

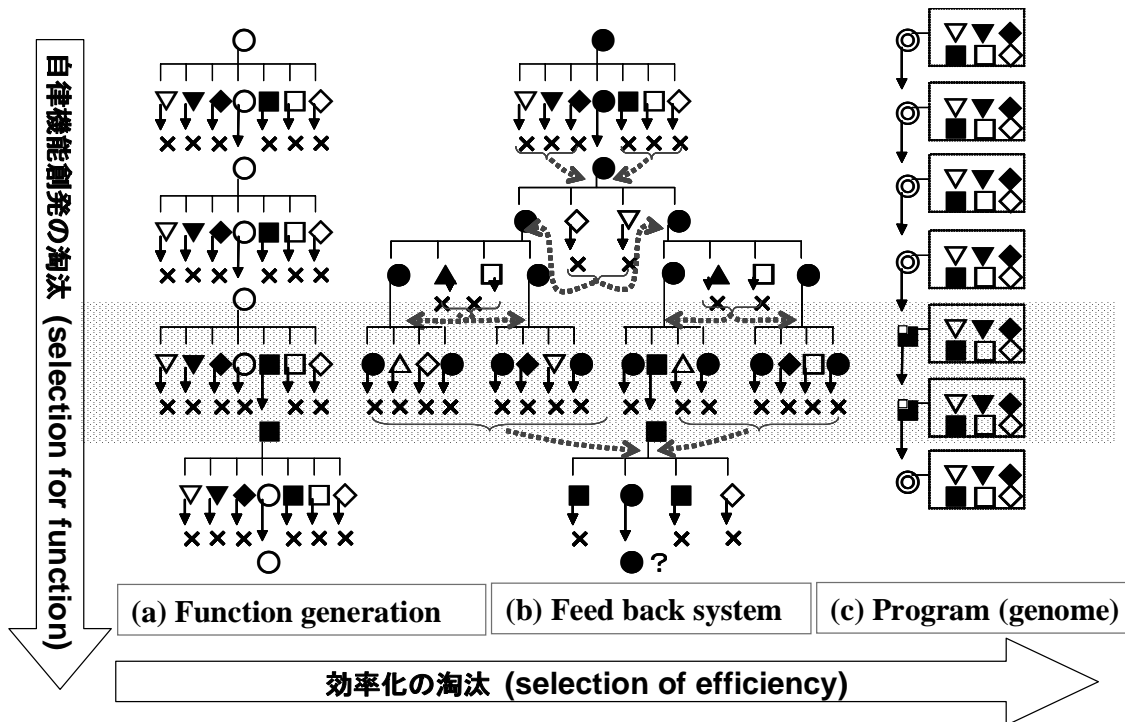
生体機能の自律性と効率化

(平成16年度 京機会総会講演要旨)

「機能」という概念は元来生物に由来している。乗り物や家電製品から手工業製品まで、われわれが接する機能のすべてが生物の模倣であると言っても過言ではない。そうして、ダーウィンの提唱した進化論の考え方を拡大解釈するのならば、生体の機能は淘汰によって生じた、と仮定することができる。しかし、ダービニズムの考え方は現在においてもなお多くの議論を呼んでいる。何を「機能」と考えるかは主観の問題であるため、機能が淘汰によって創発されたとしても、機能が生じる過程を客観的に把握することは難しい。そもそも、「機能の創発」と「機能の効率化」とは全く別の現象であり、区別して考え

なければならない。したがって、機能の創発に関わる淘汰(selection for function)と機能の効率化に関わる淘汰(selection of efficiency)とは全く別の淘汰である。前者は機能の創発や生命の根源に関わる重要な淘汰であるが、前述のようにその過程の客観的な記述は難しい。

下図は上述の、機能創発の淘汰と効率化の淘汰の概念を図示したものである。生命の特質の一つに多様性がある。多様性の中から環境に適応した現象だけが現れて、適応性を有する機能が生じる(機能創発の淘汰:a)。この過程は直感的には理解可能であるが、多様性と環境との相互作用によって機能が創発される過程を論理的に証明することはできない。また、この適応機能のみでは、いちいち数多くの多様性が発現されなければならないため、そこには多くの無駄が生じる。



多様性発現による自律機能創発「a:自律機能創発の淘汰"selection for function"」は生命現象の根本の一つであるが、客観的な証明は難しい、また、多様性発現に伴う多くの無駄が伴う。フィードバック機構によってこの無駄が効率化されると(b)、生存効率は上昇するが、大きな環境変化には弱くなってしまふ。さらに、環境に適応したいいくつかの構造を設計図として持つプログラム(ゲノム)が出現する(c)と、環境変化にも強くまた効率も高い。「機能創発の淘汰」によって自律機能が創発され、さらに、フィードバックやプログラム(ゲノム)のような記憶システムが「効率化の淘汰"selection of efficiency"」の結果として獲得される。こう考えることによって、生体機能は「自律性」と「効率化」に分類することができる。

機能創発の淘汰に生じる多くの無駄を効率化するために、別の淘汰（効率化の淘汰）が働く。たとえばフィードバック機構(b)やプログラム(c)がこの淘汰によって獲得された、と考えられる。フィードバックとは過去の履歴が現在の作用に抑制的または促進的に働いて、より効率の良い選択をするための短期記憶のシステムである。また、プログラムとは様々な変化に対してあらかじめ段取りを決めておく長期の記憶システムであり、たとえばゲノムがこれに相当する。フィードバックシステムによって、環境に適した方向への分化が促進され、無駄が解消されて生存効率は上昇するが、大きな環境変化が生じたときに対する適応性は弱くなる。しかし、効率化の淘汰によってさらにプログラム(ゲノム)が生じると、環境に適応して、より効率的に早く機能を発揮する事が可能となる。

以上のように、機能創発の淘汰と効率化の淘汰とを分けて生体機能の源を考えることによって、生体の機能を「自律性」と「効率化」とに分けて考えることが可能となる。たとえば、臨床における治療は、生体機能の自律性を利用しようとする治療法と効率化を制御しようとする治療法とに分けることができる。前者は著者が主張している「生体環境設計」による治療法であるが、何も新しい方法ではなく、むしろ昔から行われていた様々な保存的療法や自己の治癒能力を生かそうとした外科治療法がこれに当たる。それに対して、フィードバックやゲノムなどの効率化機能を制御しようとした治療法は、近年になって急速に発達しつつある治療法である。たとえば、慢性疾患の多くは図(b)中に示したようなフィードバックシステムの異常であり、様々な調節因子や成長因子はフィードバック情報の例である。近年に開発された治療薬の多くがこのフィードバックシステムを制御しようとした治療方法である。また、図(c)のように、ゲノム自体が効率化の淘汰(selection of efficiency)によって生じたプログラムと考えると、たとえば、様々な生体組織に分化する能力と自身が増殖する能力を併せ持った幹細胞を利用しようとする再生治療法。また、ゲノムに含まれる情報を変化させて生体機能を制御しようとする遺伝子治療なども、生体の効率化を利用した治療法であると考えられることができる。

再生医療や遺伝子治療では、生体の持つ効率化機能に直接に働きかけて、強力にその状態を変化させ

ることが可能である。しかし、効率化よりも自律性こそがより本質的な生体機能であることをつねに考慮しなければならない。たとえば、ある治療法が効率化機能(フィードバックシステムやゲノム)に直接に働きかけて見かけ上の正常を得たとしても、生体中に次々に現れる多様性によって、状態が錯乱されるような場合も起こり得る。急性病変によるバランスの崩れを直すのに、正常値は重要な目安となり、またとりあえずの治療目標となろう。けれども、慢性疾患の示す病態は、環境と生体との相互作用によって自律的に獲得された一つの安定的な状況でもある。生体の効率化機能のみの制御は、この安定的な状況に錯乱を引き起こす可能性がある。

著者は、医学の設計対象は生体機能ではなく生体周囲の環境であること、つまり、治療において生体機能は「作られる」のではなく「育てられる」のではなくてはならないことを主張している^{1,2)}。生体の自律性を利用して機能を「育てる」治療法が基礎にあって、その上にフィードバックやゲノムなどの効率化の制御がなければならぬ。この「生体環境設計」の考え方の関節治療への応用例として、講演では Total Joint Regeneration System³⁾ の開発過程を紹介した。

参 考 文 献

- 1) 富田直秀, 生体内環境設計(方法論としてのオートポイエティック・マシン), 骨・関節・靭帯, 17(3) (2004), 269-274
- 2) 富田直秀, 植木職人に転職して-材料設計から環境設計へ-, バイオマテリアル, 20(5), 357-358 (2002)
- 3) N. Tomita, H. Aoki, Y. Morita, S. Wakitani, Y. Tamada, K. Ikeuchi, K. Hattori and T. Suguro, Reconstruction of Knee Joint Using Total Knee Regeneration System, Tissue Engineering for Therapeutic Use, 6(2002), 41-49

(S54年卒 富田直秀 京都大学国際融合創造センタ
創造部門 ntomita@mech.kyoto-u.ac.jp)

世界における燃料電池自動車開発の展望と課題

(平成16年度 京機総会講演要旨)

21世紀には水素エネルギー社会が到来するといわれている。従来の大規模集中発電方式から、分散・小型発電システムの実用化が進みつつあるが、まず、燃料電池全般の位置付けを概説した。

なかでも、固体高分子膜の実現により、作動温度が80℃を下回ることにより、適用範囲が急速に拡大し、燃料電池自動車の開発も加速された。エネルギー転換効率をきわめて高く、ガソリンをオンボード改質する場合の発電効率は48%、高圧水素ガスを搭載する場合は60%が達成される。

燃料電池自動車への世界各国の取組の中で、開発促進の起爆剤の役割を果たしたのは、米国カリフォルニアパートナーシッププログラムである。2001年11月州都サクラメントに350気圧の水素ガス充填所を開設し、世界の燃料電池自動車が競合して走行試験を実施する場を提供した。日本からはトヨタ、日産、ホンダが参画している。

それまでは、燃料電池自動車は、最終の水素ガスを改質する方式と自動車に搭載する方式の組み合わせで、種々なシステムが平行して開発され、技術面、経済性などで優劣が比較されていた。例えば、水素吸蔵合金が一時有望視されていたが、克服すべき技術課題が余りにも多くて、実用化段階で各社と

も撤退を余儀なくされた。

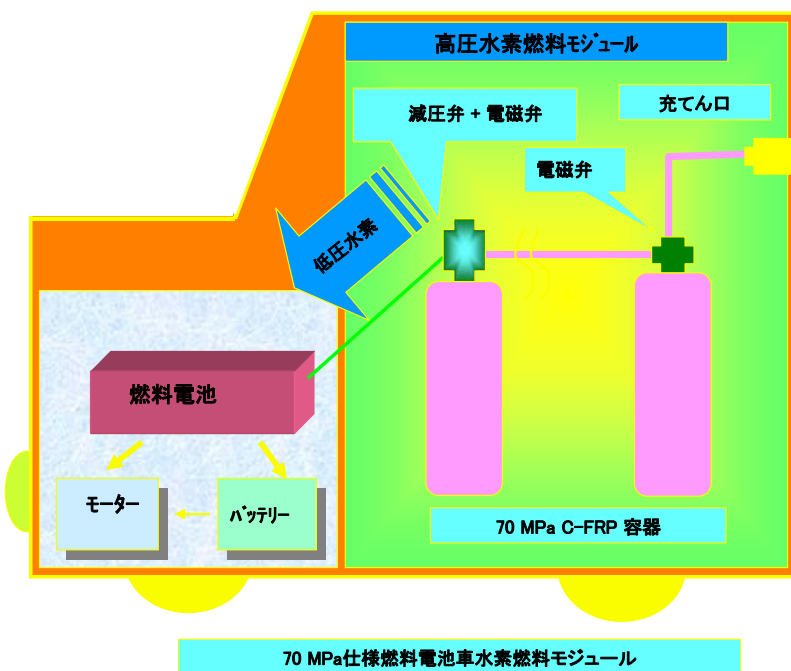
その中で、いわば消去法で自動車各社の開発の足並みが一致したのが、直接水素方式であり、高圧水素ガスを容器に充填・搭載するシステムである。

この燃料電池自動車のコンセプトは、今までのエンジンを基調とする設計概念を根底から否定するものである。従って、自動車各社にとっては、まさしくブラックボックスであり、唯一の技術的な基盤は、日本でもようやく普及が始まった、天然ガス自動車であった。

講演者の所属するJFEコンテナは天然ガス自動車のガス搭載システムで国内トップの品質と納入実績を有する立場にあったので、日本国内でも2000年頃から350気圧水素ガス方式の開発が加速されるなかで、主導的な役割を担ってきた。

水素ガス充填圧が350気圧の場合は、走行距離が公称300kmであるが、これはクーラ等の補助電力消費を考慮すれば極めて不十分である。日本自動車2社から現状の搭載水素重量2~3kgから5kgを目標にしたいと、依頼がなされた。すなわち、水素ガス充填所のインフラが整備されていない段階では、目標走行距離500kmの確保の設計が不可欠であるとの見解が示された。

燃料電池 + ハイブリッド システム



そこで、2001年2月に私が作成したプロジェクトの原案をPower techに持ち込んだ。Poer techはカナダBC州のBCHydroから独立した研究機関で、自動車用高圧ガス技術の評価機関として世界で最も権威があるところで、担当Directorの全面的な賛同が得られた。同年6月には日本2社の了解を得ることが出来、開発プロジェクトとして仮契約に到った。

ただし、同年9月には、このプロジェクトは日本自動車2社で進めるべきものではなくて、Global Standard化:世界標準化を目的とした国際プロジェクトにしたいとの提案がなされ、以降2002年6月まで、世界の有力自動車各社への参画呼びかけ、プロジェクト原案の調整に忙殺された。

最終のProject Agreementでは、懸念される独占禁止法を配慮して、「開発・規格制定を除外。開発品を購入。評価に限定。各委員会を通して規格化に反映させる。」ことで決着。

交渉過程で、GM、ホンダが不参加となり、最終的にはトヨタ、日産、ダイムラー、フォード、PSA、現代の6社加盟で2002年6月にプロジェクトがスタートし、2004年7月の2年間で初期の目的を達成して無事終了した。

私は、プロジェクトの創案者であったので、2年間計8回の運営委員会の議長を担当し、PowertechとJFEコンテナの2社が協同でManagement Groupを担当した。

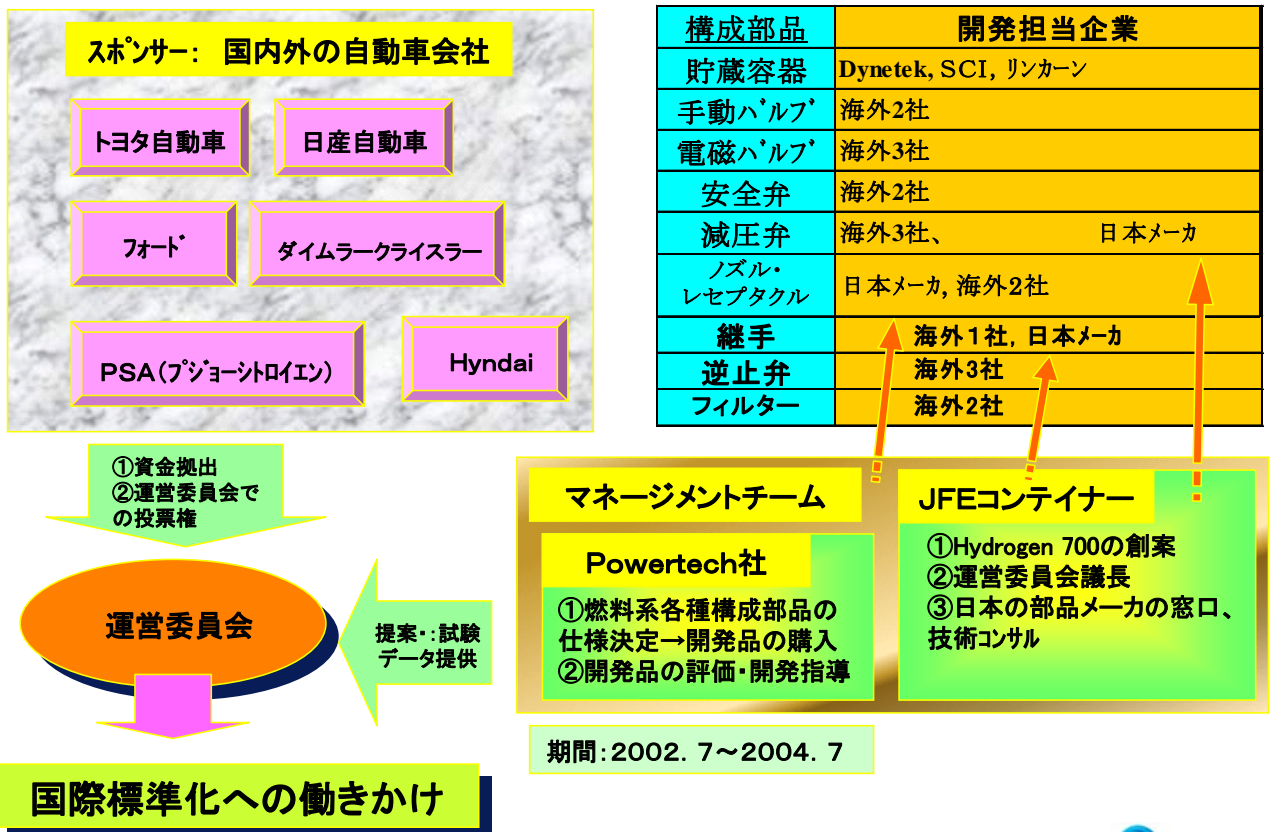
最初にもまず、世界中から最も優れたガスシステム技術力を保有する会社を精査し、起用したが、最も大きな技術上の課題は、700気圧に達する高圧水素ガスに対する容器、バルブ、継ぎ手、配管などシステム全体の機密性と長期にわたっての耐久・信頼性の確保であった。

そのなかで、特筆すべきものは、従来の200気圧の天然ガス自動車及び現行の350気圧の燃料電池自動車の場合の方式では、容器元弁に付属していたソレノイド、レギュレータの機能を全て、In-Tank方式とすることにより、自動車衝突時の安全性をより確実なものとしたことである。

これらの成果は、参加自動車各社のメンバーが、各国の規格制定委員会の有力メンバーでもあるため、規格制定に反映されることとなっている。

(S39年卒 平 忠明 JFE コンテナ (株) 顧問
t.taira-17310@m2.pbc.ne.jp)

‘Hydrogen 700’ プロジェクトの目的と構成



思い出訪ねて

昭和19年卒の胡朝生さん(86歳)ご夫妻が京機会を11月9日に訪問されました。京大陸上部のOBで、故佐藤俊教授と親交があった方です。大学卒業後、満州で働かれ、終戦後の苦勞、アメリカに渡ってからの苦勞をされました。紆余曲折を経て京セラに勤められ、現在、サンディエゴに居られます。京大とは長らく音信不通だったのが、京機会ニュースが来るようになって、懐かしく思い、平成11年に京大を訪ねられ、今回は、再度の訪問と言うことです。京機会事務所で藤本孝教授、牧野俊郎教授、久保愛三教授と懇談され、京大の最新情報を楽しく聞いて行かれました。



第18回 京機会関西支部 産学懇話会

中国経済、機械工業の動向と日本経済

現在の日本の景気回復、日本経済の将来に対して中国がどうなるかは極めて大きな影響を持っています。また中国自身、経済発展の一方、そのバブル性、資源、エネルギー、環境等、問題が顕在化してきています。市場、生産拠点としての大きさ、その人口の多さが持つ優秀頭脳、等、日本・世界にとって中国抜きで将来は考えられません。今回は、中国人から見た中国の動向の話題に、中国と関連を持つ日本企業の実体験を通じて、将来をいかに見て行くかをテーマに、本音の懇談会にしようと思います。

例によって、ビールでも飲みながら、以下の講演を肴に情報交換をいたしましょう。

日時：平成16年12月4日(土)13:00 -

場所：京大、新機械棟 216室で

ご参加いただける方は、参加の旨、京機会事務局までご連絡をお願いいたします。研究会のみご参加いただける場合、返信の必要はございません。当日、会場へお越しいただければ結構です。参加費は 一般 1500円、学生 1000円 です。

プログラム:

1. 中国からの見方・注文

1-1: 方素平 13:30-14:10 (含む質疑応答)
(西安交通大学教授, オリンパス研究開発部, 平成5年京大工博)

1-2: 方蘇春 14:10-14:50 (含む質疑応答)
(聖泉大学国際交流センター長・教授、ハルビン工業大学・吉林大学客員教授, 1992年京大工博)

休憩 14:50-15:20

2. 日本企業の体験 15:20-16:30 (含む質疑応答)

2-1: 佐々木美樹
(アジア投資開発銀行, 取締役, 昭和48年卒)

2-2: 岩崎 隆二
(和晃技研, 社長, 昭和45年卒)

他、数名

3. 総合討論 16:30-17:30

4. 懇親会

京機会事務局 E-Mail: keikikai@mech.kyoto-u.ac.jp

京機短信 寄稿要領

寄稿は京機会の e-mail: keikikai@mech.kyoto-u.ac.jp 宛とします。

送信の Subject 名は、「京機短信 yymmdd 著者名」の書式によるものとし、これ以外は受け付けません。ここに、yy は、西暦の下二桁、mdd は月日で、必ず半角でなくてはなりません。例えば 2004 年 8 月 8 日に京機花子から送る寄稿メールは「京機短信 040808 京機花子」なる題目のメールとして京機回事務に送られねばなりません。匿名、ペンネームの記事は不可とします。

作成される「京機短信」記事は原則として、1/2、1 ページ程度、最大 2 ページの大きさでお願い致します。

一般記事の寄稿は、1 記事 1 メールで、

本文は必ず *.txt の添付ファイルとし、内容は：

* 題目

* 著者名（所属、卒業大学、年度、email adress）

* 本文

の順に書いてください。

図 (jpg, bmp, tif, ppt), 表 (xls, ppt, mbp, doc) も添付ファイルとして、メールに付けてください。

当面、ムービーの添付はご遠慮下さい。

また、トータル 1MB を超える大きさのものは、原則として受け付けません。

新しく発表した論文の抄録や開発した技術の概要を寄稿するときには、

それぞれ、テンプレート

<Template 京機論文抄録 .doc>

<Template 京機新技術紹介 .doc>

に依って原稿を作成の上、メールに添付して寄稿下さい。

テンプレートは事務局までご請求下さい。

なお、テンプレート<Template 京機論文抄録 .doc>、<Template 京機新技術紹介 .doc> に依って作成された寄稿ファイルに手を加えることは原則としてありません。

なお、個人からの寄稿についての掲載は無料ですが、記事に対する謝礼もありません。

内容的問題、すなわち、内容的に公示価値のないもの、真実と異なる内容のものや、攻撃・誹謗・中傷的文章、広告的なものなどは、掲載しません。

商品広告・イメージ広告に属するものは、別途掲載料を取って、広告として取り扱う予定です。

内容的に OK の寄稿については、記事を「京機短信」の所定ページに収めるための編修的修正をエディターが勝手に行います。ページに収めるための大きさの修正が難しい原稿は自動的に掲載が遅れ、あるいは、掲載不能となります。

発行までの時間的制約、ボランティアとしての編集実務負荷の限界のため、原則として、発行前の著者へのゲラプルーフは行いません。

内容的に OK のものは順次掲載して行きますが、各記事には可能な限り著者と連絡先を付けます。記事に対するやりとりは直接著者とやってもらうためです。議論は WEB フォーラム上でやってもらう方向も考えています。

運営上の問題点は京機幹事会で審議の対象とされます。それにより、editor in chief の交代も行われます。

何卒宜しく、投稿にご協力の程、お願い申し上げます。