

「我々は、どこから来てどこへ行くのか？」

永浜 洋

財団法人 金属系材料研究開発センター 環境・プロセス研究部
〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-11 第 11 東洋海事ビル 6 階

1. はじめに

どの時代にどこに生まれるかは、自分では決められない。がしかし、私は 20 世紀に生を受け、21 世紀に向かうこの時代に生きていることを、いろんな意味で良かったと思っている。その理由の一つは、まだまだ、分からないことが沢山あるものの、表題の問いに対する答えが、少なからず、見つかってきたからである。だが、その見返りとも言うべきか、かつて、ローマ倶楽部により、「成長の限界」について指摘があったように、現在の地球が、急速に、地球が持つ許容能力の限界に、限りなく近づきつつあることも、又、事実である。地上に降り注ぐ太陽エネルギーにより育つ植物の量に制限があり、その結果、地球上で何とか暮らせる人類の数は最大で 80 億人という試算がある。直近の異常気象現象に関する報告は、地球システムが持つ自己調整能力を越える段階に突入したことを示すのかもしれない。負の遺産が拡大生産されていく中で、持続可能な社会を実現すべく、将来の水素社会の構築に向け、山積する課題に対して、技術的・科学的な分野の進展と、合理的・経済的な社会システムの構築が望まれる。

本稿では、「我々は、どこから来てどこへ行くのか？」（宇宙・太陽系・元素・地球・生命・人類等の起源）について、詳細は成書および web サイト等に譲るが、私なりに、なるほどと思った拙い内容ではあるが、紹介する。又、これまで鉄鋼の技術開発に携ってきた関係から、鉄の立場から、将来の水素社会の構築に向けた現在の取組の一旦を、紹介する。

2. 私たちは「星の子」

人体は約 60 種類の元素を含んでおり、そのうち、43 種類はヒトの生命活動に必須なものと言われている。この中に、鉄よりも重い元素も含まれている。宇宙で創ら

れてきた 81 種類の安定元素のうち、ヒトは進化の過程で、実に半分以上の元素を取込んできたのである。

2.1 宇宙の創生・宇宙の起源、元素の起源

ビッグバンから最初の 3 分間で水素などの軽元素が生成した。天文学では原子番号 6 (炭素) 以上を重元素と呼ぶようだが、ビッグバンから約 4 億年後、星々が誕生し、重元素は星の内部で誕生した。星がその内部でどの重元素まで合成できるかは、恒星の質量によって決まっており、鉄までの形成には、我が太陽の 10 倍の質量が必要とのことである。更に鉄よりも重い元素の起源としては重力崩壊型の超新星爆発が有力とされている。

2.2 太陽系の起源

46 億年前、太陽系ができた。太陽の中心核にある水素量から見積もると、pp チェーンと呼ばれるエネルギーの供給によって、50 億年続くと考えられている。従って、これが、地球が存在し得る限界でもある。この pp チェーン反応についてであるが、太陽のような軽い恒星では水素の燃焼過程としては、陽子 (p) どうしの衝突から生ずる重水素 (D) を経由して、最終的に ${}^4\text{He}$ が合成される核融合反応が起きていて、全体として六つの陽子 (p) から、一つの He と二つの陽子 (p) ができる。最終生成物として再び陽子 (p) ができ、反応が鎖状に起きることから、この反応を pp チェーンと呼んでいる。

2.3 水惑星である地球の形成と進化、地球での生命の誕生 (38 億年前)、ヒトの誕生

現代のヒトとチンパンジーのミトコンドリア DNA を較べたところ、およそ 500 万年前頃、分かれたらしい。尚、1000 年前のアフリカ大陸のグレートリフトヴァレーの出現とその東側の環境の激変があり、樹上で暮らしていた類人猿たちの中で、この新たな環境への適用ができたものが、ヒトへと進化していったらしい。このことをウエストサイドストーリーに掛けて、イーストサイドストーリーと呼んでいる。

以上、宇宙の創生からヒトの誕生までの過程を考えると、137億年前の宇宙創成以来、広い宇宙の中で、星が生まれ、分裂し、又、別の姿に変わり、めぐりめぐって、我が地球に元素として存在することになった。そして、私たちを構成する元素として今、現在、存在しているのである。その意味で、我々は、「星の子」と言える。更に、宇宙創成から考えると、水素こそ、我々の全ての始まりであると言えないこともない。[1]

3. 私たちは皆、アフリカに暮らしていた「ミトコンドリア・イブ」の直接的な母系子孫。

オックスフォード大学の人類遺伝学教授であるブライアン・サイクス氏の著作「イブの7人の娘たち」によれば、現代人すべてのミトコンドリアDNA（これは細胞質にあるため、母方のDNAのみを引き継ぐ。又、塩基置換速度が速いという特徴から、比較的短い進化的時間の中で生じたDNAの変異を効率よく測ることができる。）の共通祖先が生きていたのは、ほんの20万年前のアフリカだったとのことである。かつて、「招かざる客」という題名のアメリカ映画（ここで、招かざる客は、白人の娘の花婿候補の黒人青年。）があったが、黒人も白人もなく、元を正せば、皆、同じ祖先とのこと。ここで、ミトコンドリアDNAとは、何者か。今から14億年位前に、真核生物と呼ばれる生物が出現していたことが化石の調査等からわかっているが、この真核生物の中に、呼吸をする（酸素を使うことのできる）細菌を自分の細胞の中に取り込んで共生を始めたものが出てきた。我々の身体を構成する全ての細胞にこのミトコンドリアが入っており、ミトコンドリア遺伝子には、酸素をつかまえる酵素をつくりだす遺伝子コードが書かれており、その酵素がミトコンドリア内で働いている。細胞はミトコンドリアのおかげで酸素を使えるようになり、大いに増強されたそうである。[2]

4. テナガザルの歌に言語の起源をさぐる

人間は霊長類に分類される哺乳動物の一種である。しかし、他の動物とは大きく異なる様々な特徴を持っている。言語もそのひとつ。では進化の過程で、いつどのようにして言葉は誕生したのだろうか。化石は、行動の進化に対しては、何も語ってくれない。そこで、現生の霊

長類の行動に、その起源を求める研究がなされているというのだ。テナガザルのデュエット（オスとメスが、交互に夫々のレパートリーをこなし、精巧な歌を聞かせてくれている。）と「ソロによる歌唱（デュエットのレパートリー中の一パートを切り出す中で片方が、単独で発声する行動が見られるそうである。）も観察されており、一連の音の流れを分割することによって言葉話すようになったのだという仮説が見えてきている。昨年の3月、「カルメン」の第一幕で、伊原直子さん演じるカルメンと兵士や若者（合唱）が、掛け合いをする場面があったのを思い出すが、リズムをとりながら、どのタイミングで、どう歌い出すか（息を整え、ある瞬間を目掛けて（捉えて）声を発すること）は、我々人間でも、至難の業で、かなりの練習を必要とした。ましてや、テナガザルがデュエットやソロをこなすというのだから、驚きというより他はない。実は、この現象は人間が発達の過程での赤ちゃんの言語習得パターンにも認められるというのである。今後の研究成果が期待される。[3]

一方、直立二足歩行（第2回運動革命と呼んでいる。[5]）することがヒト科に言語を生み出す必要条件だったであろうということである。まっすぐ立ったことにより、のど（咽頭）が、重力の方向に落ち込み（この咽頭の下降が、ヒトが言葉話すためのハードウェアの原点である。）咽頭の周辺領域に空洞が作られ、この空洞を使うことにより、筋肉の微妙な動きをもとに空気を震わせ、微細な声を作り分けることが出来るようになったというのだ。声を出すために必要な音響機器（発声装置）が、二足歩行の副産物として、期せずして生み出された可能性が高いとのこと。[4]

5. なぜヒトの脳だけが大きくなったのか

脳には非常に明確なシステム構造があり、九つのブロックの組み合わせだと考えられている。大別すると、五つの制御装置とそれを調節する調節装置からなるそうである。ヒトの脳は、平均体重（kg）に対する平均脳サイズ（CC）で、他の類人猿等と比べると、極端に大きい。もっとも基本的な脳の拡大要因は、6500万年前、霊長類が三次元不連続空間である樹上で生活を行ったことからきている。樹上で成し遂げられた第1回運動革命（[5]）によってサルがやがてヒトになるための体の構造と機能との基本デザインが出来上がったと言える。

脳の発達の原因は「社会」仮説（社会が発達し、社会関係を保つために言葉が発達し、その為に脳が発達したとする説。）と「生態」仮説（食物の獲得が脳の進化に重要だったとする説）があるが、結論は未だ出ていないようである。体の中で、脳のエネルギー消費は、非常に高い。成人の全消費エネルギーの20～25%を脳が使っているそうである。新生児の脳では実に65%以上を使うとのことである。又、極端なダイエットは脳に対して悪い影響を及ぼすという指摘もある。さて、最後に、心の問題は、有史以来大きな問題として人々を捉えてきた。心の脳研究が科学的且つ本格的になされ始めたのは数十年前、短く見れば10年ほど前からに過ぎないそうである。心のしくみを脳のレベルで解く学問分野を特に「認知脳科学」というらしい。この学問の中心を占めるのは「自我」の研究ではないかという。自我こそが心の中心であり、多様な認知機能を統括していると考えられるそうである。学問の今後の発展が期待される。[6]

6 . パスカルのパンセからの引用

「我々は、どこから来てどこへ行くのか？」ということに対して、最後に、パスカルの有名な「人間は考える葦である。」を引用して、終わることにしよう。

[347] 人間は、自然のうちで最も弱い一本の葦にすぎない。しかしそれは考える葦である。これを押し潰すのに宇宙全体が武装する必要はない。一つの蒸気、一つの水滴もこれを殺すのに十分である。しかし宇宙がこれを押し潰すとしても、そのとき人間は、人間を殺すこ

のものよりも、崇高であろう。なぜなら人間は、自分の死ぬことを、それから宇宙が自分よりずっと勝っていることを知っているからである。宇宙は何も知らない。

[7]

7 . 製鉄プロセスガス (COG コークス炉ガス) 利用水素製造技術の開発について

経済産業省から補助を受け、H13年度から5年の期間、「製鉄プロセスガス利用水素製造技術開発」を推進し、H18年の春、終了した。本開発の目的は製鉄所の副生ガス (COG)が保有する顕熱等を利用して、COG 中のメタン等を改質し、水素に転換する技術を開発することで、燃料電池等に利用される水素を大量且つ効率的に供給できるプロセスを確立することである。1 昨年の春には中間段階での開発結果について、中間報告を行ったが [8] 今回は、本プロジェクトの研究開発結果を最終報告した。ここでは、その中の工業化 FS 結果を簡単に報告する。今後の水素外販市場の立ち上げりに応じたフレキシブルな水素生産設備構造を考え、水素製造プラント規模を 導入期 立ち上げ期 成長期の3段階 (phase1-3) に分け、ケース検討を行った結果である。水素の製造価格に水素の圧縮・出荷、輸送、ステーション価格を加味した価格の算定を行った結果で、水素製造規模：80,000Nm³/Hr の時の結果である。fig.2 に、FS 結果を示した。[9] fig.1 に、成長期の Phase-3 におけるプロセスフロー図を示した。

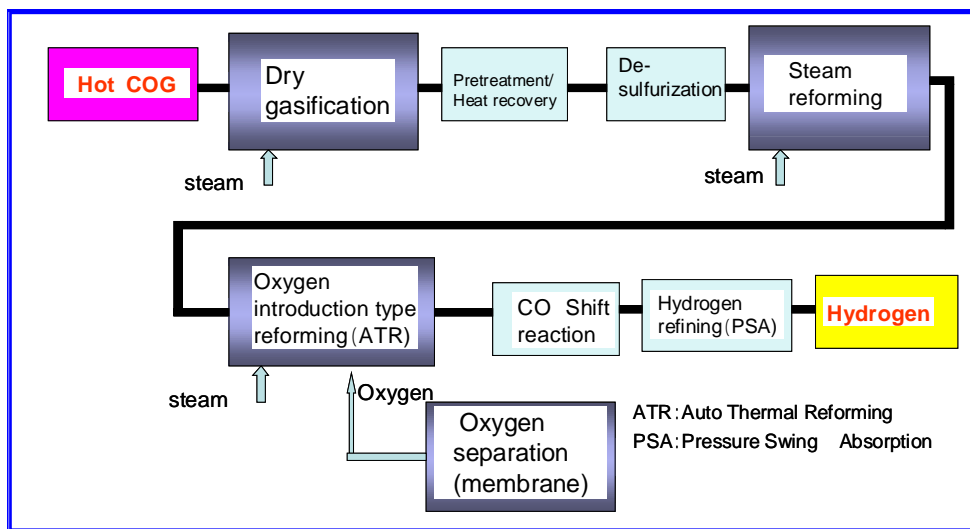


fig 1 process flow diagram in growth phase (Phase-3)

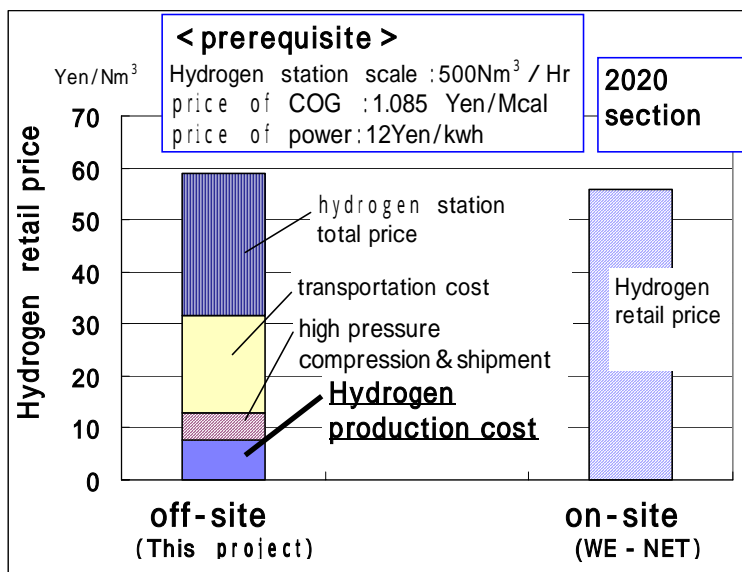


fig 2 Hydrogen retail price in FS

8. 鉄鋼(金属)中の水素は、その条件により、色々な挙動を示す。

水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET)研究開発 - 第 期 - サブタスク 6 (H5 ~ H10FY) WE-NET - 第 期 - タスク 10 (H11 ~ H14FY) で、低温材料技術の開発を、水素安全利用等基盤技術 - 水素に関する共通基盤技術開発 - 水素用材料基礎物性の研究(H15 ~ H16FY) 水素社会構築共通基盤整備事業 - 水素インフラ等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発 - 水素用材料基礎物性研究(H17 ~ H19 FY) で、高压水素用材料の研究開発を、当財団の金属系材料研究開発センター及び各企業、大学・国研で、共同で行ってきた。一方、高強度鋼の遅れ破壊現象は、水素が深く係わっている脆化現象として、良く知られており、鉄鋼(金属)の中で、その結晶構造、組織、強度レベル、応力負荷状態等によって、変幻自在の動きをしており、現在、水素の挙動を電子レベルからマクロスケールまで、動的に捉える試みもなされており、今後勤続中の水素の挙動に関する科学的技術的な現象の解明が期待される。[10]

参考文献

[1] シリーズ現代の天文学第 巻「人類の住む宇宙」(日本評論社 2007/1) 松井孝典東京大学大学院教授の多数の著作。
「目からウロコの宇宙論」(富永裕久著、PHP 研究所 2006/12) 山賀進氏の

<http://www.s-yamaga.jp/nanimono/nanimono-hyoushi.htm>
#目次(これは優れたものです。)等

[2] 「イブの7人の娘たち」ソニーマガジズ (2001/11)
[3] 学会会報 (2007 - 、No.863 p 67-) 正高信男京都大学霊長類研究所教授
[4] 「人体 失敗の進化史」(遠藤秀紀著、2006/6 光文社)
[5] 「ヒトの誕生(二つの運動革命が生んだ奇跡の生物種)」(葉山杉夫著 PHP 研究所 1999/6)
[6] なぜヒトの脳だけが大きくなったのか(人類進化最大のなぞに挑む)(濱田穰著、講談社、ブルーバックス 2007/1)、「脳の栄養失調(脳とダイエットの危険な関係)」(高田明和著、講談社、ブルーバックス 2005/12)「心の解明(認知脳科学の現状と未来)」. 学会会報 2002 - No.837 p191 澤口俊之北海道大学教授。「心の起源(生物学からの挑戦)」(木下清一郎著、中央公論社 (2002/9)
[7] <http://www.isis.ne.jp/mnn/senya/senya0762.html> 松岡正剛の千夜千冊 0762
[8] H. Nagahama and J. Tanaka : CAMP-ISIJ , Vol.18(2005) , NO.1,P272 他 8 件
[9] H. Nagahama 他 : CAMP-ISIJ , Vol.20(2007) , NO.1,P252 他 4 件 (P253 - 256)
[10] H. Fujii 他 : CAMP - ISIJ , Vol.20(2007) , NO.1 P247. 例えば、「材料中の水素の存在状態」(南雲道彦: 早稲田大学名誉教授、材料と環境, Vol.53, No.12, 548-553, 2004)