており、国が人口問題に対して如何に危機感を以て対応に腐心しているかが理解できます。①人生は二毛作・三毛作の時代、②退職後引き籠もって TV を見て過ごすパターンに陥らないこと、③過剰で効果がない終末医療は受けない、④母子家庭の貧困・子供の貧困問題対策を充実せよ、⑤若者に活動の場を与えよ、⑥研究者に安心して研究できる場を与えよ、等の確な問題提起をしています。

現在の空き家率は 13.5%、相続登記しないと想定される土地は約 2 割、農地の耕作放棄地は約 1 割、空き地は 10 年間で 1.4 倍になり、1970~1990 年の土地ブームを知る人には信じ難い状況が起こっています。

しかし、歴史に依れば縮みの時代は悪いことばかりではありませんでした。西欧諸国ではペストの大流行が去った15世紀頃は人口が激減したために生産性が低い限界的農地は放棄されて社会全体の生産性は上昇し、経済力の向上は今日に見る多数の壮麗な大寺院の建造を可能にし、コムギを指標とした労働賃金は2倍に跳ね上がり「賃金労働者の黄金時代」が出現しています。

今の日本はペストが去った後と同じで、貴重な生産年齢の人たちを生産性が高い仕事に就け、そうでない仕事は廃止し、あらゆる職業で賢くなったロボットをパートナーとして一人当たりGDPが高い国家へと変身できるチャンスでもあるのです。

課題先進国でありロボット大国でもある日本は、先進国の次世代モデルを創作する絶好の位置にあるとも言えます。非正規勤務の人たちを支援する最低賃金の引き上げ法制化等の適切な対応が取られれば、安価な労働移民の導入を避け、ロボットの普及・適正価格の実現・上手な活用法の開拓への刺激剤となります。

### Ⅲ. 100～200年後の3要因

#### Ⅲ 1 AIとロボットの未来

##### Ⅲ 1・1 AIとロボットの明るい面

**恒星間探査機の実現：** 宇宙船に搭載可能な小型の核融合推進装置が実用化されれば、恒星間探査機が可能になります。その時に果たしてヒトが搭乗するでしょうか。AIに指令された宇宙船を設計するなら、小型化、軽量化・高加速度化・高い放射線耐力化といった指針に従うでしょう。

①ヒトは大きな体重、生命維持に必要な大量の食糧・空気・水・装備品を必要とします。②全行程に数十年から数百年を要する場合があります。③強烈な宇宙線放射に曝されます。④加速時間を短縮するために数十Gの加速度を必要とするかも知れません。⑤ヒトは単調で狭い環境に長期間耐えるのは難しい動物です。

どう見てもAIが指令する無人宇宙船に歩があります。

**TOE理論等の説明：** 既に宇宙の4大力のうち、電磁気力、弱い力、強い力の三つには統合理論が完成されています。後は重力までもこれらに統合するTOE(Theory of Everything：宇宙の全事象を一つの数式で表現する理論)の構築が人類の究極の目標となっています。これを成し遂げてくれるのはヒトではなくAIではなかろうかという期待があります。一般相対性理論と量子力学の統合もAIにより可能になるかも知れません。

##### Ⅲ 1・2 AIとロボットのダークサイド

最近「2050年の技術」(MEGATECH：Technology in 2050)が出版されて、これらの問題も論じられていますが、「第13章 人工知能ができないこと」の章の著者は「(AIは)記憶と作業は得意だが思考はできない」と決めつけて、そのような脅威はないと結論づけています。

私は遠からずAIは自己認識ができて自己意志を持つ様になるので、楽観はできないと考えています。

AHK312「未来・・・IT・AI・ロボット」の「2・3 AIの真の恐ろしさ」と重複しますので、詳細には触れませんが、米国の著名なイノベータたちも同じ危惧を表明しています。ビル・ゲイツの意見を紹介します。

私は超知性に懸念を表明する人々と同意見だ。初めのうち、マシンは我々にとって非常に役立つ。超がつくほどの知性もないだろうし、人類がうまく管理できれば好ましいことだ。しかしそれから数十年も経てば、知性の威力が懸念材料となる。これについて私はイーロン・マスクらと同意見であり、懸念を抱かない人がいることが理解できない。(マイクロソフト社ビル・ゲイツ：「2050年の技術」p288)

#### Ⅲ 2 バイオの未来

**生殖医療の飛躍的進歩：** 宗教的倫理観の縛りが無い中国等では長足の進歩・実用化があると思います。

嘗ては神の領域と言われたゲノム編集は日常的な作業になりました。現在は現存する生物からゲノムと生物

の特性の対比データベースを作り上げて、それを参考にしながらゲノム編集をします。  
未来の時点では、ゲノムがどのような生物を作るかをゲノム・シミュレーションにより事前に知ることができるようになっていることでしょう。

**細菌兵器の恐怖：** 毒ガスと同じく国際的には絶対禁止になっています。しかしテロリスト達が手を出せば貧者の武器として恐るべき威力を発揮します。核兵器も貧しい国家の究極の武器です。北朝鮮が2兆円程度のGDPであそこまでやるのですから。

### Ⅲ 3 人口問題の未来

米国のジョージア州エルバート郡の高い丘に右図のガイドストーンがあります。

1980年に建立された5枚の花崗岩の縦石板の上に平石板が置かれており、高さ約6m、重量約110トあり、アメリカのストーンヘンジとも呼ばれています。

石板の両面に英語、中国語等8種の現代語と4種の古代語で10項目の短いメッセージが彫り込まれています。

その第1項「Maintain humanity under 500,000,000 in perpetual balance with nature. (自然と恒久的に調和を保つために



5億人の人口に保て)」と第10項「Be not a cancer on the earth — Leave room for nature — Leave room for nature. (地球の癌になるなかれ…広々した自然を残せ)」は共に人類の人口爆発と自然破壊の現状を強く戒めるメッセージで、大いに共感できます。今の人類の過剰な繁栄はまさに癌細胞の無秩序な増殖と同質です。

ローマ帝国の最盛期の人口は約6千万人でした。5億人というと約500年前頃の世界人口です。1492年のコロンブスの新世界発見、1522年のマジェランの世界一周の頃です。西欧による世界の植民地化が始まる直前とは納得できる判断です。

現在の世界の総人口73億人を日本と同じ人口減少率で自然減で5億人まで減らすには300年を要する計算になりますが、不可能ではありません。

思いがけない大事件が起きてこの目標が早期達成されないように、全人類のために祈りましょう。

#### ま と め (現在10~20歳の若者へのアドバイス)

- (1) 生産年齢人口の減少速度が速いため、AI化、機械化による大失業時代に追い付かれることはない。
- (2) 新技術が公開され、現実に普及して多くの人たちに影響を及ぼすまでには約10~30年間の時間差を必要とする。株式トレーダーの場合は対象人口が少なかったので普及までの時間が極端に早かった。労働集約的業務のAI化、機械化は対象が千差万別で多大の時間を要するものと思われる。
- (3) 医師はAI化により最新情報・最新医学技術による正しい診断・治療を行えるようになる。AIは医師の能力を拡大させる味方である。
- (4) 正しい歴史観を持てばAI化、機械化により消える職業と残る職業の見当は付く。
- (5) 最低生活保障制度のような現在では異端の社会制度が導入される時代になりそうだ。
- (6) 平均寿命がどんどん上がっているのに、65歳以上を高齢者として生産年齢人口から外すのは正しくない。逐次上げて75歳程度までを生産年齢とすべきだ。
- (7) 人類は何のために存在するのか、自分の生き方はどうあるべきかを真剣に考えるべき時が来た。

以上