

# 科学技術史が示唆する未来は 縮小社会 —電力技術の観点—

福井大学大学院工学研究科  
電気・電子工学専攻  
松木純也  
第7回縮小社会研究会  
2010年9月23日

# 目次

1. はじめに
2. 電力を駆動力とする物質エネルギー文明
3. 自然観の問題—技術と自然—
4. 技術開発の動機—運命への反抗—
5. 技術の倫理
6. おわりに

# 1. はじめに

人間は科学技術の力で自然を人間中心に利用し尽くそうと奮闘してきた（Nature exists for the convenience of man.という自然観）。その結果かつてない物質的豊かさと引き換えに未曾有の危機に直面している。「縮小社会」になるしかない。

現代技術文明の駆動力である電力技術の観点から科学技術史を振り返り、**人間の分際**を考えた自然観に転換すべきことを述べる。

## 2. 電力を駆動力とする 物質エネルギー文明

# 科学技術発展史(電力技術中心に)

年代	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	2050
科学技術史から見た世紀の特徴	科学革命の世紀		蒸気機関の世紀		電磁気学の世紀		電気の世紀		情報革命の世紀 エネルギー革命の世紀	
科学技術発展史(電力技術中心にキーワードを示す)	ガリレオ(1564-1642) デカルト(1596-1650)  00 ギルバート「磁気論」	ホイヘンス(1629-1695) ニュートン(1642-1727)	12 ニューコメン シリンダ式蒸気機関  49 フランクリン「雷は電気現象」	74 ワット改良型蒸気機関	00 ボルタ電池発明 20 エルステッド電磁石発見 31 ファラデー電磁誘導の法則発見 多くの人が発電機、モーターの発明以後実用化まで約50年	82 エジソン電灯会社設立 直流送電 85 スタンレー交流変圧器発明 91 ドイツ・フランクフルト博覧会で三相交流送電実験成功	交流電力システムによる電力産業発展	51 電力再編(日本)急速な工業化 右肩上がりの経済成長 人口増 都市化 生活水準の向上 エネルギー需要の増加 電力システムは拡大の一途		
備考	<近代科学の誕生>			<産業革命>	<工学の誕生>		2度の世界大戦	<欲望の爆発>	→	縮小社会

# 物質エネルギー文明 ＝熱に浮かされた文明

- 電力を動力とし、エネルギー大量消費によって成り立つ文明だった。
- 17世紀科学革命によって近代科学が誕生。以後、科学に基づく技術が巨大化へ。
- 19世紀の電磁気学と熱力学が、電気文明の基礎を構築。
- 20世紀 アメリカの大量搾取・大量生産・大量消費・大量廃棄のシステム確立、第2次大戦後**1950年代から**世界中に急速に拡大。エネルギー資源大量搾取、エネルギー大量消費で人間の欲望爆発へ。

# 電力＝物質エネルギー文明の 原動力、駆動力

- 1800年 ボルタ 電池の発明
- 1820年 エルステッド 電流の磁気作用発見
- 1831年 ファラデー 電磁誘導の法則の発見  
＜発電機、モーターの発明、改良、実用化まで  
約50年＞
- 1882年 エジソン 発電所（直流）
- 1885年 スタンレー交流変圧器実用化に成功
- 1891年 ドイツ・フランクフルト電気博覧会で三  
相交流送電に成功。交流系統全盛へ 電力産  
業が急速に発展

# 発電機(ダイナモ)

- 入力: エネルギー資源
- 出力: 電気エネルギー
- 廃棄物: 二酸化炭素、放射性廃棄物

電力系統 = 発電機、送電線、変圧器などから構成されている。

< 電力系統 = 土と植物、地下に埋蔵された資源を掘り出してエネルギー源とし、日々、電気エネルギーを作り出すとともに、自然破壊物質を発生し続ける巨大装置 >

< 電気エネルギー: 最後は熱となって消える >



「ヘンリ・アダムズは1900年に聖処女の時代は  
終わり、ダイナモの支配が始まったと宣言した」

「明らかに米国はなにか新しい力の前に屈したのであ  
る。・・ダイナモである」(リン・ホワイト「機械と神」  
p.60-61)

自然観：自然への畏敬の念  
超越的な存在＝神への畏敬の念

近代以降、廃れて、



神の無視。超越的なものへの畏敬の念の喪失。  
自然観：人間の快適生活実現のために、自然を利用  
し尽くしても良いと考える自然観へ変節。日本人も。

# ファラデーとアインシュタイン

- アインシュタイン(1879-1955) 初期の電気屋の世界で生育 父 電気商会起こし、その後、発電所経営

おじ 電気技師

「原子力エネルギーの解放へと導かれることになるその理論を、ファラデーの「場の概念」に負っていると敬愛し、書斎にファラデーの肖像画を飾っていたという」(島尾永康「ファラデー」)

- 「原子力による人類の破滅を予言したダイナモ」(リン・ホワイト「機械と神」p.63)
- $E=mc^2$ : 物質はエネルギーとなり、存在を根底から失って無に帰する

＜原子力エネルギーを平和的に利用するためには、ダイナモを用いて電気エネルギーに変えるしかない＞(1950年代以降)

# 1950年を境に欲望爆発 日本だけでなく世界全体で (安田喜憲「生命文明の世紀へ」第三文明社レグルス文庫261,2008)

こうした人間の欲望の爆発が地球環境に大きな影響を与えている。洪水の数は一八五〇年代の三倍以上に増加し、海の魚は八〇パーセント近くも消滅し、逆に海岸のえびの養殖場は二七倍以上に増加し、海岸への窒素の供給は一九〇〇年代の九倍以上に達し、熱帯雨林などの森林が急減する半面、家畜と牧場の数は増加し、生物多様性が一九〇〇年代に比べて二・五倍強も失われた。

この模式図から明らかのように一九五〇年代以前と以後では人間の活動様式に大きな変化があったということがわかる。第二次世界大戦が終わりアメリカ型の大量消費・大量生産の文明が世界を支配し始めた一九五〇年代が現代文明の一つの大きな転換点であったのである。

まや三万店を超えようとしている。車の台数は七億台に達し、電話は八億台に達し、海外旅行に出かける人は一九五〇年以前はほとんどまれだったが、いまや毎年七億人以上に達している。

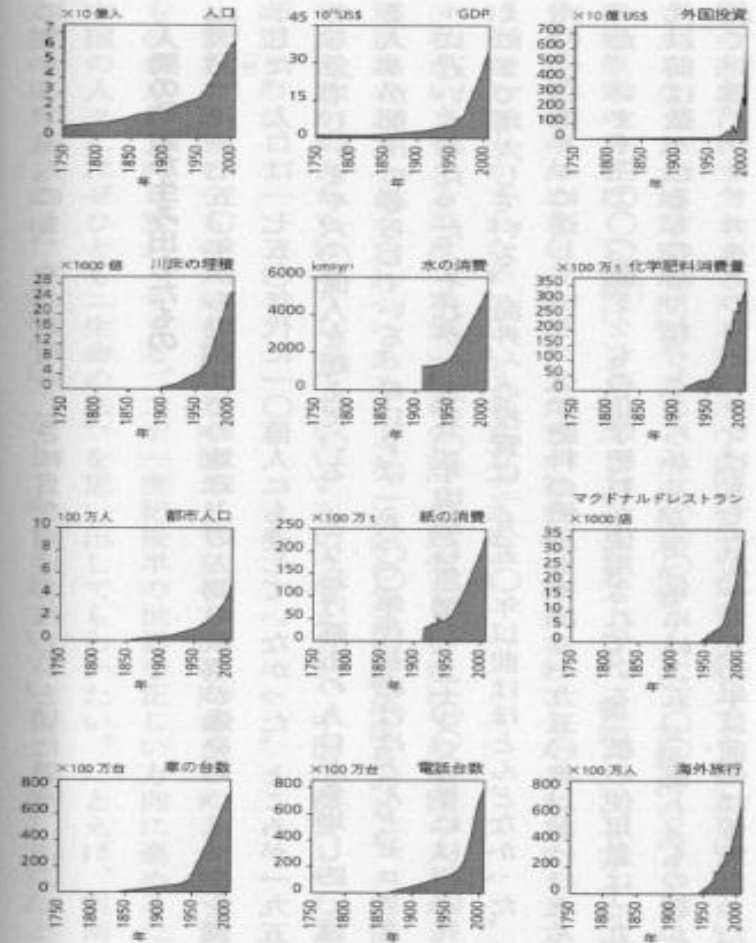


図 23 人間の欲望の爆発模式図  
1950年を境にあらゆるものが急増する (Steffen, 2004) (34)

# 日本の電力系統：1950年代以降 急速に拡大発展

[産業分野]

急速な工業化の進展・右肩上がりの経済成長

[民生分野]

人口増・都市化・生活水準の向上

エネルギー需要の増加・エネルギー電力依存度上昇

電力系統は拡大の一途

これらを支えていたのは、大型化・大容量化技術

# 日本の電力システムの現在

- 大規模集中型電源(原子力・火力・水力、大容量三相同期発電機)を連系した日本の電力システムの**基幹系統は完成**
- 電力需要は高成長期から安定成長期へ
- 電力自由化の進展
- **分散型電源(太陽光発電他)の普及・拡大**
- 電力品質ニーズの多様化
- 地球環境重視
- スマートグリッド: IT技術、パワーエレ技術の進展と系統への導入による効率的運用
- 現在、自動車も内燃機関から電気駆動になりつつある **<エネルギーの電力化の流れ加速>**

### 3. 自然観の問題 —技術と自然—

# 技術とは

- 人間が自らの住まいを住みやすくする為に、自然界の素材を用いて、人間の物理的限界を突破しようとする試み。人間の手・足・目・耳・鼻・口・頭のもつ機能を、身体の外に、種々の機能物質として実現。臓器さえ身体の外に出して他人の所有物に出来るようになった。
- 17世紀の近代科学の誕生以降、科学に基づく技術が巨大化し、「自然と人間に対する脅威の側面」を露わにしてきた。

電気学会倫理綱領第1条「人類と社会の安全、健康、福祉をすべてに優先するとともに、持続可能な社会の構築に貢献する」

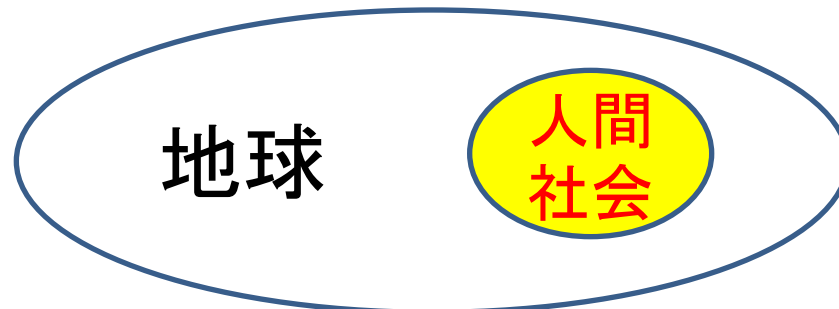
＜技術系学協会共通の目標＞

# 住まい方: Economy and Ecology

エコロジーとエコノミーはともにギリシャ語の oikos 家、住まい、生きる場所という共通の語源を持っているが、とくに人間が地球に住まう仕方に関する概念であり、両者は密接なつながりがある。

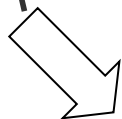
しかし同じく「家」といっても、エコロジーの対象は地球という環境全体、エコノミーの対象は地球の中でその一部である人間生活や活動をさしている。ここから、エコノミーが地球環境に対して閉鎖的であることが伺える。

Ecology: 1873 ドイツ動物学者ヘッケルの造語。「生物と環境の関係を考える学問」。Economy: 初出は15世紀。「家の経営・管理」。





太陽エネルギー

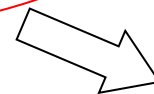


食物 資源 エネルギー



人間 及び  
産業システム

Economy



廃棄物・廃熱

地球

自然環境(それ自身は循環系)

Ecology

大気と水の循環、物質循環



廃熱

# 物質エネルギー文明

- 地球環境が長年にわたる太陽エネルギーの蓄積の恵みで地下に埋蔵した化石燃料を掘り出して使い、人間生活の利便性を高めるために、物質とエネルギーを大量に生産し、消費する文明。
- Nature exists for the convenience of man.という自然観に立ち、結局自らに向けられた刃となった。
- 物理学と化学が支える。
- 第1次世界大戦と第2次世界大戦で大量破壊兵器として現実化。戦後、1950年代から爆発。

# エネルギーは熱となり、無価値になっていく

＜一方通行＞

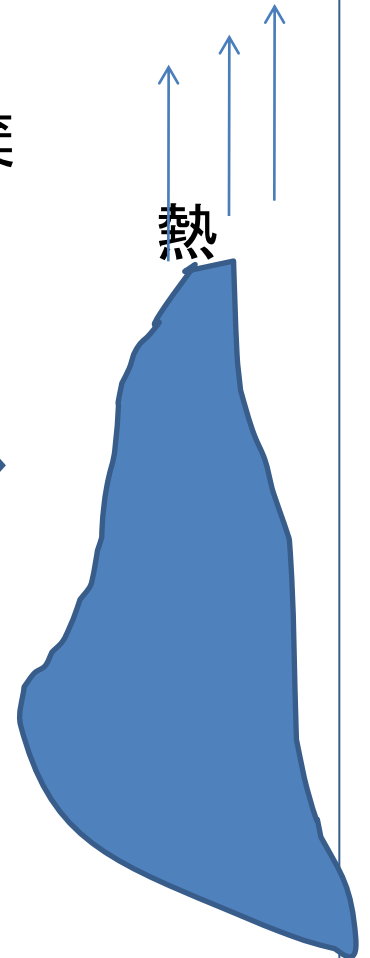
太陽エネルギーと地球内部の熱エネルギーによる物質循環により長年にわたり地球内部に蓄積されたエネルギー資源（化石燃料など）や鉄鉱石・・・

掘り出して



物質  
エネルギー  
文明

廃棄




# 環境破壊を解決するには

エネルギー消費を減らすしかない

そうしないと、自分で自分の首を絞める  
結果となる

- ①生態系の劣化
- ②人間の生存条件の劣化
- ③企業の生産条件の劣化



地球は  
一つ  
しかない

(参考:小澤徳太郎2006「スウェーデンに学ぶ「持続可能な社会」」朝日新聞社)

＜近代科学の方法論＞

## デカルト「機械論的自然観」

「機械論的自然像とは自然を機械と見る考えをいう。説明することが困難な生命的、有機的なことがらを可能な限り排除しようとするのである。・・・自然は生きているに違いないが、とりあえず機械と見て、それにアプローチしようとするのが、テクノロジー科学の方法論的合意なのである。・・・換言すれば、技術的に操作するのが可能になるのである」

(佐々木力「科学論入門」1996,p.67-68)

# 現代科学技術の自然観

《自然の征服》・・・自然は、人間の生活に役立つために存在する(Nature exists for the convenience of man.)、などと思いががっていたのだ。・・・おそろしい武器を考え出してはその鋒先を昆虫に向けていたが、それは、ほかならぬ私たち人間の住む地球そのものに向けられていたのだ。

(カーソン1962「沈黙の春」)

# 哲学の立場から見ると(有福孝岳)

・「生き物が生きるということは、すでに**自然からの反逆を含んだ自然との共生**を意味している」

・「技術の影響力が人間の意思を凌駕するという事態は、結局が、技術の行使される対象にして場所としての自然環境の動き(変動)が**人間の思惑を超えている**からに他ならない」

・「人間が**住まう**ためには家を建てる必要がある…。家を建てることの意味は、…**環境とマッチ**するように**住まう**に至って完成する」

## 4. 技術開発の動機 —運命への反抗—



# 技術開発の動機

- 軍事と博愛
- 科学革命以後、科学者の好奇心、技術への応用
- 競争環境において、負けるかもしれないという恐怖心。

社会の  
ニーズ?

「技術的に可能なものはすべて実現させる」

「経済合理性の追求」

<歯止めなく。アクセルのみでブレーキがない。>

# 科学技術は人間に定められた運命への反抗 ＜バベルの塔＞

- 人間は優秀だが愚かでもあり弱くもある。
- (神から)人間に与えられた運命、人間に与えられている限界への挑戦、限界の突破が動機。究極的な目標は「不死」。(神による)限界づけへの抵抗、反抗。**科学技術史は、人間の弱さ克服と際限なき欲望充足を現実化していった歴史である。**人間の分際を越えて自らが神のようになろうとする企て。
- 近代科学が、＜バベルの塔＞を歴史上可能にした。人間の神への反抗が技術的成果として形を取った。

# 明瞭な色(意思)を持った発展

- **拡大志向** < ①軍事技術の巨大化 ②過度の快適技術の追求 >
- 科学技術は今や欲望を駆り立てるとともに**欲望増幅装置**と化している。
- 無色(無謬)ではなく、責任を自覚すべき発展。  
< 人にやさしくをキーワードとし、与えられた自然の恵みを節度を越えて貪り、人を甘やかすあり方を反省すべきであり、自然を守る責任を自覚して修正すべき義務を現代人は持っている。 >

# 技術開発の目的設定

- これまでは、さまざまな動機で技術開発が行われてきた。制限されず、それらはそれぞれ肯定されてきた。軍事技術の開発も、生活向上・快適技術の開発も、すべて無制限に肯定されてきた。
- 今後は、相互に合意された「制限する」目標設定が必要。

「産業活動と日々の暮らしにおけるエネルギー消費を、軍事技術も、生活快適技術も、地球1個で賄える範囲＝人間の分際」に制限されなければならない」

## 5. 技術の倫理

# 技術は、本質的に、自然や他者に 介入する、力

技術は、自然の素材を利用して、便利な道具を開発

- ①生活を便利にするための技術(快適性追求の技術)  
＜現在、行き過ぎた「恒環境化」＞
- ②軍事技術(民生技術も軍事に転用される)  
ex.ロボット兵器

はじめから倫理的課題を有している。  
＜人間の二面性:偉大さと愚かさを示す＞

★「自然環境、他者、および他世代との調和を図る」  
(電気学会倫理綱領第2条)

# 科学技術が従来の秩序関係を 損なうまでになっている

環境や人間社会に対する科学技術の影響  
力が増大し、**各技術が従来の秩序関係<バ  
ランス>を損なう**までになっている

**エネルギー技術**: 人間と自然環境の関係

**情報通信技術**: 人間と人間の関係

**生命操作技術**: 人間と神(超越的なもの)  
との関係

**核技術**: 技術に対する好意的イメージ

# 人工物を介した＜倫理＞

従来の倫理：人間と人間の直接的関係

現在の課題は、

人間と人間の間、**技術者が作り世の中に送り出した人工物（科学技術の成果）**が大きく介在し、

(1) 人工物を介した人間と自然の関係＜環境倫理＞

(2) 人工物を介した人間と人間の関係＜生命倫理、医療倫理、情報倫理＞

が**正常ではなくなっている**。いかに回復させるか。



## 電気学会倫理綱領 第2条(2007年改訂時に新設) 「自然環境、他者および他世代との調和を図る」

(解説)従来の倫理は人間同士の関係についてであった。すなわち自分と「他者」との関係がすべてであった。

この条項では、電気技術が空間的に広く自然環境、時間的に長く他世代、そして日常生活における他者、などとの関係において、物質的な面だけでなく精神的な深さにおいても、多大な影響力を発揮していることをあらためて認識し、その影響が正常なものであり続けるように、そのことに責任を有していることを自覚すべきことを述べている。

すなわち、科学技術に携わる者は、**技術が脅威を与えている「自然環境」、「他者」および「他世代」の三者を、技術の提供者として自らの責任を持って護るべき対象として明確に意識し、これらとの間の正常な関係を維持することを自らの倫理的課題とする。**

その責任を果たすためには、これまでのように技術の請負人の立場を脱して、技術力のみならず、社会的発言力も高めて、社会の一員として行動するという高い責任意識を持つことが必要である。

# 第2条の行動規範

## 2-1 自然環境、他者および他世代との正常な関係の維持

会員は、科学技術が損なってきた自然環境、他者の生命や人格、および他世代との間の互恵的な関係を正常化することが、科学技術の一翼を担う電気技術者の責任であると自覚し、そのために率先して行動する。

## 2-2 畏敬の念

会員は、自然環境、他者および他世代によって生かされ護られていると同時にこれらは自らの自覚と責任において護るべきものであることを強く認識し、これらに対して本来献げるべき畏敬の念を取り戻さなければならない。

## 2-3 謙虚さと英知の結集      2-4 社会の一員としての自覚

## 2-5 倫理観の陶冶

## 6. おわりに

人間の偉大さと愚かさが、「科学技術」の形で現れている。この400年の科学技術の歴史は、電力を駆動力とする物質エネルギー文明として結実し、今やその限界に達している。節度を越えた企ては縮小されなければ、人間の生存条件が危機的状況となる。

地球1個に制限された人間の分際をあらためて受容し、知恵を働かさなければならない。



ご静聴有り難うございました。