

## ■ 論 説 ■

## スーパーエネルギーテクノロジー

## Super-Energy Technology

田 中 郁 三\*

Ikuzo Tanaka



## 1. はじめに

二十世紀が間もなく終り、二十一世紀の新しい時代の幕開けが始まろうとしているときに、私は次のような話しを思い出す。

マックス・プランクが高等学校を出たばかりの17歳の少年であった頃(1875年頃)である。ピアノをよく弾いたプランクは芸術家になりたいという希望もあって、科学なかんづく物理学を自分の専門として立つのはどうかと迷い、専門家に相談した。その時期はマックスウェルが「電気と磁気について」を完成し出版した年が1873年であり、力学と電磁気学の大系がまとめて将来は物理学には周辺の小さい問題しか残っていないと思われていた。このことを専門家から将来物理学の発展はとうてい見込みはないといわれたプランクは悩んだわけである。

しかし、プランクはその後物理学の道を歩み、1900年には量子論の始まりといわれる画期的な輻射の法則を発表した。二十世紀はこれより花が咲くことになった。

二十一世紀の入口で二十世紀では考えられなかった科学技術の飛躍は多くの分野で起るであろう。また分野間で互に発展をうながしあつて進むであろう。多くの分野のなかで、特にエネルギーテクノロジーに関係して未来の中心になっていくと思われるものをいくつか集めたものが、この特集である。

## 2. 宇宙へ向かって

未来の輸送として宇宙へ飛びたつロケットに人類の夢はひろがっていく。もう40年も前から光圧を利用して光速に近いスピードで宇宙を飛ぶロケットの話は聞かされていた。それには99.99……%の反射率をもつ反射鏡を用いる必要があった。子供心にも随分夢を

かきたてられたものである。しかし、これがSFの世界或いは非現実のところまでとどまっていたはならないのである。現在の科学技術できちんと評価を行い、どこにブレークスルーが必要であるかを正しく判断しなければならない。荒川教授の解説が、亜光速ロケットの可能性に対して正しい展望と解答を与えるであろう。

原子力推進とアーク放電をはじめとする電気推進については現在でも相当の研究開発が行われている。物質と反物質の対消滅によって発生するエネルギーについてはまだ考察の段階であり、このような夢の多い技術はずっと先のことになるであろう。

地球上の輸送手段において、エンジンの燃焼は酸素による燃料の酸化反応を利用するわけであるが、火星などはCO<sub>2</sub>が大気の主要成分である。そのためCO<sub>2</sub>の還元反応を用いる必要がある。具体的には湯浅教授のCO<sub>2</sub>燃焼について提案は、金属を還元剤とするCO<sub>2</sub>の還元反応を用いることにある。そして火星大気用ジェットエンジンを実現するための条件を求め、二十一世紀には現実にはこのような航空機が火星で活躍できることを期待している。

## 3. 高温超伝導と常温核融合

余りに有名になりすぎたとはいえスーパーエネルギーテクノロジーとして高温超伝導と常温核融合の二つははずすことはできない。

高温超伝導は1986年4月にベドノルツとミュラーの名でZ. Phys. に発表された。翌年ノーベル賞を受けることになったが、1986年10月に開かれた応用超伝導国際会議の頃から国際的にこれ程直ちに拡がってフィーバーになったのは珍しい。これも基礎的な立場から超伝導の原理を解明する上からも、また応用に向けて革新的な役割をすることが予想されたからである。この研究に関して我が国の研究者がはたしたインパクトの大きさも特筆しなければならない。

丁度1960年から61年の頃を思い出す。メーマンガル

\* 学位授与機構長、東京工業大学名誉教授

〒227 横浜市緑区長津田4259

ビーレーザーの発振に、ジャヴェン等がヘリウム・ネオンレーザーの発振に成功した時期である。その後間もなく国際会議などで来日するアメリカの科学者からレーザーとその周辺の研究に3億ドル以上の研究費がでていると聞いて驚きと焦燥感を味わった思いがある。高温超伝導を与える材料の発見もレーザーに匹敵する画期的なものである。将来の産業を大きく変えていく力があるが、それには今後いくつものブレイクスルーを経ていく必要があろう。河合教授が高温超伝体の将来について解説されている。

常温核融合がおこるといふ発表は、高温超伝導のおこる材料の発見でわき上っていた全世界のフィーバーがまださめやらぬ1989年3月下旬になされた。それが4年たった現在でも、肯定と否定の両論の立場のはっきりした決着がついていないことからしても、まだ不明の点が多い。ただ最近実験手法も改善され、再現性もかなりよくなり、数多くの信頼度の高い実験結果が報告されるようになった。高橋教授はこの結果を整理して、さらにそれらの実験結果を説明できる推論をたてた。すなわち重水素同志D-Dなど既知の核融合反応より、D-D-Dとがp(プロトン)-D-Dのような多体同時核融合反応によっておこるとすると実験結果の多くを説明できるとした。

常温核融合は今後の研究結果によって、その本質が明らかになっていくであろう。たとえ将来熱核融合にとってかわることがないとしたとしても、研究するに十分高い価値と意外性の興味はきわめて大きい。

#### 4. 変換素子

エネルギー問題で大切なものとして変換素子がある。光-光、光-電気、光-熱、熱-電気等の変換素子がある。その例である。

光-光の変換は種々の型がある。長波長から短波長の光への変換、又その逆に短波長から長波長の光への変換がある。後者はケイ光、リン光を発する材料を用いればよいので容易である。前者はレーザー光のときは、多光子吸収を用いて行うことが可能である。しかし太陽光のような場合は簡単ではなくて種々の工夫を必要とする。

光-電気については、光から電気へは太陽光からの電気変換が特に期待されている。アモルファスシリコンをはじめとする太陽電池がその代表である。二十一世紀には変換効率、コスト等からみてクリーンエネルギーによる電力発生として実用化されるであろう。電

気から光へは発光ダイオードや半導体レーザーのような半導体の発光素子がある。その主な例である。

現在注目され今後の発展が期待されているのは熱-電気変換であろう。光や電気をその目的に従って使用したり、又化学反応によって必要な物質を合成するときには、その際不用なものとして捨てられるものは、発生した熱である。この熱をさらにある割合電気に変換することができれば、エネルギーの節約の面からいって、その影響は甚しいものがある。

熱電変換素子は固体の両端の温度差による熱起電力を利用する方式のものが普通である。この熱起電力はゼーベック効果によっていることはよく知られている。そして熱電変換の効率を高くするための材料は、高い電気伝導度と低い熱伝導率をもち、熱起電力を与えるゼーベック係数が大きいものが要求されるわけである。これをふまえて材料の面からどのようにしてこれらの要求に応ずることができるか、また現在どう展開しているかをくわしく河本教授が議論をされている。

熱電変換の高い効率を得る新しい方法として、越後教授が多孔構造をした熱電素子で、流れ方向に急峻な温度勾配をつくる新加熱・冷却法を考案した。これは冷接点側のペルチェ発熱と普通非可逆過程で損失する熱伝導とジュール発熱を高温側へ回収することが可能となる。この方法が実現すれば熱電変換による発電の効率はきわめて高くなるので、非常に注目されている。

#### 5. 生物に学ぶ

スーパーエネルギーテクノロジーとしても一つ大きい分野がある。それはバイオに関係する分野である。太陽エネルギーを利用するのに、既に述べたように太陽電池によって光から電気へ変換する方法は実用化に向って前進を続けている。一方自然には広大な光合成の営みがある。自然の光合成によるバイオマスの生産が、クリーンエネルギーとして人類にとってエネルギー問題の将来の解決にむかって重要な役割を果たしていくであろう。三井教授がバイオマスとクリーンエネルギー生産技術についての展望と解説をされている。

生物に学んで生物を超すとよくいわれる。しかしこれはそんなに簡単なものではない。生物に学ばば学ば程、その精緻なシステムと巧妙なメカニズムには驚きを禁じ得ないのである。しかし生物のもっている巧妙な仕組のなかから人類が学び、人工的に優れた作用をするものをつくっていく努力も絶えず行われている。よくいわれるように生物は地球の誕生後、海から生ま

れてきた。そこでつかわれる元素の数は約20種類である。それに対して地球上は約100種類の元素がある。それだけ我々の自由度は大きいのである。光合成にしても人類はこの大きい自由度を用いて、人工光合成で新しい道を見付けるべき努力をし続けていくであろう。

植物にもまして動物の世界にも多くのことを学んでいかなければならない。エネルギーの利用の面からみて、筋肉運動の巧妙さには驚くべきものがある。丸山教授が筋肉運動とエネルギーと題して、この巧妙な仕

組みを解説されている。筋収縮においてATPの化学-機械エネルギー変換60%以上というあまりにも高能率にただただ頭を下げる思いである。

スーパーエネルギーテクノロジーの全体の姿は余りに大きく、その一部にしか立ち入らなかったことをおわびすると共に、この将来のキーテクノロジーで我が国の科学技術者の活躍が目立っていることを誇りに感じている。

