

2007年度講義録

科学・技術と社会

2007年4月10、11、12日

総合研究大学院大学先導科学研究科

池内 了

科学・技術と社会

池内 了

第1章 はじめに

第2章 科学・技術・社会に関わる諸事件

第3章 科学と技術の歴史

第4章 20世紀の科学と技術

第5章 科学の変容

第6章 科学者倫理と社会的責任

第7章 科学の技術化の問題点

第8章 科学・技術・社会を巡る諸問題

8・1 エネルギー・資源問題

8・2 地球環境問題

8・3 原子力エネルギー問題

8・4 バイオテクノロジー問題

8・5 情報化社会問題

第9章 21世紀の科学・技術・社会

第1章 はじめに

1-1 科学・技術・社会の強い結びつき

科学から技術へ：物理法則の発見⇒技術への応用

技術から科学へ：経験則 ⇒ 普遍的法則や原理

科学から社会へ：原理や法則 ⇒ 文化として（宇宙の起源、エコロジー）

社会から科学へ：国家の威信 ⇒ 集中的投資（マンハッタン計画、宇宙開発）

技術から社会へ：人工物 ⇒ 技術革新（IT、BT、新素材）

社会から技術へ：必要は発明の母⇒発明は必要の母

質問：君たちは次のような問題をどうかんがえるか？

優生学、IQテスト、ジェンダー、鳥インフルエンザ、タミフル、臓器移植

1-2 近代の歴史

17世紀 科学革命（ガリレオ、デカルト、ニュートン）

18世紀 産業革命（機械制技術の確立）

19世紀 電磁気学の完成（ファラデー、マクスウェル）

自然哲学者からサイエンティストへ

20世紀 科学と技術の強い結びつき

（エジソン、マルコーニ、デュポン、カーネギー、フォードなど）

発明家⇒大企業⇒多国籍企業

質問：大学を卒業していない発明家が多数出現し成功したのはなぜだろうか？

1-3 科学と技術の定義

科学：ラテン語 Sci（知る）+ence（成すこと）=Scientia（総合的な知識）

⇒研究によって獲得し、実験によって確立した知識

理論と実証によって客観世界の基本的原理や法則を発見する

技術：ギリシャ語 Technologia（組織化した手練）

⇒組織化された（系統的な）経験に基づく知識

科学的知識を具体的な生産物として表現し、人間の生活に利益をもたらす

質問：現在、科学と技術は明確に区別されていない。特に日本においては、科学技術と一口で表現される。さて、これは科学的技術なのか、技術的科学なのか？

1-4 科学と技術の対比

科学	技術
原理、自然法則	応用、開発
真理発見の知	創造の知
普遍的（グローバル）	特殊（ローカル）
単純系・理想世界	複雑系・現実世界
原理主義（発見）	現実との妥協（発明）
個人的（合理的価値）	集団的（多元的価値）
人間と独立	人間に依存・密着
文化（精神的）	文明（物質的）

質問：文化と文明の差違とはなんだろうか？

第2章 科学・技術・社会の関わる諸事件

2-1 日本における科学・技術に関わる事象（諸事件）

- 95年1月17日 神戸淡路大震災（2-2（a）に）
- 95年3月 カルト集団オウム騒動（2-2（b）に）
- 95年から続く原子力施設の事故（8・3に）
 - 95年 高速増殖炉「もんじゅ」のナトリウム漏洩事故（2-2（c）に）
 - 97年 東海再処理工場の火災事故
 - 99年 JCOの臨界事故（2-2（c）に）
 - 03年 美浜発電所における蒸気細管破断事故
- 96年1月 薬害エイズ事件（2-2（d）に）
- 99年3月 山陽新幹線トンネル崩壊事故（2-2（e）に）
- 00年 雪印の食品汚染と中毒
- 01年 日本におけるBSEの出現
- 02年 人間のES細胞の確立（8・4に）
- 03年 大企業の老朽施設の破断事件
- 04年 三菱自動車の100万台リコール
- 05年 JR西日本の鉄道事故（2-2（e）に）
- 06年 黄教授を始めとする科学論文における捏造の続出
- 06-07年 電力会社の事故隠しとデータ捏造の発覚

質問：これらの諸事件をどう思うか？他に気づいた事件はあるか？

2-2 代表的な事例へのコメント

(a) 神戸淡路大震災

<地震は予知できるか？>

地震は、いつ、どこで、どれくらいの強さで、の3点セットで予言することは、現在のところ不可能である。

複雑系の科学である。

科学者は自らが未知のことについては正直でなければならない。

金森博雄教授との対話。

質問：地震の確率が発表されているが、どのような意味があるのだろうか？

(b) カルト集団オウム騒動

<なぜ、多くの有能な若者がオウム真理教に入れあげたのか？>

マインドコントロール：なぜそんなに簡単にマインドコントロールされたのか。

科学リテラシー教育の重要性：私のお阪大学の経験。

質問：科学と宗教の関係はいかにあるべきだろうか？

(c) 高速増殖炉「もんじゅ」の事故：カルマン渦列

<なぜ、そんない単純な事故が起こったのか？>

技術者は「安全神話」の虜になっていた。

技術者は経験に頼りすぎ、理論を無視する傾向がある。

タコマ橋の落下：共鳴現象、犬と官僚。

JCOの臨界事故：原子力施設の盲点、「手抜きは拡大する」

健全な批判者の役割、スリーマイル島事故、チェルノブイリ事故。

質問：失敗学の目的は何か？その知見を活かすにはどのような方法があるか？

(d) 薬害エイズ

<構造薬害とは何か？>

企業と官僚と学者の癒着関係。

「専門家」の責任論—結果責任は問えるのか？

この事件は、刑法犯罪として初めて官僚と学者が告訴された事件である。

政治における学者の利用法—無責任体制

審議会の利用—政策当局の隠れ蓑、専門家の逃げ口上

欺瞞的な理論の提出—水俣病（アミン説、水俣ウイルス説）

質問：審議会に任命される専門家の役割と責任をどう考えるか？

(e) JR西日本宝塚線の鉄道事故

<本当の原因は何か？>

運転者（直接の責任）、管理者（運転者への厳しい管理）、企業（経営優先）、
乗客（時間厳守を迫る）

現代の技術は、時間の加速、金儲け、企業競争が優先されている。

山陽新幹線のトンネル崩落事故

急速な経済成長=>迅速な建設=>ひ弱なインフラ

コントラクターと企業のヒエラルキー

寺田寅彦の言葉「文明が進化すればするほど、災害はますます大きくなる」

質問：文明の進化と災害の増大を示す例を列挙してみよう。

第3章 科学と技術の歴史

3-1 技術の起源と発展 2

- 500万年前 人類は本足で歩行を始めた
両手の解放—手作業の獲得、遠くを見渡せる
- 200万年前 人類は石器を発明した（ホモハビリス）—最初の技術
狩りや料理に使用—道具の有用性の発見、能率の概念
- 50万年前 —火の使用（ホモエレクトス）—最初のエネルギー革命
火の多様な用途—猛獣の撃退、暖をとる、料理に使う
- 1万年前 —定住して農耕を営む—農業革命
文明社会の出現—共同作業、物々交換、市、貨幣、計算、分業、都市
- 250年前 —地下資源の利用と機械制生産体制の確立—産業革命
科学・技術文明の基礎—現代まで継続する技術革命
- 6年前 —IT技術の発展—情報革命
通信の革命から人間の生活様式の変革まで

質問：「技術革命の40分の1」は、何を意味するか？

3-2 科学の萌芽と蓄積

- 5万年前 —人類の祖先の脱アフリカ
壁画や装飾品（文化）、埋葬儀式（宗教）、星の観察（科学？）
- 3万年前 —野生動物の家畜化
野生動物の観察と馴化（マンモスの絶滅）
- 1万年前 —農業の開始
野生植物の観察と品種の選別・改良、季節と農作業の関係の認識
- 5000年前 —星空の規則性の発見—時間、方向、暦—占星術
発酵技術（パンとビール）、数の操作（計算道具）、金属精錬、ガラス加工
幾何学（ナイルの氾濫）、バビロニア天文学（12、24、60進法）

質問：意識的な科学の発祥はいつの頃だったと考えるか？

3-3 自然哲学としての科学

古代ギリシャ

- 紀元前580年 ターレス（イオニア学派）—万物の根源は水
- 紀元前520年 ピタゴラス—無理数の発見、宇宙体系
- 紀元前510年 ヘカタイオス—世界地図
- 紀元前440年 デモクリトス—アトムと空虚（真空）

紀元前400年 プラトン—アイデア説、プラトン多面体、宇宙論
 紀元前350年 アリストテレス—天動説、演繹法、火・空気・水・土
 紀元前300年 ユークリッド—幾何学の集約
 紀元前280年 アリスタルコス—地動説、太陽と地球の相対距離
 紀元前260年 アルキメデス—浮力の原理、幾何学、戦争への協力
 紀元前240年 エラトステネス—地球のサイズの決定
 紀元前150年 ヒッパルコス—月までの距離、星図、歳差運動
 彼らは実験を好まず、思弁的であった。

質問：なぜ、ギリシャに科学的思考の萌芽があったのだろうか？

3-4 科学革命前後

アラビア科学の重要性—東西の文化交流、ギリシャ古典の保存

- 12世紀 大学の発祥—ボローニア、パリ、ケンブリッジ、オックスフォード
- 13世紀 イスラム文化革命—ロジャーベーコン、ゼロの輸入
- 14世紀 ルネサンス—紙、印刷、火薬、コンパスの輸入と改良
- 15世紀 大航海時代—インド、アジア、新大陸—博物学へ
- 16世紀 文化革命—科学革命の準備

紙と印刷術による知識の発表と伝播、交通網の発達による文化交流

- 16世紀 コペルニクスの地動説
- 17世紀 ガリレオ—実験手法、望遠鏡の使用（技術の活用）
 デカルト—科学の方法（要素還元主義、懐疑主義）
 ニュートン—古典力学の完成（数学の開拓）
- 18世紀 博物学の隆盛—植物学、動物学、鉱物学、地質学へと分化
 アルケミー=>化学、永久機関=>物理学、蒸気機関=>熱力学
 自然哲学者

質問：なぜ科学革命の時代に多数の優れた科学者が輩出したのか？

（ギルバート、フック、ボイル、ハレー、ライプニッツ、ホイヘンスなど）

3-5 産業革命の経緯と影響

経験則を基礎とし、現実から要請された技術開発、

- 1709年 ニューコメン—コークスの利用、熱機関の発明（炭坑の排水）
 - 1764年 ジェームス・ワット—蒸気機関の改良、機械制工業への発展
- 地下資源の利用と機械化の開始
 産業革命がもたらしたもの—すべて現在に通じている

- (1) 環境汚染—公害問題の発生
- (2) 労働者雇用問題—熟練労働者の解雇、非正規労働者の長時間労働
- (3) 大量生産、大量消費、大量廃棄の社会構造—環境問題
- (4) 資本主義の確立—市場原理の支配

質問：産業革命時と現代を対比して、その共通性と異質性を論じよ。

3-6 19世紀における科学の確立と技術との接近

科学の分化の進展

地質学（1802年ハットン、1830年ライエル）=>地球物理学、鉱物学

化学（1803年ドルトン）=>染料、医薬品、肥料、フィルム

=>石炭、石油工業

生物学（1859年ダーウィン）=>進化論、遺伝学

物理学（1864年マクスウェル）=>電磁気学=>電気の時代

ヒューウェル「サイエンティスト」と命名（1848年）

トマス・ヘンリー・ハックスリーの反逆

大学：フンボルト・モデル「科学のための科学」「教養としての科学」

発明家（エジソン、カーネギー、フォード、デュポン、シーメンス、ベル、ダイゼン、ダイムラー、ベンツ、マルコーニ、コダック、イーストマン）

工業専門学校（ポリテク）の創設：科学の技術への応用

企業研究所の創設（モンロータウンの研究所）：基礎研究から開発を行う

日本は始めから帝国大学に工部大学を創設

法学、文学、理学、工学、(医学、農学)

いわゆる偉人として、医学（北里柴三郎、野口英世）、化学（高峰譲吉、鈴木梅太郎、池田菊苗）、鉄鋼（本多光太郎、三島徳七）、物理学（長岡半太郎）

質問：日本の資本主義勃興期における科学と技術の役割は何であったか？

量子力学、原子核物理学、分子生物学、有機・無機化学
科学・技術のポイント

- (1) 電子の操作=>情報化社会
- (2) 原子力の利用=>核戦争の恐怖 (核の冬)
- (3) 遺伝子操作=>BT革命

質問：戦争は、主として「重厚長大」技術で推移してきたが、「軽薄短小」技術も戦争に利用されるであろうか？

4-4 問題点

地球環境問題の深刻さの拡大 (8・2に)

地球温暖化、大気汚染、水汚染、気候変動、砂漠化、熱帯林破壊、酸性雨、
オゾン層の破壊、環境ホルモン、生態系破壊、生物多様性の減少

エネルギー・資源の逼迫 (8・1に)

地下資源文明の行き詰まり、代替エネルギーはあるか、

地上資源への転換は可能か、技術体系の見直し

核エネルギーの制御 (8・3に)

神に代わっての生命の操作 (8・4に)

情報化社会の光と影 (8・5に)

加速度的な技術の進歩と人口爆発

質問：他に科学・技術に起因とするとと思われる20世紀の課題はあるだろうか？

(例えば、農業の行き詰まり、人口爆発、細菌 (ウイルス) の逆襲、若者の科学離れ、エイズの蔓延、南北非対称など)

第5章 科学の変容

20世紀を通じて科学は大きく変容し、科学と技術は非常に密接な関係になった。科学の変容とは

- (1) 科学の軍事化
- (2) 科学の制度化
- (3) 科学の技術化
- (4) 科学の商業化

である。(3)については第7章でより詳しく論じる。

5-1 科学の軍事化

(a) 科学者個人の軍事への協力

アルキメデス (BC 250頃)

シラクサ戦争においてローマ軍と対峙

シラクサの鉄の爪 (テコの原理)、放物面の利用 (光学)、石の投射器 (力学)

シモン・ステヴィン (1600年頃)

「軍用築城法」で軍事施設の設計

静水力学、小数記述法

(b) 第1次世界大戦における科学者の組織的動員

飛行機 (1903年ライト兄弟) => 1915年 戦闘機の登場

潜水艦 (1885年フルトン) => 1914年 Uボート

戦車 (19世紀農夫の発明) => 1914年 戦車の登場

化学兵器：毒ガス (フリッツ・ハーバー)：塩素ガス、マスタード、イペリット

寺田寅彦の文章、フレデリック・ソディの反戦、ワイズマンの戦争利用

1918年 ハーバー・ノーベル賞、1922年ソディ・ノーベル賞

(c) 第2次世界大戦における特殊プロジェクトへの科学者の動員

マンハッタン計画 (6000人の科学者・技術者の動員)

オッペンハイマー、フェルミ、シラード、ユレーイ、ベータ、ファインマン

(日本：仁科芳雄、荒勝文策、湯川秀樹)

(ドイツ：ハイゼンベルグ、ワイツゼッカー)

レーダー技術：ラビ、朝永振一郎

ロケット：フォン・ブラウン

生物化学兵器：日本の731 (石井) 部隊、ドイツでのサリン開発

日本の南方 (植民地) 科学

フランスの科学者たち：ランジュバン、イレーネとジョリオ・キュリー

(d) すべての科学・技術は二面性を持つ

軍事利用と民生利用

<技術開発は軍事開発の方が有利か（スピン・オフ）？>

軍事開発から民生品になった例

コンピューター、インターネット、CCD、レーダー、ナイロン、電子レンジ、ディーゼルエンジン、ソナー、スプレー、冷凍食品、ボールペン

軍事研究の魅力

- (1) 研究費や資材が自由に手に入る
- (2) 普段は禁止されている実験が可能（極端な例が人体実験）
- (3) 軍事動員から逃れられる（中谷宇吉郎のエピソード、ドイツでは徴兵猶予）
- (4) 自らの愛国心を満足させられる

軍事研究のムダ

- (1) 不用な金を浪費する（不正直、騙し、水増し）
- (2) 日常生活に役立たないものも多い（高価過ぎる、危険）
- (3) ノウハウが機密になり秘密開発となる（CCDの開発で日本が成功した理由）

質問：軍事研究に誘われたとき、特に科学的に魅力があり、普段ではできない実験が可能であるようなとき、君はどう選択するか？拒否したら、実際に実験ができないような状況に追い込まれる危険性がある場合はどうか？

5-2 科学の制度化

科学が国家の重要な機関となった。

=>国家が科学・技術の最大のスポンサーになり、施設・人件費・研究費・特別の事業費・特別の権利などを国家が保証するようになった。

=>国家の威信を上げる、特定の国家プロジェクトを推進する、特定の産業を支援する、国民の科学力を向上させる、文化の擁護者となる、などの目的のため。

=>日本の、科学技術基本計画に基づく重点投資

逆に、科学者は国家に隷属する危険性が生じた。（愛国主義、国家への隷属—国家の方針に翻弄される、軍事への動員準備？）

典型例：宇宙開発競争

スプートニクとエクスポローラー、惑星探査機とアポロ計画

その他、加速器、ITER（国際熱核融合実験炉）、南極遠征、海洋開発

質問：科学者は金がなければ研究が継続できず、国家からの資金に頼らざるを得ない。とするなら、国家を批判することは許されないのだろうか？科学者は、国家に対してどのような要求を出して行くべきなのだろうか？

5-3 科学の技術化と商業化

科学の技術化の急速な進展—知らない間に巻き込まれてしまう

例：核兵器、GM食品（遺伝子組み換え食品）、環境ホルモン

科学・技術の独占と競争—知的財産としての科学・技術

パテント（特許）の功罪

（功）発明者への栄誉と独占的利益の保証、無政府的競争の緩和、開発意欲の喚起、次の発明への資金と意欲（イノベーションの継続）

（罪）特許の秘匿、特許の破壊（郊外電車）、人権の無視（エイズ問題）、特許の拡大（遺伝子、伝統的治療の禁止）、国による特許の差違（アイデアだけから実物提示まで）

特許だけでなく著作権・占有権・商標登録・実用新案なども含まれる

大学の研究が実用的なものに傾く危険性

個人と企業間での収益分配の争いが起こっている

質問：著作権の有効年限が50年から70年に延ばされようとしているが、それについてどのように考えるか？個人の発明と企業の援助の兼ね合いをどう考えるか？

第6章 科学者の倫理と社会的責任

6-1 科学者の3つの責任論

- (1) 倫理責任
- (2) 説明責任
- (3) 社会的責任

質問：科学者の責任について思い当たるものを挙げて、それが上記のいずれに当たるかを考えてみよう。

6-2 科学者の倫理責任

道徳—倫理—法律の関係

(道徳) 個人の振る舞いに関する一般的な規準

プリマ・ファシエ：共通の当然のモラル（ウソを吐かない、言葉に真実であれ、正義、感謝など）

(倫理) 公衆や社会に対する一般的なモラル（人間関係において、不公正ではない、欺かない、偏見を持たない、差別しないなど）

ガレット・ハーディング：沈むボートの問題—功利主義と感傷主義

人体実験（放射線許容量、薬の副作用、ワクチン摂取）の言い訳

(法律) 他人への精神的・肉体的被害を与えた場合、罰則を伴う

刑法犯罪：明らかに被害を与えたことが証明されねばならない（冤罪の排除）

質問：審議会委員として自信がない答申をして事件が起こった、虚偽の説を出して人々を惑わせた（水俣病）、論文を捏造した、などはどの範疇なのだろうか？

- (a) 単純な間違い
- (b) ズサンな研究行為
手抜き、熱意不足、不注意
- (c) 科学研究における「犯罪」行為
法では罰せられない—捏造、偽造、盗用
法律違反—予算の不正使用
- (d) 不正行為に関連した事柄
報復、悪意、不公正な扱い、秘密主義
- (e) 逸脱行為
虚偽申請、重複出版、不備な実験ノート、特定個人の無視や研究妨害、迷惑行為

質問：論文を読んでいて著者が不誠実であると感じたことはあるか？どのような点か？

(付録1) 専門職 (プロフェッション) とは何か? 一般の職業とどう違うか?

Profess = Pro (前に) + fess (宣言する)

「神の向かって公正であることを誓う」

(1) 専門性

特別な専門的知識 \Leftrightarrow 独占的な権利の保証

(教育、訓練における特別な制度—養成システム)

(2) 自治権

他の何者にも干渉されず指示も受けない

(自らが決定する権利を有する)

(3) 特別なモラル (倫理基準)

関係者全員に対してモラルに従う義務がある

(特に一般公衆に対し暗黙の倫理協定を結んでいる)

専門職と社会の間の合意

専門職は、社会にサービスし誠実であることを合意している。

社会は、専門職に名誉ある地位を与え自治権を付与している。

(医師、法律家、看護師などの倫理基準)

科学におけるモラルの理想

「真実の習慣」: 普遍性、公共性、無私精神、客観性、組織化された懐疑主義

(批判に対して開かれていること)

「他への献身」: 公衆への寄与 (成果の提供、レビューアーとなる、責任者を勤める)

科学者・技術者は職業上の倫理基準を確立する必要がある。

チャレンジャー事故の教訓: 「技術者の帽子を脱いで、経営者の帽子を被りたまえ」

専門職の守るべき倫理

(1) 知的に誠実であること

「君子は豹変し、小人は革面す」

(2) 専門家としての想像力を発揮すること

専門家のみが限界、悪影響、結果の予測が可能である。

(3) 事実を公開すること

オープンな議論こそ科学の真髄である。

(命はメンツより大事) (近場の利益、長期の大損)

(4) 科学者・技術者の以前に市民であることの自覚

君がしていることを子どもに正直に誇りを持って話せるか?

質問: 専門家 (例えば、医師や弁護士) としての特別な権利と、それによって生じる特別な義務について思い当たることはあるか? 科学者をそのような専門家とみなしてよいか?

6-3 科学者の社会への説明責任（アカウンタビリティ）

科学の制度化＝国家が税金を使って、科学者の研究費・設備・生活費を保証している。
→納税者は科学者からそれらを正当に使っていることの説明を受ける権利を有する。

現在行われていること：大学評価

国立大学の中期目標・中期計画の策定（6年）

毎年の自己評価・実績報告書

6年間の教育・研究評価

評価結果の資源配分への反映

（7年の1回「認証評価」）

質問：大学評価と説明責任はどのように関係しているか？どこまで説明責任があるのだろうか？

6-4 科学者の社会的責任

科学者の知識や経験を社会のために活かすこと

＜一科学者のみが、公衆の福利を向上させ、技術的欠陥を抑止するために、
科学的結果に正当な判断が下せ、意見を正しく述べるのが可能である。

- ・ 審議会などの委員を勤める。
- ・ 科学的事実を本・講義・メディアを通じて知らせる。
- ・ いろいろな運動に参加する。

科学と社会について

1945年6月 フランク報告「原子エネルギーの政治的および社会的諸問題委員会」
「ある科学的な発見や発明が人間の利害にとって重大な関わりがあるとみなされる
とき、それにいち早く気づいた科学者には、それをの形で人々に知らせ、適切な
方策を採るよう勧告する責任が生じる」

1959年 朝永振一郎

「いろいろな危険性を一番良く知っている科学者は、一般の人たちや政治家によく
知らせる義務がある」

科学者の運動

1955年 ラッセル＝アインシュタイン宣言

原子力3原則（自主・民主・公開・国際協力）

1957年 パグウォッシュ会議

1962年 科学者京都会議

質問：科学者の運動の有効性と限界について考えてみよう。

(付録2) リスク評価と安全性の証明

リスクは認められなかった＝安全性が証明された

質問：これは果たして等価であろうか？

化学物質のリスク評価の「進化」

急性の有毒性=>ガン誘起性=>慢性疾患(=>予防措置原則)

(付録3) 事故の背景

ゴードン『構造の世界』(丸善)

事故は、罪と過ちと金属疲労によって起こる。

道徳的に全く問題がない事故は極めて少ない。それは罪である。

不注意、手抜き、不勉強、縄張り意識、自尊心、メンツ、慢心、驕り、妬み、
貪欲、度量の狭さ、政治的配慮、仲間意識

質問：科学倫理と見比べて同質性はあるだろうか？

(付録4) JASONという団体

軍をスポンサーとする著名な科学者の秘密組織

戦略的・戦術的提案

ベトナム戦争での電子バリア、各種の兵器、CTBT、ミサイル防衛

科学的診断

常温核融合

すべて非公開で秘密報告のみ

著名でなければならない

マレー・ゲルマン、ルイス・アルバレス、ハンス・ベーテ、チャールス・タウンズ、
スティーブン・ワインバーグ(以上ノーベル賞受賞者)

ジョン・プレス、フリーマン・ダイソン、マーフ・ゴールドバーカー

<=>UCS (Union of Concerned Scientists)

憂慮する科学者同盟

UAS (Union of Atomic Scientists)

原子科学者同盟 (BAS:世界の終末時計)

質問：なぜ、日本における科学者運動が弱いのだろうか？

第7章 科学の技術化

7-1 「技術的合理性」とはなんだろうか？

科学の技術化の方式は複数ある。なぜ、その方式が選ばれたのかを考えてみよう。

ビデオ：VHSとベータ方式 映像ビデオが多いから

タイプの字の並び：QWERT 人間の慣性

原子炉：沸騰水型、加圧水型 政治的選択、

クルマ社会：市電を駆逐 特許の取得・破棄

今後、テレビ：ブラウン管、液晶、プラズマ、有機ルミネッセンス

DVD：HDD、ブルーレイ

商品が選択される基準

安い、手軽、効率、多機能、安全性、省エネルギー、環境に優しい、特許、
国家の投資、人間の慣性

長期に使用する物はいったんある方式が確立してしまうと、変更するのが困難である。

公共物：新幹線（鉄道）、核兵器、原子炉、タンカー、ビル、ダム、高速道路

10年に1回：クルマ、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、クーラー

5年に1回：時計、携帯電話、パソコン、(CD・DVD)プレイヤー

こまめに使う道具：クリップ、フォーク、ボールペン、ライター

質問：上記の商品について技術的合理性が最も追求されているものは何だろうか？

7-2 技術化が加速されていること

それらの中身をよく理解できないまま巻き込まれてしまう。

核分裂=>核兵器=>原子力発電

二重ラセン=>遺伝子配列=>遺伝子組み換え作物

我々は技術に支配されている

コンピューター、携帯電話、GPS、クルマ

質問：発明は必要の母となった事例を挙げよ。

7-3 非効率で高価な製品

たとえ可能であっても技術化が十分ではない分野もある。

ハンディキャップのある人や高齢者向けの製品（介護ベッド、車椅子）

（開発目標は、20代の健康な男性）

廃棄物処理のための製品（生ゴミ処理機、下水処理、電気製品の解体）

（生産のための技術が優先され廃棄のための技術は後回しになった）

大量生産・大量消費に乗らなかった製品（太陽光発電パネル、糞尿発電）
（環境問題が深刻に考えられなかった）
国家の先行投資（R & D）が不十分であった
企業が投資を渋るが、開発が必要と認めたものには国家の投資が先導する
（宇宙開発、海洋開発、原子力開発、資源開発、南極、波力発電、地熱発電）
企業開発を加速するために国家が援助する
（太陽光発電、風力発電、燃料電池、リニアモーター）
技術体系の見直しが必要
これまでは大型化・一様化・集中化の技術であった
=>今後、小型化・多様化・分散化の技術も追求する必要がある
（柔軟性、自律性、危機への対応）

質問：他に非効率で高価なものとして何があるか？なぜ開発が遅れているのか？

7-4 得たものと失ったもの

科学の技術化によって得たものと失ったものとのネットバランスを調べてみよう。

（得たもの—プラスの成果）

便利さ、効率性（能率性？）、安全、安楽、健康、長寿命、可能性の拡大（目—眼鏡、望遠鏡、顕微鏡、足—自転車、クルマ、鉄道、航空機、頭—コンピューター）

（失ったもの—マイナスの成果）

地球環境の悪化、都市の構造、災害への弱さ、生命倫理、多忙な生活、能力の喪失、病原菌の逆襲、生活習慣病

現代の生活状況を客観的に見て、異様ではないか考えてみよう。

クルマ社会：都市の構造のいびつさ、人間の命を大事にしない、
バイオ燃料による食糧不足

便利さと能率主義：多忙さが増大、考えなくなった、能力を失う（漢字、計算）、
病気（生活習慣病）

買い換え、使い捨て：製品の短寿命化、技術の質の変化（壊れなければならない）、
廃棄物の増加、「安かろう、悪かろう」

短期の利得と長期の損失：負の遺産を子孫に押し付けている（原発の放射性廃棄物）、
環境問題、資源枯渇問題

危機に対して鈍感：高層マンション、新幹線のスピード、原発の集中立地、
「文明の進化とともに災害も進化する」

質問：自分にとっては当たり前であっても、時空を越えて眺めてみることによって異様さに気づくかもしれない。自分の周辺を見直してみてもおかしいと思うことはないか？

(付録1) 共有地の悲劇 (ガレット・ハーディング)

共有地の羊飼いは多く飼いたいー近場の儲け、個人の儲け
むやみに羊が増えると共有地は荒れてしまうー長期の損失、みんなの損失
(魚資源問題、クルマ社会、タバコのポイ捨て、リゾート開発)

質問：共有地の悲劇を表す他の例は何か？

(付録2) 現代のパラドックス (得失の逆転)

肥満症：節約遺伝子ー飢餓の時のための栄養貯蔵 \rightleftharpoons 飽食の時代には肥満の原因
鎌型赤血球貧血症：マラリアに耐性 \rightleftharpoons 貧血症
(かつての生活には得、現在の生活には失)
遺伝子 P 51：ガン抑制遺伝子 \rightleftharpoons 心臓貧血
クルマ社会：便利さと効率性 \rightleftharpoons 糖尿病の増加

質問：他に現代のパラドックスはないか？

(付録3) 技術の特質

- (1) 複雑系を扱っているー設計、製造、使用の全過程に人間が関与
(バージョンアップしたソフトは使いづらい)
- (2) 3重の契約者である
雇用者 (企業、監督官庁)、顧客 (秘密、完全性)、公衆 (安全性、福利、健康)
- (3) 風土 (環境) の影響が強い
建設地、使用環境、労働現場、使用条件、使用者の多様性
(電子レンジにネコを入れる)
- (4) 現実との妥協が肝要
予算と工期の制限がある、使われる条件が異なる、完全なものは作れない
- (5) 社会的実験である (人体実験に似ている)
部分的な知識しかない、結果が不確実、対照実験ができない、人間関係が絡む

質問：典型的な技術 (例えば、クルマの生産、家の新築、ダム of 建造など) を取り上げ、上記の5点がどのように妥当するかを論じよ。

第8章 STSを巡る諸問題

8・1 エネルギー・資源問題

地下資源文明は永久に可能なのだろうか？

(エネルギー問題)

8・1-1 歴史

18世紀まで 人力・馬力・牛力・駱駝力・風車・水車が動力源であった。

18世紀 産業革命 (石炭の使用)

20世紀 石油への転換 (採掘・輸送・貯蔵・火力・ガス化・廃棄物に優れる)
石油化学工業 (化学物質製作の材料)

20世紀後半 天然ガスの台頭 (高圧で液体化、大量の資源、熱電供給、比較的クリーン
ーイオウ化合物やCO₂の排出が少ない)

原子力エネルギーの使用 (ウラニウム) (高効率、高出力、CO₂無し)

8・1-2 主要エネルギー源の可採掘量

現在と同じ割合で使用したとして埋蔵量が何年分存在するか？

	確認埋蔵量／消費率	推定資源量／消費率
石油	47年	45年
石炭	275年	1270年
天然ガス	83年	247年
ウラン	50年	?

8・1-3 非在来型エネルギー源

タールサンド (重油成分)、オイルサンド、オイルシェル (石油分を含んだ砂や殻)

メタンハイドレード：シャーベット状の水分子中のメタンガス

燃料電池：メタンを水素と炭素に分解⇒水素を燃やす⇒熱電供給

メタンはCO₂の25倍の温室効果を示す (牛のゲップ、ツンドラの氷解)

8・1-4 再生可能エネルギー

太陽エネルギー

太陽電池 ⇒電気エネルギー

太陽熱 ⇒熱エネルギー

バイオマス⇒燃料、紙、オイル、ワックス、医薬品、建築材、衣料

風力発電、小型水力発電、波力発電

潮汐力発電、地熱発電

(欠点)

(1) エネルギー密度が小さい⇒大プラントが必要⇒費用が高かつく (経済性)

(2) 供給が不安定：夜と昼の差違、天候依存、季節変動 (安定性条件)

(3) 地域差が大きい (地域条件)

従って、小型化・多様化・分散化技術として評価：多様な組み合わせが重要

質問：エネルギー資源の枯渇は何をもたらすだろうか？資源獲得戦争なのか？世界連邦なのか？新たな技術開発なのか？

(鉱物資源問題)

8・1-5 使用目的と可採掘量

ベースメタル：鉄（210年）、ボーキサイト（100年）、銅（54年）、鉛（45年）、
亜鉛（58年）、錫（55年）、ニッケル（124年）

産業のコメ：工業製品の基本素材

希少金属：クロム、コバルト、マンガン、白金、金、銀、タングステン、リチウム

産業のビタミン：合金による多機能性の発揮

リチウム：電池、白金：触媒、コバルト：小磁石、チタン：眼鏡フレーム

半導体：シリコン、カドミウム、テルル、ゲルマニウム、ガリウム

産業の頭脳：コンピューターチップなどのデジタルデバイス

8・1-6 問題点

- (1) 開発途上国に偏在—資源の不安定供給
- (2) 先進国資本の独占—政治的価格
- (3) 先進国と開発途上国間の対立—激しい価格変動
- (4) 資源の有限性が明白—資源枯渇と代替物の開発

質問：希少金属の可採掘量を調べ、枯渇したときの代替可能性について論じよ。

(水資源問題)

8・1-7 問題点

- (1) 国際河川における上流国と下流国の対立

国際河川（261河川）—水質汚染、ダム建造、使用権

- (2) 気候変動による水不足

砂漠化、乾燥化、水汚染、湖の縮小、地下水の枯渇（砒素の混入）

（1日50l以下の国は55カ国、30l以下は38カ国）

- (3) バーチャル水

牛、豚、鶏、穀物、野菜、果物などの成育に必要な水を、これらを輸入することにより間接的に使っている水。

(輸入作物に必要な農地1200万h \leftrightarrow 日本の農地500万h)

(牛丼1杯に水2トン、ハンバーガー1個に水1トン)

(4) 工業化による農業用水の不足

中国の黄河の干上がり

質問：1日当たり日本人はどれくらい輸入した水(間接水)を使っていることになるのかを計算してみよう。

(付録) イースター島の教訓

イースター島は緑豊かな島であった。

400年頃 イースター島へ人類の上陸

1200年頃 繁栄の時期—人口の増加(1万2千人)、モアイ像の製作
森林伐採がおおがかりになる

1500年頃 完全な森林伐採、漁業の不振

1600年頃 資源獲得戦争、人口の減少

1722年 ヨーロッパ人の来航—病弊した島民(122人のみ)

イースター島は地球の運命を短い期間に凝縮して示しているように見える。

質問：崩壊した他の文明はどれほどあり、なぜ崩壊に至ったのかを考えてみよう。また、持続できた文明といかなる差違があったかを分析してみよう。

8・2 地球環境問題

環境破壊が進む地球において人類は生き残ることができるのだろうか？

8・2-1 地球温暖化

地球の平均気温が過去100年で0・7度上昇した。特に、1970年代以後は、一方的に気温上昇が続いている。

(地球温暖化のフィンガープリント)

1000以上の野生生物の分布、受粉や開花時期、抱卵時期、の統計調査

この10年間で、植物は6 km北上、高山植物は6 m高く登り、

2・3日開花が早くなった。

北海の魚の分布 (北海はこの40年で0・6度上昇した)

この40年で、13種が北へ移動 (最大400 km北上)、

6種がより深海に潜るようになった。

(2・5度の海水温上昇でサケ、タラ、メバルは全滅する)

温室効果ガス (二酸化炭素、メタン、フロン) の増加が原因か？

産業革命以来、大気中のCO₂は30%上昇した。

IPCC第3次報告 (2007年)

このまま続けば100年で気温が2・7—5・2度上昇し、海面は10—90 m上昇。

90%まで人為的原因 (温室効果ガス)。

複雑な関係

CO₂の増加と気温の上昇=>植物の生長を促進する=>CO₂を飽和させる？

(現実の植物実験の結果は？)

気温上昇=>水蒸気の増加=>雲の増加=>日光の反射=>気温上昇は止まる？

気温上昇=>氷床の溶解=>地肌への直射日光=>気温上昇が加速される？

京都議定書 (1997年)

先進国の温室効果ガス6種類を、2008—2011年の間に、1990年のレベルから平均5%削減する。(日本6%、アメリカ7%、EU8%)

先進国全体でCO₂排出の55%以上占める国の批准が必要

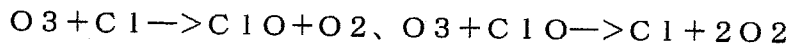
2001年にアメリカが離脱、2006年にロシアが批准して発効

質問：地球温暖化を否定する論者や温室効果ガスが原因ではないとする論者がいるが、これらの論点を整理し、反論を述べよ。

8・2-2 オゾン層の破壊

オゾン：上空13—50 kmの成層圏に薄く分布して紫外線を吸収している。

クロロフルオロカーボン (CFC、フレオンが商品名、日本ではフロンと呼ぶ)



(つまり、Clは触媒となって $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$ 反応を促進)

オゾン層が破壊されると紫外線が強くなり、皮膚ガンやDNA損傷が増加する。

1974年 フロンがオゾン層を破壊するという科学者の警告

1982年 南極上空でオゾンホールが発見

1984年 人工衛星ニムバスでオゾンホールの確認

1987年 モントリオール議定書 (フロンの生産・売買・使用の禁止)

(初め、日本政府は「科学的根拠なし」として批准を拒否した。)

1989年 ウイーン議定書：フロン製造の完全禁止

オゾンホールは依然として継続中

(1) フロンは30年以上も大気中に漂ってオゾン破壊を続ける。

(2) 先進国から開発途上国へのフロンの密輸が続いている。

(3) 冷蔵庫やエアコンからのフロン放出が黙認されている。

質問：モントリオール議定書は共有地の悲劇を救う手段としての国際協定の重要性を示しているが、他にどのような国際協定が必要だと思われるか？

8・2-3 その他

(a) 酸性雨

化石燃料の燃焼 $\Rightarrow \text{CO}_2$ 、イオウ酸化物、窒素酸化物 \Rightarrow 塩酸、硫酸 \Rightarrow 酸性雨

\Rightarrow 植物の生育悪化、建物の腐食、土地の酸性化、土地の汚染

燃焼ガスの浄化、天然ガスへの切り換え、クルマの燃料電池の普及

(b) 森林破壊

森林の減少：1年で日本列島の3分の1の広さが減少 (5年で5600万h)

健全な森林面積は13億hしかない

\Rightarrow 生物多様性の危機、炭素吸収源の減少 (アマゾン地域)

(原因) 焼き畑農業、牧場化、バイオエタノール採取、紙パルプ、木材利用

(c) 海水汚染

(事柄の連鎖) 有機塩 \Rightarrow 富栄養化 \Rightarrow プランクトンの異常発生

\Rightarrow 赤潮 \Rightarrow 酸素不足 \Rightarrow 魚介類の死

(原因) 有機汚濁物質の海上投棄、重金属汚染、プラスチック廃棄物、液体廃棄物、

環境ホルモン、地球温暖化によるプランクトンの異常発生、

養殖漁業によるマングローブの伐採と海水汚染 (エビ、フグ、ブリ、タイ)

(d) 水不足と塩分集積

地球は水の惑星 (1.4×10^{18} トン、真水は2.5%でほとんど氷床

利用できる真水は0.01%、水循環で4倍使える)

農業用水、工業用水、生活用水

水不足（偏った降水）⇒灌漑設備の建設⇒野生生物の消失

⇒地下水の強制汲み上げ⇒塩類集積（毛細管効果）でNaClが地下から上昇

⇒不毛の荒地

(e) 拡大した環境汚染

化学物質⇒環境ホルモン（内分泌攪乱物質）

核実験・核廃棄物⇒放射能汚染

戦争は最大の環境破壊（エコサイドーベトナム戦争のダイオキシン散布、
劣化ウラン—ユーゴ、イラク戦争）

(付録1) 複雑系の科学

系が多成分で、各成分間が非線形相互作用で結ばれている。

(1) 部分の和は全体にはならない（要素還元主義が通用しない）

(2) 自己組織化によって新しい状態へ移行する（量が質に転化する）

(3) カオス（非周期ランダム運動）が発現する（結果の予測が不可能）

(4) 雑音、ゆらぎ、偶然の変移、微小な差違などが運動に大きな影響を与える
（バタフライ効果）

(付録2) エコロジカル・フットプリント

1人の人間が、食べ物、水、住居、エネルギー、移動と輸送、商業活動などのために
必要とする生産可能な土地の面積（グローバル・ヘクタールGh）

アメリカ人 10 Gh

日本人 6 Gh

開発途上国 1 Gh

世界平均 2・1 Gh

地球の生産可能な土地の面積／全人口 = 2 h

すべての人間がアメリカ人並みなら、地球があと4個必要になる。

(付録3) 北大西洋深層循環流

パラドックス：地球の「温暖化」が欧米を「寒冷化」する

<北大西洋循環流のおかげで、北海に暖流が流れ込み欧米が温暖に保たれている>

地球が温暖化すると⇒海水温が上昇する（熱）

⇒氷床が溶けて真水が北海に流入する（塩）

⇒水が軽くなる⇒海水が潜り込まない⇒循環流が止まる⇒欧米が寒冷化

12000年前の欧米は寒冷化していたことが氷床調査でわかっている。

8・3 核エネルギー問題

人間は核エネルギーと共存できるのであるだろうか？

原子核と原子の世界の対比

	原子核	原子
サイズ	10^{-13} cm	10^{-8} cm
力	強い力	電磁力
反応	核反応 (核分裂と核融合)	化学反応 (原子の結合と解離)
温度	1千万度以上	2000度以下
天体	太陽 (恒星)	地球 (惑星、衛星)

放射能と放射線

不安定な核から放出されるエネルギー (物質) が「放射線」

α 線 (ヘリウム原子核)、 β 線 (電子)、 γ 線 (電磁波)、中性子線、X線など放射線を出す物質を「放射性物質」、その能力を「放射能」という。

8・3-1 核兵器

$U_{235} + n$ (中性子) \Rightarrow 核分裂 + 3個の中性子

\Rightarrow 3個の $U_{235} \Rightarrow$ 分裂 + 9個の中性子 \Rightarrow 9個の $U_{235} \Rightarrow$ 27個の中性子

倍々ゲームで分裂するウランが増加する (「連鎖反応」の暴走) \Rightarrow 原子爆弾

連鎖反応が持続するためには、ある一定量以上のウランが必要 = 「臨界質量」

U_{235} は 15 kg、 Pu_{239} だと 8 kg

(歴史)

1939年 ウランの核分裂の発見—ハーンとシュタルスマン

1942年 マンハッタン計画の発足 (オッペンハイマー所長)

1945年 3個の原爆を完成

2個プルトニウム型 (トリニティ実験、長崎ファットマン)

1個ウラン型 (広島リトルボーイ)

1949年 ソ連で原爆完成

以後、52年イギリス、61年フランス、65年中国、72年インド、

97年パキスタン、06年北朝鮮へと核拡散

(他に、イスラエルは確実、?はイラン、廃棄した国は南アフリカ、ウクライナ)

1952年 アメリカで水爆完成 (10Mt)

1953年 ソ連で水爆完成

核ミサイル数 アメリカ1万、ロシア1・7万 (多弾頭弾道弾: 10-12)

40万弾頭 \times 50kt / 65億人 = 3トン

(つまり、地球上の人間1人につき約3トンのTNT火薬分の爆発力)

ICBM (大陸間弾道弾) SLBM (潜水艦搭載弾道弾) 戦略爆撃機搭載

核実験禁止条約

1963年 PTBT (部分的核実験停止条約)

1970年 NPT (核不拡散条約)

1996年 CTBT (包括的核実験停止条約)

核兵器削減交渉

1972年 SALT I (戦略核制限条約)

1979年 SALT II

1987年 INF (中規模核兵器条約)

1991年 START I (戦略核削減条約)

1993年 START II

現実には、核保有5大国とそれ以外の国との差別が大きく、核兵器禁止は進んでいない。

質問：核兵器が残存する限り、核戦争は起こりうることを覚悟しなければならない。核兵器廃絶を目指す運動を進めるにはどうすれば良いだろうか？

8・3-2 原子力発電

我々は、未来永劫、核の連鎖反応を安全に制御できるのだろうか？

全世界の原発514基、日本は55基(稼働中) — 総使用電力量の30%強

$U235 + \text{中性子} \Rightarrow \text{分裂} + 3 \text{個の中性子} \Rightarrow \text{うち2個は吸収させ1個の中性子を残す}$
 $\Rightarrow 1 \text{個の} U235 \Rightarrow \text{分裂} + 3 \text{個の中性子} \Rightarrow 2 \text{個を吸収させ1個だけ残す}$

(制御した連鎖反応) = 中性子の吸収 (制御棒) が最も大事

フェイルセーフ (フルプルーフ) : 間違っても安全側に作用する機能

(例、ECCS : 緊急炉心停止冷却水)

(構造)

原子炉部分 (核反応によりエネルギー放出 + 水にエネルギーを吸収させる)

+ (水または水蒸気でエネルギー輸送)

発電部分 (高温の水蒸気でタービンを回し発電機を稼働させる)

つまり、水が2つの部分を結びつけるインターフェイス

(沸騰水型 : 原子炉で水蒸気となり、そのままタービンを回す)

(加圧水型 : 加圧して水のまま、2次水にエネルギーを受け渡してタービンを回す)

(原発の売り)

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) CO ₂ を出さない | <=>放射性廃棄物を出す |
| (2) 電力料金が安い | <=>放射性廃棄物の貯蔵や事故の補償金の費用は？ |
| (3) エネルギー源の多様化 | <=>太陽エネルギーをもっと考えるべき |
| (4) 燃料の安定供給 | <=>国際情勢次第である |

(原発の問題点)

- (1) 放射能汚染：通常運転時の放射能洩れ
地震、事故の場合の放射能漏出
- (2) 放射性廃棄物の最終処分問題：1 万年以上厳重管理が必要
廃炉をどう扱うか（トイレ無きマンション）
- (3) 放射線被曝：鉱山から濃縮まで各段階で生じる
定期点検や修理・事故の際の被曝（原発ジプシー、特別被曝）

(関連する問題点)

- (1) 再処理による余剰プルトニウム
日本は40トンも保有（原爆は8kgで作れる）→プルスーマル
<日本は原爆保有可能国>
- (2) 原子炉破壊の危険性
航空機やミサイル攻撃、地震破壊
- (3) エネルギーの浪費—必ずバックアップ（火力）電源を設置
原発は出力を自由に変えられない（深夜電力の余剰—エコアイス、揚水発電）
原発は必ず複数建設する（新潟刈羽：1号基から7号基）
- (4) 原発立地点の金権支配—補助金、固定資産税
「止められない、止まらない」麻薬と同じ

(原発は止められるか)

- 1988年より、8月のピーク時の最大需要時は原発は止められない
=>現在では、6月から9月の間まで拡大
ただし、週末やお盆休みの時は原発無しでもやっていける
(我々は働き過ぎるのか?)
2005年夏、東京電力の原発がすべて休止したが問題は起きなかった

質問：脱原発や反原発の運動がある一方、原発で生活しているのだからどうしようもない
という意見もある。さて君たちはどう考えるか？「健全な批判派」の意味と重要性
を述べよ。

(付録) 核分裂と核融合

核力によるエネルギー放出

軽い原子核（重陽子、トリチウム）=>核融合

重い原子核（ウラン、プルトニウム）=>核分裂

<核分裂>

(a) 核分裂反応

臨界状態：連鎖反応が継続する状態（臨界量）

暴走＝原爆、制御＝原発

(b) 原爆の材料

U 2 3 5 自然界に0・7%しかない (U 2 3 8 99・7%)

=>原爆用に99%濃縮、原発用に3-4%濃縮(高速増殖炉は15%濃縮)

P u 2 3 9 U 2 3 8に中性子を吸収させる一原子炉で生産

広島(ウランの砲撃型、リトルボーイ、TNT 20 k t o n)

長崎(プルトニウム爆縮型、ファットマン、TNT 15 k t o n)

(c) 高速増殖炉

高速: 中性子の速度を落とさない(プルトニウムの効率的生産のため)

増殖: U 2 3 8から使った燃料以上のプルトニウムを生産する

(再処理工場でプルトニウムを取り出す一六ヶ所村)

エネルギー吸収(冷却剤)とエネルギー輸送のいずれもナトリウムを使う

「もんじゅ」の事故

ナトリウムの流れ+細長い温度計=>カルマン渦の発生

「木枯らし」「もんじゅろう」

核燃料リサイクル路線

(d) その他

プルサーマル路線

劣化ウラン問題

プルトニウム人体実験事件(「人道的」という論)

<核融合>

(a) 核融合反応

1億度の高温状態 重陽子+トリチウム反応=>水素爆弾

TNT 10-60メガトン(臨界量は存在しない)

3種の爆弾の組み合わせ(TNT=>原爆=>水爆)

(b) 制御核融合—未だ不成功—50年先か

トカマク型(磁気閉じ込め)—ITER(国際熱核融合実験炉)

強い中性子線の照射—炉材料の問題

レーザー型(慣性閉じ込め)

(c) その他

常温核融合騒動(重水の電気分解)

質問: 核融合発電は50年先の商業運転を約束しているが、さてその約束を信じて投資を続けるべきなのか、もっと異なったエネルギー源を探すべきなのか?

8・4 バイオテクノロジー問題

現在、誕生から死まで人間の生命を操作することが可能になっている。果たして、神に代わって人間の生命を操作することは許容できるのか？

8・4-1 分子生物学の進展

有機体生命の特質

- (1) 外界から独立した反応空間を持つ (細胞)
- (2) エネルギーの吸収・排泄—代謝を行う (細胞質)
- (3) 繁殖・複製・遺伝を行う (遺伝子)
- (4) 進化する (遺伝子)

1953年 ワトソン、クリック

遺伝子：染色体—DNA (デオキシリボ核酸) 二重らせん構造

DNA (4つの塩基：A, T, C, G) : (A, T) (G, C) ペア

RNA (A, U, G, C) : (A, U) (G, C) ペア

セントラルドグマ

DNA上の3つの塩基の並び=>mRNAに情報伝達=>アミノ酸の指定

=>tRNAによるアミノ酸の輸送=>タンパク質=>細胞形成

体細胞：DNAをコピーして分裂

生殖細胞：減数分裂 (DNAが半分になる) =>受精して融合2本になる

質問：ワトソン=クリックの説が出るまでの分子生物学の歴史を調べ、どのような過程を経て遺伝機構が確立したかをまとめよ。

8・4-2 遺伝子改変

(a) 原理

ゲノム：DNA全体のセット=>遺伝子地図=>遺伝子の位置

=>遺伝子治療

=>遺伝子組み換え

- (1) 制限酵素=DNAを切断 (ハサミ)
- (2) 連結酵素=新しいDNAを結合 (ノリ)
- (3) ベクター=新しいDNAを輸送 (運び屋)

(b) 対象

インシュリン (膵臓からのホルモン) の生産

農作物の雑草・昆虫・細菌耐性—トマト、大豆、トウモロコシ、ジャガイモ、綿
(いわゆる遺伝子組み換え食品)

トランスジェニック動物—早く成長し肉質が良い—筋肉牛、豚、羊

医療—遺伝病の治療

その他：魚（光る金魚、サケ）、樹木、

(c) 長所と問題点

(長所)

- (1) 害虫耐性・除草剤耐性—農薬が減らせる
(農家の効能、値段は安くない)
- (2) 消費者へのメリットを狙った2代目
コメに健康機能成分を付与する

(問題点)

- (1) 安全性：「実質等価」の議論
- (2) 生態系への影響：雑草の増殖、弱ったチョウ、耐性害虫の増加

(d) 遺伝子操作技術

典型的なもの

- (1) 体外受精（1978年からで、既に確立した技術）
卵巣から卵子の摘出=>（試験管）受精=>胚への成長=>子宮へ戻す
問題点（a）卵子の乱用、（b）借り腹、（c）遺伝子診断、（d）男女産み分け
- (2) 体細胞遺伝子治療—遺伝病の原因遺伝子の特定
原因遺伝子の組み換え、ガン治療
- (3) 生殖系列遺伝子操作—卵子の遺伝子を直接操作する
受精卵の利用または体細胞核の移植=>受精状態=>胚への成長
=>子宮に戻す=>クローンの作成（羊、牛、猫、犬）
または =>ES細胞（幹細胞から胚盤胞）=>望みの器官を作る=>再生医療
問題点（a）子どものリザーブ（臓器移植）—人間の差別
（b）人間の工場生産（借り腹）、（c）安全性、（d）卵子の乱用

(e) 遺伝子セラピー

(方法)

- (1) 受精卵=>遺伝子テスト=>遺伝子の排除または移植
 - (2) 特別な細胞=>特別な遺伝子の特定=>遺伝子改変
 - (3) 遺伝子地図=>特別な人間の繁殖
- (問題点)（a）優生学、（b）人間の品種改良、（c）移植用臓器作成、
（d）遺伝子差別、（e）クローン人間

(f) ES細胞

再生治療の切り札—体細胞核移植なら拒絶反応が起こらない

クローン人間作りと紙一重

そこで、胚細胞を使わない方法が開発されている

骨髄幹細胞、精子からの幹細胞

(g) その他の問題

(1) 臓器移植—再生治療の中継ぎ技術 (?)

臓器売買、病気腎の移植、臓器の部品化

日本初の心臓移植事件 (1968年和田移植)

(2) 生殖医療—不妊治療

精子や卵子の売買、代理出産、体外受精による高齢者出産、出生前診断

(3) 安楽死・尊厳死—安らかに死ぬ権利

QOL、治療を拒否する権利と治療しなければならない義務

(4) 医療経済—福祉予算に占める割合

功利主義、予防医療

(5) 医療体制・医療過誤—医師不足、病原病

医師の養成システム、医療チーム、パターンリズム

(6) バイオエシックスからバイオポリティックスへ—政治化した問題

医療方針は国家が決める時代?

質問：21世紀は生命の時代と言われるが、果たしてこれまでの倫理規範がそのまま通じるのであろうか？政治の介入は不可避だろうか？

8・5 情報化社会

情報化社会は我々に光をもたらすのか、影をもたらすのか？

8・5-1 IT革命の歴史

1900年 第1次IT革命

フィラメントと金属棒の間に電流が流れる発見（エジソン効果）
=>1904年 フレミングによる真空管の発明（電流の整流）

1948年 第2次IT革命

トランジスターの発明（ショックレーら）
固体素子、小型化、安定、強固、長持ち、省エネルギー
=>多目的大型コンピュータへの応用

1960年 第3次IT革命

シリコンチップ+トランジスター回路の発明
1975年 マイクロチップ（IC回路、LSI）
=>小型大容量のパソコンを実現、電気製品のコンピューター制御

1990年 第4次IT革命

インターネット、パソコン通信など小型コンピューターの結合
=>携帯電話を初めとする通信革命、商慣習の変化

20XX年 第5次IT革命

ユビキタス社会の到来？

質問：コンピューターの進化は生命の進化と似た側面がある。どのような点が類似しているか？また、コンピューターは生命を生み出すだろうか？

8・5-2 IT技術の光

時空の制限を越えて巨大な情報が簡単に自由に交換可能

国家・人種・性別・年齢の壁がなくなった

意見の自由な交換が可能になった

インターネットによる人々の結びつきが可能になった

それによって民間団体の政府や国際社会に影響を及ぼせるようになった

(1) マルチメディアによる生活空間の拡大

(2) 情報の電子化による知識の集積と利用が容易

—eラーニング、バーチャル大学、デジタルアーカイブ

(3) 新しいビジネスの展開

—電子取引、SOHO (small office home office)

遠隔治療、ITS (intelligent transport sys.)

(4) 省エネルギーに寄与

(5) ロボット、人工知能、人工生物などの新しい技術の展開

質問：これら以外のIT革命のメリットを考えてみよう。今後、どのように展開するか予想してみよう。

8・5-3 IT技術の影

(1) 情報の集中化—権力と市民の間の非対称が拡大

=>個人情報 国家管理=>監視社会となる危険性

(学歴、病歴、犯罪歴、経歴、税金支払い、運転歴)などの記録管理
+ 遺伝子情報=>個人が丸ごと国家に把握されてしまう

(2) 一様化社会=>全体主義に転化の危険性

限られた情報のみが氾濫し、誰もが同じ情報に踊る

(3) コンピューター犯罪=プライバシーの漏出、顔が見えない相手

インターネットは誰にでも使える代わりに個の確立に脆弱である

(4) コンピューターに使われる=コンピューターオタクの増大

情報収集や情報更新に止めどがない、創造とは逆の模倣・収集のみとなる
(情報は紙幣に似ている、使わなければ意味がない)

(5) 情報のみでは生活できないことを忘れる

国家の間の非対称の増大 (農業国、工業国、情報国への分離と差別)

(6) IT汚染—IT産業の環境汚染、希少金属の浪費など

新しいタイプの環境問題の発生

質問：これら以外のIT革命のデメリットを考えてみよう。未来において、それらが一層拡大するならどのような社会となるだろうか？

8・5-4 監視社会

(必要性)

個人の状態を把握するために監視は必要である。

子育て、住居、選挙、納税、証明書発行、カード会社、保険、ガス・水道・電気契約
(それによって社会福祉も受けられ、社会的にスムーズな関係が持続できる。)

(負の側面)

個人の挙動・履歴・思想などがオープンになってしまう危険性がある。

住民基本台帳 (住基ネット) とその拡大、健康 (病気) の把握、犯罪歴の暴露、
遺伝子情報 (保険契約に流用)

(なお拡大して)

個人の挙動を監視する(監視カメラ)、生体認証(バイオメトリックス)、
テロリストの把握(原発立地点の警備)

質問: 監視カメラと防犯カメラは、同じか、異なるのか、違いはないのか? ロンドン是世界1の監視カメラ設置都市だが、結果はどうなのだろうか?

8・5-5 IT社会の未来

(1) 情報のデジタル化はますます進行するだろう。

ソフトの互換性、簡単な操作、インフラ(光ファイバーネットなど)の整備、
附属設備の単純化、ユビキタス

(2) 情報選択の技術を習得する必要

創造こそが人間の知であり、情報追従では人間失格

(3) 監視社会を和らげる手段は情報公開である

個人が選択できるよういかなる情報が蓄積されているか公開されねばならない

(4) 技術の速い変遷によって記憶媒体を喪失するのではないかと心配

手紙や日記の消滅、システム変更による記録の喪失、(紙媒体の有効性)

(5) デジタルデバイトによる弱者と強者の格差拡大

誰もがデジタル技術に落ちこぼれていく危険性

質問: IT社会の未来について、例えば50年先を想像することができるだろうか? 人間関係はどうなっていくのだろうか?

第9章 21世紀の科学・技術と社会

現代の時点から、どのような未来の変化があるかを想像してみよう。その中で科学者はいかあるべきかをも考えてみよう。

9-1 新技術の未来—二面性の認識

(a) ロボティクス：人間の代用

家事、介護、癒し、火災、工場などの用途

ITと結んで人工知能、人工生命、人体改造などへも活用

軍用：兵士、無人爆撃機、兵站輸送など

(b) ナノテクノロジー：微細システム技術

マイクロマシン、医薬品、化粧品、医療器具

エネルギー節約、制御しやすい、コンパクト、新物質（超伝導体）と結合

軍用：微小兵器（化学兵器、生物兵器の素材）

環境汚染問題（アスベストと類似の問題）

質問：これら以外の新テクノロジーはあるか？それらの問題点—特に二面性に関する—を
考えてみよう。

9-2 技術体系の変化

旧システム

大型化

集中化

一様化

生産エントロピー最小

企業にお任せ

新システム

小型化

分散化

多様化

廃棄エントロピーまで含めた考察

個人の責任

新システムの有利な点

(1) 柔軟性があり自己管理が可能である

(例：太陽光発電パネル、生ゴミ処理機、小型水力発電、糞尿発電)

生産・消費・廃棄現場を近づける

エネルギー節約の意識向上と廃棄に責任を持つ

「お任せ」体質からの脱却

(2) (災害) 危機の場合に有効

(例：携帯コンロ、燃料電池、貯蓄式トイレ、携帯電話、ロウソク、井戸)

ライフラインが破壊されたとき、扱いやすい道具が役立つ

臨機応変（代用が可能）

集団が破壊されて個の集団となったときの備えとして

質問：新しい技術体系として望まれているものに何があるだろうか？それらはどのような契機で開発が進むだろうか？

9-3 科学・科学者に望まれていること

(1) 要素還元主義の科学から複雑系の科学へ

多成分から成るマクロなシステム =>等身大の科学

(2) 科学と物語の結びつき、文理の融合 =>新しい博物学

スペシャリストからジェネラリストへ=>科学の統合

(3) 象牙の塔から市民科学者へ =>市民運動との連携

幅広い視野を持った科学、科学者の社会リテラシーの涵養

社会における科学リテラシー獲得のために「伝える」仕事

科学者は平和を願い、民主主義と最も相性が良い。

質問：職業的科学者であるかないかを問わず、科学を学んだ者として社会対して何ができるかを考えてみよう。

9-4 科学者への眼差し

西洋においては科学の二重性に気がつき、その警戒心を持ち続けた。それを科学者の二重人格として表現した。例えば、次のような小説がある。

『フランケンシュタイン』メアリー・シェリー、1818年。

科学者への最初の問いかけ。

『ジキル博士とハイド氏』ジョージ・スティブソン、1886年。

科学者を典型的な二重人格者として描く。

『ドクターモロの島』H・G・ウェルズ、1903年。

未来を見通したウェルズの科学者イメージ。

『すばらしい新世界』オルダス・ハクスリー、1932年。

逆説的にユートピア（つまりディストピア）を描く。

『1984年』ジョージ・オーウェル、1949年。

科学者が支配する全体主義の恐怖。

映画（SF映画）も多くあるが、水爆を開発しSDIにも協力したエドワード・テラーを念頭においたマッドサイエンティストを描いた

『博士の異常な愛情』キューブリック、1963年

が秀作である。他方、白衣を着て無精髭を生やし、世間知らずの善良な変人と描いた、『バクトゥザヒューチャー』も科学者イメージの1つの典型でもある。

日本で影響が大きかったのは

『鉄腕アトム』手塚治虫、1960年

で、日本人の科学者イメージがお茶の水博士で代表されている。また、これによりロボットや人工知能の研究に進んだ人が多い。マンガは恐るべき影響力を持っていることを示している。

質問：なぜ西洋にマッドサイエンティストを描いた小説が多く出版されているのだろうか？普通の日本人が持つ科学者イメージはどんなもので、偏りはないだろうか？

9-5 最後に

科学者は「社会のカナリア」になるべきだろう。

炭坑夫はカナリアを先頭にして炭坑に入る。ほんの少しでも有毒ガスが発生しておれば、敏感なカナリアが警告してくれる（すぐに倒れる）からである。それと同じく、科学者は科学の使用に対して社会に前もって警告を与える役割を果たすことを考えてもよいだろう。その根拠として「予防措置原則」が提起されている。

公衆の健康や環境に危害が及ぶ危険性があるとき、警告者がそれを具体的に証明できなくとも、実行を企てる者は予防的な措置（安全性の実証）を採らねばならない。

質問：最近日本で起こったさまざまな事件—ウィニー、タミフル、遺伝子組み換え食品、BSE、有明湾埋め立て、漁業不振など—について、予防措置原則を適用すればどういう結果であったかを考えてみよう。

しかし、予防措置原則はそのまま単純に適用することもできない。資本主義（自由競争、自由貿易）と矛盾する、過剰な投資が必要である、心配しすぎである、南北問題（特に開発途上国の発展を阻害するかもしれない）をどう考えるか、安全性の証明は不可能である、得られるはずの利益を失う可能性がある、など議論すべき課題が多いからだ。それらについて検討してみよう。

1. (STS1) Introduction
2. (STS2) Affairs in relation to Science and Technology
3. (STS3) Histories of Science and Technology
4. (STS4) Science and Technology in the 20th Century
5. (STS5) Transfiguration of Science
6. (STS6) Ethics and Social Responsibility of Scientists
7. (STS7) Technologization of Science
8. Affairs Surrounding STS
 - 8-1 (STS8) Energy and Resources Problem
 - 8-2 (STS9) Earth Environmental Problem
 - 8-3 (STS10) Atomic Energy Problem
 - 8-4 (STS11) Biotechnology Problem
 - 8-5 (STS12) Information Society Problem
9. (STS13) STS in the 21st Century

(STS 1) INTRODUCTION

(1) Strong Connections among Science, Technology and Society

Sc ->T Discovery of physical laws=>Application to technology

T->Sc Empirical laws=>Essential laws and principles

Sc->So Principles and Laws=>Culture (Origin of Universe, Ecology)

So->Sc Dignity of nation states=> Concentrated investment (Manhattan project, Space)

T->So Man-made machines=>Technological revolution (IT, BT, New Material, Computer)

So->T Necessity is a mother of innovation=>Innovation is a mother of necessity

What do you think about following problems ?

Eugenics, IQ Test, Gender, Pandemic of Bird Flu, Tamiflu, Organ Transplant

(2) Modern History

17c Science Revolution (Galileo, Descartes, Newton)

18c Industrial Revolution (Establishment of Mechanical Technology)

Thermodynamics was developed.

19c Electricity and Magnetism (EM Theory)

Natural Philosopher=>Scientist

20c Connection between Science and Technology

Edison (1847-1931) Application of EM Theory to Technology

Inventor =>Big company =>Multinational Corporation

Why were big companies developed by inventors, who did not graduate universities ?

(3) Definitions of Science and Technology

SCIENCE: Latin Sci (to know)+ence (to do)=Scientia : General Knowledge

=>Knowledge obtained by RESEARCH and established by EVIDENCE

To discover the fundamental principles and natural laws of objective world

by theory and demonstration (verification)

TECHNOLOGY: Greek Technologia (organized handling)

-=>Knowledge obtained by organized (or systematic) EXPERIENCE

To represent the scientific knowledge as concrete industrial arts,

and to increase the productive power in order to profit to human life

At present, science and technology are not clearly divided. In Japanese, we say in a word, KAGAKUGIJYUTU. Which does mean scientific technology or technological science ?

(4) Contrast of SCIENCE with TECHNOLOGY

SCIENCE	TECHNOLOGY
Principle, Natural Law (Discovery of Truth)	Application, Development (Creation, Innovation)
Universal (Global)	Special (Local)
Simple System (Ideal World)	Complex System (Real World)
Fundamentalism (Discover)	Compromise to Reality (Invention)
Individual (Rational Demonstration)	Organization (Pluralistic Value)
Independent of Human Being	Dependent and Adhesive to Human Being
CULTURE (Spiritual)	CIVILIZATION (Material)

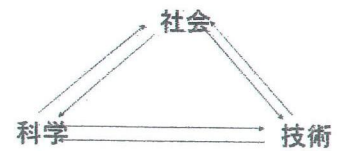
It is difficult to discriminate between culture and civilization.

参考文献

- 『文明の中の科学』村上陽一郎、青土社。
『公共のための科学技術』小林傳司編、玉川大学出版部。
『科学技術社会学の理論』松本三和夫、木鐸社。
『銃・病原菌・鉄 上下』J. ダイヤモンド、倉骨彰訳、草思社。
『科学と国家と宗教』吉本秀之他、平凡社。
『転回期の科学を読む辞典』池内了、みすず書房。

STS1: Introduction

1. 科学・技術・社会の強いつながり



それぞれの関係例

科学: 法則の発見 ⇒ 技術: 人工物への応用
技術: 経験則の獲得 ⇒ 科学: 本質的法則
科学: 原理の発見 ⇒ 社会: 文化の基礎
社会: 国家の威信 ⇒ 科学: 集中投資
技術: 人工物の発明 ⇒ 社会: 文明の基礎
(発明は必要の母)
社会: 便利・効率性の要求 ⇒ 技術: 人工物
(必要は発明の母)

次のような問題をどう考えるか？

優生学: 間違った科学が社会を支配した
IQテスト: 社会的応用が内容を歪めた
ジェンダー: 男性主導の科学の内実の検証
鳥インフルエンザ: 細菌の逆襲
タミフル: 科学的証拠と関係医師の関与
臓器移植: 再生医療と社会的要請
ウイニー: 万全でない技術の社会的受容

2. 科学と技術の近代史

- 17c: 科学革命
(ガリレオ、デカルト、ニュートン)
- 18c: 産業革命
(ワット、経験則に基づく技術革命)
- 19c: 電磁気学の完成、進化論の提唱
(ファラデー、マクスウェル、ダーウィン
自然哲学者から科学者へ)
- 20c: 科学と技術の結合
(エジソン、発明家が大企業を生み出した)
:「科学のための科学」から「社会のための科学」へ

3. 科学と技術の定義

- 科学**(ラテン語スキエンチア: **総合的な知識**)
研究によって得られ、実証によって確立した知識
(理論と実験、帰納法と演繹法)
- 技術**(ギリシャ語テクノロジー: **組織化された技量**)
系統的な経験によって得られた技量の知識
(科学知を人工物に活かし、
生産力と生活に役立てる)

日本語の「科学技術」は何を意味しているか？

4. 科学と技術の対比

科学	技術
原理、法則(発見知)	応用・開発(創造知)
普遍(グローバル)	特殊(ローカル)
単純系(理想状態)	複雑系(現実世界)
原理主義(発見)	現実との妥協(発明)
合理実証的価値	多元的価値
人間と独立(個人)	人間と密着(組織)
文化(精神的)	文明(物質的)
科学と技術の連続性と異質性の認識	

(STS2) AFFAIRS IN RELATION TO STS

(1) Various STS Related Affairs (Accidents) in Japan

- '95.1.17 Kobe-Awaji Earthquake =>2-1
- '95.3 Cult Group AUM Riot: They dispersed SARIN. =>2-2
- '95~ Accidents of Nuclear-Power Facilities (STS10)
 - '95 Sodium Leak from Fast Breeder Reactor MONJYU =>2-3
 - '97 Fire of Tokai Village Transaction Factory
 - '99 JCO: Critical Chain Reaction =>2-3
 - '03 Destruction of Water Vapor Tubes in Mihama Power Plant
- '96.1 Hidden Pharmacy Injury of AIDS =>2-4
- '99.3 Tunnel Destruction of Sanyo-Sinkansen=>2-5
- '00 Food Pollution and Poisoning in Yukijirusi (Snow Brand)
- '01 BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy, Mad Cow Disease) in Japan
- '02 Establishment of Human Embryo Stem Cell (ES Cell, CLONE) (STS11)
- '03 Destructions of Old Facilities in Big Companies
- '04 Recall of MITSUBISHI Motor Company
- '05 Railway Accident of JR West Japan =>2-5
- '06 Disclosure of Fabrications of Scientists (STS6)
- '06-'07 Disclosure of Hidden Accidents and Data Fabrications of Power Companies

What do you think about these STS related accidents ?

(2) Representative Cases

2-1 Kobe-Awaji Earthquake

CAN AN EARTHQUAKE BE PROGNOSTICATED ?

Earthquake prediction is impossible in regards to

WHEN, WHERE and WHAT SCALE an earthquake would happen.

Science of a complex system is immature.

What is the probability of earthquake happening ?

Scientists must be HONEST in respect to what he/she does not know.

Dialogue with Kanamori Hiroo

2-2 Cult Group AUM Riot

WHY DO MANY COMPETENT YOUNG PERSONS COLLABORATE WITH AUM PARTY ?

Mind Control: Why are they easily mind-controlled ?

Science Literacy Education is necessary.

Relation between science and religion must be made clear.

Experience in Osaka University

2-3 Accidents of Fast Breeder MONJYU: KarmanVortex Street

WHY SUCH A SIMPLE ACCIDENT HAPPENED ?

Engineers were occupied by SAFETY MYTH.

Not depending only on experience, engineers must learn THEORY.

Destruction of Takoma bridge

JCO Accident : Blind spot of nuclear facility

Non-training was given for nuclear fuel-production.

Necessity of sound opponents or criticism

2-4 Pharmacy Injury AIDS

WHAT IS STRUCTURAL DRAG POISONING ?

Strong connection among Industries, Bureaucracy and Academy.

We must accuse the responsibility of EXPERTS.

This is the first case for a medical doctor to be accused by the criminal law.

Utility of scholars in politics

No-accountability system

Administration -(consultation)->Expert Council -(reply)->Administration

Proposal of a fake theory

Minamata disease (Amin theory, Minamata virus theory, Unidentified patients)

Preliminary responsibility and resultant responsibility

2-5 Railway Accident of JR West (Takarazuka line) Japan

WHAT IS A REAL CAUSE ?

Driver, who failed train: Managers, who compressed drivers: Guests, who hastened train.

Modern technology accelerates time saving, moneymaking and industrial competition.

Tunnel Destruction in Sanyo-Shinkansen

Rapid economic growth ==>Quick construction

Ballast with salts (Cancer of reinforced concrete)

Over pouring of water to cement

(Terada Torahiko) Higher the civilization level is, higher the artificial risks are.

参考文献

『地震と社会 上下』外岡秀俊、みすず書房。

『科学時代の知と信』J. ポーキングホーン、稲垣久和、濱崎雅孝訳、岩波書店。

『ノーモア薬害』片平きよ彦、桐書房。

『厚生省の「犯罪」』毎日新聞社薬害エイズ取材班、日本評論社。

『裁かれるのは誰か』原田正純、世織書房。

『医学者は公害事件で何をしてきたのか』津田敏秀、岩波書店。

『科学技術のリスク』H. W. ルイス、宮永一郎訳、昭和堂。

STS2: 科学と技術を巡る諸事件



1. 過去十数年の 科学・技術に関わる事件

- 06-07 電力会社の事故の隠蔽の暴露
- 06 科学者の不正行為の暴露
- 05 JR西日本の脱線事故
- 04 三菱自動車のリコール
- 03 大企業の老朽施設の破壊事故
- 02 人間のES細胞の確立
- 01 日本におけるBSEの発生
- 00 雪印の食品汚染



科学・技術に関わる事件(2)

- 99 山陽新幹線のトンネル崩壊事故
- 96 葉害エイズ問題
- 95-03 数々の原発を巡る事故
 - 95 高速増殖炉「もんじゅ」ナトリウム漏出
 - 97 東海村再処理工場火災事故
 - 99 JCO臨界事故
 - 03 美浜原発の蒸気細管破断事故
- 95 オウム騒動
 - 神戸・淡路大震災



2. 各論(1)兵庫県南部地震

地震は「予知」できるか？

3点セットが必要

いつ、どこで、どのような強さで起こるか。

地震は(当分)予知できない—科学者は知っている
破壊の科学—「複雑系」—は未成熟

地震確率とは何を意味するか？

金森博雄氏との対話



各論(2)オウム騒動

なぜ、科学の教育を受けた若者が
多く入信し、騒動に加担したか？

マインドコントロール
(教祖の空中飛揚を信じた！)

科学リタラシ教育の必要性
科学と宗教の関係を問う必要
大阪大学における経験



各論(3)「もんじゅ」の事故

なぜ、そんなに単純な事故が起こったか？

カルマン渦—木枯らし—の発生
技術者は、「安全神話」を信じ込んでいた
技術者は、理論を軽視する傾向がある
タコマ橋の教訓—共鳴振動の発生
(1匹の犬と市役所吏員)
JCOの臨界事故—手抜きは拡大する
(5円玉の利用)



各論(4)薬害エイズ

構造薬害とは何か？

企業と官僚と学界の癒着構造
医学者と厚生省官僚が薬事法で
刑事訴追を受けた最初の事件

政治における専門家(科学者)の利用法

- (1)無責任行政—審議会が隠れ蓑
- (2)まやかし理論の提唱—水俣病



各論(5)JR西日本の脱線事故

本当の原因は何か？

運転手、管理者、乗客
技術によって人々の時間が加速されている
(寺田寅彦)

文明が進歩するほど災害の被害は大きくなる
山陽新幹線のトンネル崩壊事故
高度成長期—工期の短縮、資材の不足
塩分が残った砂利、セメントの加水



(STS3) HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

(1) Origin of Technology

About 5 My ago, the ancestors of human beings stood up by two legs.

Since both hands become free, human beings acquired the freedom of handling and were able to touch, bring and work.. Also, they could get far distant views.

About 2 My ago, human beings began to make stone implements. By using them, they went to hunting.

Stone implements are the **FIRST TECHNOLOGY**.

About 500 thousand years ago, primitive men like Java men and Peking men used the fire.

By the fire, they protected from cold winters, lighted nights, defended from wild animals, and cooked with fire. (Religious ceremony is questioned.)

Fire use is the **FIRST REVOLUTION OF TECHNOLOGY**.

(2) Origin of Science

About 50 thousand years ago, human beings got out from Africa and prevailed over the world.

The first intellectual activity is the wall painting (**CULTURE**) and burial ceremony (**RELIGION**).

About 30 thousand years ago, human beings began to domesticate animals like dogs, cattle and pigs.

Animals were used for help of the labors and protection. Mammoths became extinct.

About 10 thousand years ago, human beings began the agriculture.

Agriculture is the **FIRST REVOLUTION OF SCIENCE**.

They found the eatable seeds, sowed seeds according as seasons, and chose excellent seeds with plenty yields and good taste, making staple foods like rice, wheat, barley, potato and corn.

Agriculture brought a big change in the human history.

Settlement, Free of hunger, Make storage, To feed many people, To exchange surplus, To cooperate for irrigation.==>Civilized Society

(3) Oldest Science

Astronomy: Time and Calendar, Solar and Stellar Motion.==>Astrology

Mathematics: Counting and Writing the Number, and Calculate the Amount.

Egyptian calendar (365 days 6 hours per year plus leap year per every 4 y)

Geometry (Flood of the Nile river and measure the waste land)

Babylonia culture (Pastoral life in night ==> To determine direction and time by constellation

==> Motion of planets ; 1 week = 5 planets, sun and moon)

(4) Science as Natural Philosophy

Ancient Greek

BC 580: Thales: Eclipse, Element (Water) ==> 4 Elements (Fire, Air, Water, Earth)

BC 520: Pythagoras: Irrational Number, Cosmic System

BC 510: Hekataios: World Map

BC 440: Demokritos: Atom and Vacuum

BC 400: Plato: Idea, Platonic Polygon, Cosmology

BC 350: Aristotle: Earth Centric Universe, Logic, Round Earth, 5th Element (Ether)

BC 300: Euclid: Geometry

BC 280: Aristarchus: Heliocentric Universe, Relative Distance to Moon and Sun

BC 260: Archimedes: Buoyancy's Principle, Geometry, Cooperation to Military

BC 240: Eratosthenes: Size of Earth

BC 150: Hipparchus: Distance to the Moon, Star Map, Precession, Astrology

Generally, they do not like experiments.

(5) The Night before Science Revolution

Arabian Science: Cultural Exchange between the East and the West

12c University: Bologna, Paris, Cambridge, Oxford

13c Islamic culture (Roger Bacon)

14c Renaissance=Recovery of Humanity

Paper Manufacturing, 3 Big Innovations (Printing, (Gun) Powder, Compass)

15c Voyage to India, Asia and New Continent ==> Collection of Plants and Animals

==> Natural History

(6) Science Revolution

16c Copernicus: Heliocentric Universe

17c Galileo: Experiments, Observation by Telescope (1609)

Descartes: Scientific Method (Reductionism, Skepticism)

Newton: Differential-Integral Calculus, Laws of Motion, Universal Gravitation

18c Natural History==>Botany, Zoology, Mineralogy, Geology

Alchemy==> Chemistry

Perpetual Motion==>Physics

Heat Engine==>Thermodynamics

Naturalist, Natural Philosopher

(7) Industrial Revolution

1709 Newcomen: Coke==>Coal Mine==>Drain Water==>Steamer==>Heat Engine

1764 James Watt: To Combine the Piston with Cylinder

Ups and Downs Motion==>Rotary Motion==>Power Machine ==>Spinning Factory

All were innovated by experience, and then thermodynamics was established.

Results of Industrial Revolution

- (1) Environmental pollution by coke combustion.
- (2) Employment problem: Unemployment of skilled workers, Long time labor
- (3) Mass production, mass consumption, mass rejection==>Environmental Problem
- (4) Establishment of capitalism: Market policy

(8) The 19th Century

Geology (1802 Hutton: 1830 Lyell: Gentle Change Earth) ==> Geophysics, Mineralogy

Chemistry (1803 Dalton; Atomic theory)

==>Dyes, Medicines, Fertilizers, Films ==>Chemical Materials

Biology (1859 Darwin; Origin of Species) ==>Theory of Evolution

Physics (1864 Maxwell; Electromagnetic Theory) ==>Electricity

Scientist: 1848 Huxell

Thomas Henry Huxley: Bulldog of Darwin

University: Science for Science == Humboldt Model

Inventor: Edison, Carnegie, Ford, DU Pont, Siemens, Bell, Diesel, Daimler, Benz, Marconi

College or Polytechnic: Application of science to technology

参考文献

『科学者とはなにか』村上陽一郎、新潮社。

『科学思想のあゆみ』Ch. シンガー、伊東俊太郎、木村洋二郎、平田寛訳、岩波書店。

『科学史へのいざない』大野誠編著、南窓社。

『科学史を考える』大沼正則、大月書店。

『科学の文化史』平田寛、朝倉書店。

『反=科学史』P. チュイリエ、小出昭一郎監訳、新評論。

『科学の歴史 上下』S. メイスン、矢島祐利訳、岩波書店。

『技術の歴史』R. J. フォーブス、田中実訳、岩波書店。

STS3: 科学と技術の歴史

1. 技術の起源

500万年前 日本足歩行

両手の解放、手作業の開始

200万年前 猿人(ホモハビリス)石器製作

人類最初の技術導入

50万年前 原人(ホモエレクトス)火の使用

人類最初の技術革命

(焼き物、ガラス、金属などの生成)

2. 科学の起源

5万年前 出アフリカ

洞窟壁画(文化)、埋葬儀式(宗教)

3万年前 野生動物の家畜化

1万年前 農業の開始—主食の発見

最初の科学革命(遺伝の操作): 女性

農業の発展が文明社会を作り上げる発端

定住、飢えからの脱出、貯蔵、交換、

共同作業、分業、階級の出現

3. 最古の科学

天文学: 時間(季節)の決定—暦の作成

太陽・惑星・恒星の運動—空間認識

宇宙論: 1週間(7つの星)

数学: 幾何学(土地の測量)、三角法

数と量の測定(交換)、その計算・記述

4. 自然哲学(1)

- BC580 ターレス(最古の「科学者」)
物質の成り立ち(水)
- BC520 ピタゴラス(数秘術)
幾何学、無理数、宇宙構造
- BC440 デモクリトス
原子論、空虚(真空)
- BC400 プラトン(アカデミア)
アイデア説、プラトン立体、天動説

自然哲学(2)

- BC350 アリストテレス(万学の祖)
天動説宇宙体系、論理学(演繹法)
動物の分類、5つの元素
- BC300 ユークリッド: 幾何学原論
- BC280 アリストアルコス
地動説、月と太陽の相対距離
- BC260 アルキメデス
浮力やテコの原理、軍事協力
- BC150 ヒッパルコス
月の距離、星図、歳差運動

4. 科学革命前夜

- アラビア科学: 東西の文化交流
ヘレニズム文化の保存・発展
- 12c 大学の創設: ボローニャ、パリ、
オックスブリッジ(学生による講師の雇用)
- 13c イスラム文化革命(ロジャー・ベーコン)
- 14c ルネサンス=>文化の復興
- 15c 大航海=>博物学
3大発明(印刷術、火薬、コンパス)<=中国から

6. 科学革命

- 16c コペルニクス: 天と地の交代
- 17c ガリレオ: 実験的・数学的手法、望遠鏡
デカルト: 要素還元主義、二元論(機械論)
ニュートン: 微積分、万有引力、
運動の法則、魔術的(錬金術)
- 18c 博物学の隆盛
近代科学の萌芽
錬金術=>化学、永久機関=>物理学
博物学=>植物学、動物学、鉱物学
自然哲学

7. 産業革命

18c ニューコメン、ワット
石炭の利用=>鉱山の開発=>排水
=>熱機関=>回転運動の利用
->動力源から生産機械へ
エネルギー革命と機械制生産体制への移行
科学とは独立した**経験則**から
(**「熱力学」**が後追いついた)

産業革命がもたらしたもの

- (1) 環境・公害問題—ロンドンのチヨウ
- (2) 労働者の雇用問題
—産業構造の変化=>雇用形態の変化
- (3) 大量生産・大量消費・大量廃棄構造
- (4) 資本主義の興隆
—市場原理(「神の隠れた手」)
—投資=>生産=>販売=>回収=>
すべて現代に通じる問題—産業革命の継続

8. 19世紀

近代科学の成立=>専門化の進行
地球科学—ハットン、ライエル
化学—ドルトンの原子論
生物学—ダーウィンの進化論
物理学—マクスウェルの電磁気学
科学者 (scientist) ヒューエルの造語(1948年)
大学: 科学のための科学(フンボルト・モデル)
発明家: エジソン、カーネギー、フォード、ベンツなど
工学専門学校と企業研究所の創設

振り返ってみると

文明の「進化」の加速—30分の1の法則
1万年前 農業革命—第1次産業
300年前 産業革命—第2次産業
10年前 情報革命—第3次産業
生産力の不均衡—世界の「非対称」の拡大
J. ダイヤモンド「銃・病原菌・鉄」(草思社)
次の「革命」はいつ? 何が牽引するか?

(STS4) SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE 20th CENTURY

The 20th century is characterized by

Electricity, Chemistry, Nuclear Energy, Wars, Capitalism versus Communism.

Growth of power of a bomb:

Epoch	Explosive Power	Flying Distance	Killed Number
Civil War (1860)	20 kilogram (cannon),	10km,	5
1st World War	2 ton (4000 pond bomb),	100km:	50
2nd World War	20 kiloton (Atomic Bomb),	4,000km	200,000
Cold War	20 megaton (Hydrogen Bomb),	10,000km:	2,000,000

Explosion power of a bomb evolved by 1 billion times and explosive power times flying distance evolved by 1 trillion times within 100 years.

(1) The First Half of the 20th Century

Heavy (重), Thick (厚), Long (長), Large (大)

Ford-ism: Division of Labor + Assembly Line \implies Mass Production

GM (Sloan Method): Model Change \implies Mass Consumption

Toyota: Kanban-ism (Just System) \implies Decrease of Stock

\implies Convenience Store, Temporary Staff

Fundamental Science: Classical Physics

Newton Dynamics, Electro-Magnetic Theory, Thermodynamics

Industry: Motor, Machine, Iron Manufacturing, Chemical Production, Electricity

(2) The Second Half of the 20th Century

Light (軽), Thin (薄), Short (短), Small (小)

Control of Electrons: Vacuum Tube \implies Transistor \implies Semi-conductor

Electronic Revolution \implies Information Technology (IT) Revolution

Atomic Energy: Nuclear Fission \implies Atomic Bomb, Nuclear Reactor

: Nuclear Fusion \implies Hydrogen Bomb, (Fusion Reactor ?)

Nuclear War \implies Nuclear Winter

Cold Fusion

Molecular Biology: Double Helix \implies Gene Modification

Genetically Modified Foods (Tomato, Corn, Potato, Wheat, Cotton, Rice)

\implies 2nd Generation GMF

Gene Bank, GM Organisms, Genetic Map, Genetic Diagnosis

Bio-technology (BT) Revolution \implies 21st Century

Fundamental Science: Quantum Mechanics, Nuclear Physics, Molecular Biology

Industry: Medicine, Medical Industry, Nursery, Electricity, Information Industry

(3) Problems

Earth Environmental Problem(8.2)

Global Warming, Air Pollution, Water Pollution, Destruction of Tropical Forest,
Destruction of Ozone Layer, Acid Rain, Environmental Hormone

Energy Resources Problem (8.1)

<= Natural (Underground) Resource Civilization

Infinite Resources==>Mass Production

Mass Consumption

Mass Rejection ==> Infinite Environment

Control of Atomic Energy (8.3)

Control of Human Life in place of God (8.4)

Information Society Problem (8.5)

参考文献

『百億の星と千億の生命』C. セーガン、滋賀陽子、松田良一訳、新潮社。

『飛び道具の人類史』A. W. クロスビー、小沢千重子訳、紀伊国屋書店。

『科学技術論講義』小泉賢吉郎、培風館。

『科学技術時代への処方箋』調麻佐志、川崎勝編著、北樹出版。

『エジソン発明会社の没落』アンドレ・ミラード、橋本毅彦訳、朝日新聞社。

『百億の星と千億の生命』C. セーガン、滋賀陽子、松田良一訳、新潮社。

『ヤバな科学』池内了、晶文社。

『科学は今どうなっているの?』池内了、晶文社。

STS4: 20世紀の科学・技術



20世紀を特徴づけるもの

電気の世紀
化学の世紀
原子力の世紀
戦争の世紀
植民地解放
資本主義対社会主義

科学・技術が文明の基礎であった



爆弾の「進化」

時期	爆発力	飛翔距離	犠牲者数
1860	20kg	10km	5人
WW1	2トン	100km	50人
WW2	20kトン	4000km	20万人
1960	20Mトン	10000km	200万人
	10億倍	1000倍	40万倍

100年の爆弾の進化は科学者の協力こそ



1. 20世紀前半の特徴

重厚長大の時代

機械、クルマ、鉄鋼、化学物質、電気製品

基礎科学: 力学、熱力学、電磁気学

例: クルマ生産の「進化」

フォードイズム: 分業と流れ作業: 大量生産

GM(スローン): モデルチェンジ: 大量消費

トヨタのカンバン方式: 在庫の減少

=> コンビニ、人間の使い捨て



2. 20世紀後半の特徴

ビッグサイエンスと軽薄短小の時代

原子力、宇宙科学、エレクトロニクス、バイオ

基礎科学: 量子力学、分子生物学、核物理学

例: 電子の制御

真空管=>トランジスタ=>半導体

=>IC=>LSI=>IT革命

例: 原子力の制御

原爆、水爆、原発

核戦争の恐怖—核の冬



3. 問題点

(1) 地球環境問題—環境容量の有限性

(2) エネルギー・資源問題

—地下資源の有限性

(3) 原子力の制御

(4) 人間の生と死の操作

(5) 情報化社会の光と影

いずれも21世紀の課題となっている



(STS5) TRANSFIGURATION OF SCIENCE

Through the 20th century, Science has changed much, and Science and Technology become intimate terms (close association).

Science has transfigured in this century.

(1) Militarization of Science

(a) Archimedes (BC 250) : Cyracuse War with Rome

Lever's Principle : Iron Nail, Parabolic Plane-Focus of Light, Stone Sling

Cooperation of Individual Scientist: Scientist is useful to the war.

(b) General Mobilization of Scientists in the World War 1

Airplane (1903 Wright Brothers==>1915 Combat plane

Submarine (1885 Fulton)==>1914 U-boat

Tank (19c Farmer in California)==>1914 Tank

Chemical Weapons (Fritz Haber: Poison Gas)

Terada Torahiko, F.Soddy, C.Weizmann, P.Langevin, Irene and Joliot Curie

Many new weapons are proposed by Scientists.

(c) Mobilization to Special Projects in the World War 2

Manhattan Project (6000 Scientists)

Oppenheimer< E.Fermi, L.Szilard, H.Bethe, H.Urey, R.Feynman

(Japan: Nishina, Arakatsu, Yukawa)

(Germany: W.Heisenberg, von Weizsacker)

Radio Technology (Radar, Magnetron, Sonar)

Rabi, Tomonaga

Transportation (Jet Plane, Rocket-Missile)

Von Braun

New Material (Teflon, Ball-point Pen, Spray)

Bio- and Chemical- Weapons (731 Unit, SARIN)

Any Technologies are used as Military Use and Consumer Use

==>Dual Nature of Science and Technology

==>Do All Technologies Come from Military Technology (Spin-off) ?

(Computer, CCD, Internet, Radar, Nylon, Microwave Oven, Diesel Engine, Sonar, Spray, Frozen Food, Ball-point Pen)

(d) Attraction of military research for scientists

- (1) To use research money and materials relatively freely,
- (2) To be able to make usually forbidden experiments (live human experiment),
- (3) To escape from military conscription (Nakaya's anecdote),
- (4) To satisfy their own patriotism.

Science is universal and international, and scientists should not be caught by narrow patriotism.

(e) Vain of military research

- (1) To pay useless money (dishonesty, cheat, padding),
- (2) Not to use in every day life (too expensive, too dangerous),
- (3) To classify the know-how or secret development (CCD).

(2) Institutionalization of Science

Science becomes an important institution of nation.

==> Nation is the Greatest Sponsor to science and technology.

For National Technology Development (Science-technology fundamental plan)

For Raising National Prestige

Space Development Competition

V2 Rocket by Nazis

Sputnik (1957) <==> Explorer (1958)

Apollo Project, Space Shuttle, International Space Station (ISS)

Satellite for Practical Use (Meteorological, Communication, Resource Exploring

Stationary (Synchronous) Satellite,

Spy (Reconnaissance) Satellite

Satellite for Science Use (Cosmology, Astrophysics, Solar & Planetary Physics)

Accelerator, ITER, Antarctic Expedition,

(3) Technologization and Commercialization of Science

Quick Technologization

Principles and Natural Laws ==> Manufactures by Technology ==> Society

Nuclear Weapons, Genetically Modified Foods

Dual Nature of Technology

Military Use <==> Consumer Use

Knife, Rocket, Tie, Bike, Radio

==> Artificial Intelligence, Robot, Nanotechnology

Monopoly and Competition

Patent (Intellectual Property Right, Exclusive Right)

AIDS problem in Sub-Sahara Countries

Patent Protection <==> Humanity Use

参考文献

『禁断の科学』池内了、晶文社。

『寺田寅彦と現代』池内了、みすず書房。

『戦争の科学』E. ヴォルクマン、茂木健訳、主婦の友社。

『ロバート・オッペンハイマー』藤永茂、朝日選書。

『原爆をつくった科学者たち』J. ウィルソン編、中村誠太郎、奥地幹雄訳、岩波書店。

『医学者たちの組織犯罪』常石敬一、朝日新聞社。

『生物兵器と化学兵器』井上尚英、中公新書。

『科学の社会史』廣重徹、岩波現代文庫。

STS5: 科学の変容



変容

- (1) 科学の**制度化(体制化)**—20世紀初頭
- (2) 科学の**軍事化**—第1次世界大戦
- (3) 科学の**技術化**—20世紀初頭
- (4) 科学の**商業化**—第2次世界大戦後

『科学の終焉』(1997, J・ホーガン)
要素還元主義と複雑系の科学



変容(1): 科学の制度化

科学が**国家の重要な機関**となった

国家が科学・技術の最大のスポンサー

国家の科学技術政策(基本計画)

国家の威信を保つ

例: 宇宙開発競争

加速器競争

ITER(国際熱核融合実験)炉

南極探検



変容(2): 科学の軍事化

(1) アルキメデス(BC250)シラクサ戦争

個人としての軍事への参加

(2) 第1次世界大戦: **科学者の動員**

飛行機、潜水艦、戦車、毒ガス

F・ハーバー、寺田寅彦、ソディ、ワイズマン

(3) 第2次世界大戦: **科学目的への総動員**

マンハッタン計画: オッペンハイマー

電波技術(レーダー、殺人光線、ソナー): 朝永

飛行技術(ジェット機、高速爆撃機、ミサイル)



科学・技術の二面性

いかなる科学・技術も二面性がある

軍事用と民生用

軍事開発=>民生利用(スピノフ)

コンピューター、インターネット、CCD、
ナイロン、レーダー、電子レンジ、ソナー

民生開発=>軍事利用(スピノオン)

飛行機、レーザー、ロボット



軍事研究の魅力と難点

(魅力)

- (1) 金と資材が自由に使える
- (2) 普段ではできない実験ができる(人体実験)
- (3) 徴兵から逃れられる(中谷のケース)
- (4) 自らの愛国心を満足させられる

(難点)

- (1) 無駄金が多い(不正、虚偽、水増し、横流し)
- (2) 日常生活には無意味な開発が多い
- (3) 秘密研究で開発が遅れる(CCD)



変容(3):科学の技術化

急速な技術化が人間の生活を変える

私たちの選択ではない

(例)

核兵器による世界の破滅の恐怖

遺伝子組み換え作物(食品)

デジタル放送

情報の一元化



変容(4):科学の商業化

市場主義が科学を制限する

特許(知的財産、占有権):発明の権利一独占権

特許を買い取って破棄する一使わせない

特許弁護士の暗躍

DNA、有用植物や動物の特許、大学は商業か

特許と入権:エイズ治療薬の特許問題

特許の期間:

20年(人工物)、50年(作家)、70年(映画)

延ばそうとする動きは許容できるか?



(STS6) ETHICS AND SOCIAL RESPONSIBILITY OF SCIENTISTS

(1) Three Ethical Responsibilities of Scientists

- (a) Moral standard or Ethics
- (b) Accountability
- (c) Social responsibility

(2) Moral Standard or Ethics

Moral: General living standard of individual behavior

Prima Facie: common axiomatic moral: not to lie, true to word, justice, acknowledgement

Ethics: General moral standard in relation to public and society

Human relations: unfairness, cheat, prejudice, bias, comparison of persons

(Garret Harding: sinking boat problem: utilitarianism or sentimentalism)

(Live human experiment: radio activity, pharmacy, vaccination)

Law: Forbidden when giving mental and physical harm to others

Criminal act: evident harm must be verified.

(Case: as a member of council, propose a false theory, fabrication of data)

2-1 Ethical Violation

- (a) Simple error
- (b) Sloppy research conduct
 - Corner-cutting, lack of enthusiasm, carelessness
- (c) Criminal act in science research
 - Not judged by laws: Fabrication, Falsification, Plagiarism
 - Judged by laws: Illegal use of budgets
- (d) Conduct in relation to injustice act
 - Revenge, ill will, unfair treatment, secrecy
- (e) Deviation from fairness
 - False application, duplicated publication, incomplete note, ignorance of specific person, Nuisance

What is PROFESSION (different from occupation) ?

(Profess=Pro(in front of) + fess (declare)====>Pledge the fairness to the God

- (1) Expertness
 - Specific, professional knowledge ⇔ Exclusive right
 - <-- Institutional system (Education, Training, NURTURE)
- (2) Autonomy (Self-Control)
 - Not Accepting Intervention and/or Indication from other Group
 - <-- Group independence, autonomous right
- (3) Specific Moral (Duty Regulation)

To conform the moral duty for all constituents (Members)

Moral standard is adopted in

Medical Doctors, Lawyers, Trained Nurses

<-- They are related to client's life and fortune.

Agreement between profession and society

Profession offers the service to society and approves to do genuine work.

Society provides honorable status to profession and accepts its autonomy.

Ideal moral in science

Custom in truth: universality, public spirit, unselfish, objectivity, organized skepticism

Donation to others: contribution to public (result supply, serve for public, work as a reviewer)

It is necessary for scientists and engineers to establish the moral standard.

(ex) Challenger Disaster

An executive, who is promoted from engineer, opposed to shoot the space shuttle Challenger in the first because of deformation of nozzle. But, he was declared by CEO such that you should take off your engineer's cap and wear the manager's cap. Then, he agreed to shoot and the Challenger shooting failed.

Professional Discipline (Missionary Mind and Moral as a Profession)

(1) Intelligent Faithfulness

(Faithful to Truth) (君子豹變、小子革面)

(2) Accountability as an Expert

Only the expert can see, look through and forecast

Limitations, Bad-Influences and Results.

(3) Disclose the Facts

Life is much more important than face.

When you are captured by nearby cost, you suffer bigger long-term loss.

(4) Be a citizen before scientist and/or engineer.

Can you talk with your child on your work honestly and proudly.

2-2 Accountability of Scientists to Society

Institutionalization of science

Nation state supplies money, equipment, and personnel to scientists in university by using tax.

Taxpayers have a right to be accounted from scientists to use them properly.

Scientists have a duty to explain that they use them for research and education effectively.

How is this accountability investigated ?

University Plan-Execution-Evaluation-Reflection to Resource Allocation

2-3 Social Responsibility of Scientists

Make use of knowledge and experience of scientists for society:

Only scientists can see the know-how of scientific results and inform their opinions rightly in order to improve the public welfare and to suppress the technological harms.

==>To work as members of councils,

To communicate scientific facts by books, lectures and mass media,

To participate in various movements.

Science and Society

Frank report (June of 1945)

In this report, the social responsibility of scientists was proposed, who have plenty of knowledge in relation to sciences. Scientists are responsible for the public use of scientific results.

Dual Nature of Sciences

Scientific results can be utilized for civilian use and military use. It looks science is neutral in value. However, scientists have moral responsibility for the use of scientific results.

(Appendix 1) Risk Evaluation vs Safety Evaluation

Risk is not shown. = Safety is proved.

IS IT EQUIVALENT ?

Evolution of Risk Evaluation

Urgent Toxicity==> Cancer Induction==> Chronic Illness(==> Precautionary Principle)

(Appendix 2) Background of Accidents

J.G.Gordon: Structure or Why Things Don't Fall Down?

Accidents Occur Due To

SIN, ERROR (FAULT) and METAL FATIGUE

There are few accidents, which are not related to the MORAL.==> SIN

Carelessness, Intentional Omission, Inattentive, Territory, Self-Respect,

Face, Self-Conceit, Self-Importance, Envy, Greed (Avarice),

Narrow-Minded, Political Consideration

参考文献

『科学者をめざす君たちへ』米国科学アカデミー編、池内了訳、化学同人。

『サイエンス・エシックス』D. E. ニュートン、牧野賢治訳、化学同人。

- 『科学の倫理学』内井惣七、丸善。
- 『科学者の社会的責任』朝永振一郎全集第5巻、みすず書房。
- 『科学者の不正行為』山崎茂明、丸善。
- 『論文捏造』村松秀、中公新書ラクレ。
- 『国家を騙した科学者』李成柱、ベ・ヨン・ホン訳、牧野出版。
- 『科学技術倫理を学ぶ人のために』新田孝彦、蔵田伸雄、石原考二編、世界思想社。
- 『構造の世界』J. E. ゴードン、石川廣三訳、丸善。

STS6: 科学者の倫理と社会的責任

1. 科学研究者の3つの責任

- ある程度の自由度が許容されている—**倫理責任**
教育・研究が主な仕事
言論の自由がある
- 税金で研究と生活が保障されている—**説明責任**
社会から付託されている
- 科学者にしかできないことがある—**社会的責任**
専門家としての役割
科学的想像力を活かす

2. 科学者の倫理

モラル(道徳)と倫理と法

モラル:個人としての振舞いの一般的規範

倫理:公衆や社会との関連の一般的規範

法:他人への精神的・物質的危害

倫理(Prima Facie:共通の自明のモラル)

忠誠(ウソを吐かない、約束を守る)、感謝、公正、善行、自己改善、他人を傷つけない

功利主義倫理学—「沈没船の倫理」(ハーディング)

2. 科学者の不正行為—倫理違反

- 単純な間違い
- ズサンな研究行為—一手抜き、熱意や注意力不足
- 科学上の「犯罪」—捏造、偽造、盗用
法律では裁かれない
⇨法的犯罪:研究費の不正行為、ハラスメント
- 不正行為に関わる事象—報復、悪意、処理違反
- 逸脱行為—虚偽申請、重複出版、不備な実験ノート、特定個人の無視や研究妨害

3. 専門職とは？

専門職として(一般の職業との違い)

- (1) 専門の訓練、サービスの独占権
- (2) 職域における自治がある
- (3) 倫理基準によって規制される

専門職と社会の契約

専門職は、社会にサービスし、誠実であることに同意し、社会は、専門職に名誉ある地位を与え、自治を容認する

4. 専門家の倫理

専門家は2つの契約をしている

内部契約: 構成員同士の関係

外部契約: 社会との関係

科学におけるモラルの理想

「真実の習慣」: 普遍性、公共性、無私性、客観性、組織化された懐疑主義(批判に開かれていること)

「贈与の経済」: 何かに寄与する(成果の提供、ピアレビュー、責任者となる)

チャレンジャー事故の教訓

技術者出身の役員

始め、低温下の打ち上げに反対したが、
(低温下でノズルが変形する)

経営に追い詰められていたCEOから、
「技術者の帽子を脱いで、経営者の帽子を被れ」と言われて、打ち上げに同意、
ノズルからガスが漏れて爆発した

組織と個人の相克をいかに克服するか？

専門家の自己規律

- (1) **知的に誠実**であること
真実に忠実: 君子豹変、小子革面
- (2) 専門家としての**想像力の発揮**
限界、悪影響、結果が想像できる
- (3) **事実の公表**
オープンな議論こそ科学の真髄
- (4) **市民としての感覚**を忘れない
客観的に自己を見つめる

5. 社会への説明責任

- ・科学の「制度化」
科学が国家の重要な1部門となった
- ・それらが「有効に」使われているかの説明
研究・教育のために正当に使用している
(国家に隷属することではない)
- ・どこまで責任があるか？
父兄懇談会、就職の世話、卒業者の犯罪
の責任、「評価」漬け

6. 科学者の社会的責任

- ・専門家としての知識・経験を活かす
科学者でなければわからないこと
科学としての判断を公正に伝えること
公衆の福利を増進させること
科学・技術の危害を抑止すること
- 各種委員・審議会・相談役などの役職
講演・著作・マスコミなどで「伝える」役
割、さまざまな運動への参加

JASONという団体

- ・著名な科学者が、軍や政府に対し
国家(軍事)戦略・戦術を提案する
(ベトナム戦争、ミサイル防衛、CTBT)
- ・愛国的な行為である(科学の有効利用)
- ・報酬は大してもらっていない
非公開・秘密報告である(メンバーも秘密)
- 著名であることを最大限に利用
科学の意識的悪用である

科学と社会

- 科学と社会の関係を考える
- ・フランク報告(1945年6月)
「一般の人より多くの知識を持つ科学者の
社会的責務」の提言
- 朝永振一郎著作集第5巻
『科学者の社会的責任』(みすず房)
- 湯川秀樹、坂田昌一、武谷三男
ただし、原子力利用(原爆)に集中していた

科学の二面性

(1) 正の側面(光)と負の側面(影)

(例)ロケット、コンピューター、レーダー、
ロボット、ナノテクノロジー

正確に把握し、社会に伝える義務がある

(2) 科学の知見に白黒がつけられない場合

(科学は部分から全体に至る)

(例)複雑系の科学、個の多様性

現代科学の限界が社会に理解される必要

科学は中立か？

科学の二面性から、
社会の選択に関わる部分が多いのは事実だから、
科学者には責任がないのか？

(例)マンハッタン計画、ウィニー事件
科学者の道義的責任はあるだろう。

科学の知見が

いかに使われるか、の「想像力」

何をもたらしたか、の「現実の直視」

前もってどうすべきであったか、の「省察」

「科学と社会」を学ぶ

・科学者個人として

「想像力」と「現実の直視」と「省察」を基礎に

(1) そのような感性を持った科学者になること

(2) 社会に健全に生きる科学を考えること

(3) 科学者として何が可能であるかを考え、
できることから実行すること

(付録1) 安全性は証明できない

ある範囲内の「リスクがない」=「安全性の証明」
と言い換えている

それは同等であるのか？

(1) 範囲を超えればわからない

(2) 範囲内であっても完璧ではない

(見落とし、想定外、偶然の連鎖)

フェイルセーフの落とし穴—人間の多様性

リスク評価の進化

急性毒=>発ガン性=>慢性病=>予防原則

(付録2) 事故の背景

J. G. ゴードン『構造の世界』(丸善)

事故は、**罪と過ちと金属疲労**によって起こる
「道徳的に全く問題がない事故は
極めて少ない、それは(罪)である」

不注意、手抜き、不勉強、縄張り意識、
自尊心、メンツ、慢心、驕り、妬み、貪欲、
度量の狭さ、政治的配慮、仲間意識

(STS7) TECHNOLOGIZATION OF SCIENCE

(1) What is Technical Rationality ?

Technologization methods are plural.

Video System--- VHS versus BETA	Entertainment
Type Writer--- Row of Letters (QWERT)	Inertia
Nuclear Reactor --- PWR, BWR, Gas, Graphite	Economy or Politics
DVD Player---HDD versus Blue Ray	??

What determines these products ?

Cheap, Profitable, Efficient, Multi-Functional, Safety, Energy Saving,
Environmentally Effectiveness

Once one system is established, it is difficult to change.

It is interesting to see the reason why each product was adopted.

(2) Speed-up the Technologization

We are involved before understanding them.

Nuclear Fission \implies Nuclear Weapons \implies Nuclear Reactor

Double Helix \implies Gene Sequence \implies Genetically Modified Technology

We are directed by technology.

Computer, Mobile Phone, GPS

What do you think that innovation is a mother of necessity ?

(3) Inefficient (Expensive) Products

Technologization is not well developed, even if it is possible.

Instruments for Disabled and Aged Persons

Disposal Technology of Waste

No-accommodative to Mass Production and Mass Consumption

$\langle \implies$ No-investment for Research and Development

$\langle \implies$ Massive, Homogeneous, Concentrative Technology

\implies Small, Inhomogeneous, Dispersive Technology

List up those products which are necessitated but not well developed.

(4) What We Lose Sight of

Think about the present situation of our life.

Car Society $\langle \implies$ Urban Structure, Not taking care of human life.

Convenient $\langle \implies$ Busy days, Not reflecting.

Buying Easily and Disposable $\langle \implies$ Short Life Span of Products

Change of Technology Quality
Immediate Profits \implies Big Loss for a Long Term

Level of technology itself determines the quality of products, but society does it.

(5) Balance Between Gain and Loss

We must examine the net balance between gain and loss due to technologization.

(Gain)

Convenience, Efficiency, Efficiency/Time, Safety, Health, Longevity,
New Possibilities (Hand--Tool, Foot--Car, Train, Brain--Computer)

(Loss)

Earth Environmental Problem, City Structure, Vulnerable to Disasters
Bioethics, Busy Life, Loss of Capabilities

Tragedy of Commons (Garret Harding)

Gain is personal and short term versus Loss is global and long term.

(Fishery resources, Exhaust gas of cars, CO2 emission)

Modern Paradox (Exchange of gain and loss)

Fatness: Preserve Fat for Hunger \implies Days of Plenty Foods \implies Obesity

Sickle Shape Red Blood Anemia: Strong to Malaria \iff Weak to Anemia

<Gain for the Past Life, Loss for the Present Life.>

Gene P51: Cancer Suppression Gene \iff Heart Anemia

List up phenomena which show the modern paradox.

(Appendix) Characteristics of Technology

(a) To treat the Complex System

Design, construction and usage

(Version-up of soft ware)

(b) Contractors in three levels

Employee (Company, Higher Officers, Group)

Trustee or Clients (Secrecy, Completion)

Public (Safety, Health, Welfare)

(c) Endemic conditions

Constructing place

Applying (Using) environment

Working area

(d) Compromise

Cost and term are limited.

Used conditions

(e) Social experiment (similar to live human experiment)

Partial knowledge

Uncertain result

Non-contrast

Human relation

参考文献

『フォークの歯はなぜ四本になったか』II. ペトロスキー、忠平美幸訳、平凡社。

『はじめての工学倫理』 齊藤了文、坂下浩司、昭和堂。

『逆襲するテクノロジー』 E. テナー、山口剛、粥川準二訳、早川書房。

『最悪の事故』 J. R. チャイルズ、高橋健次訳、草思社。

『失敗百選』 中尾政之、森北出版。

『基礎からの技術者倫理』 松木純也、電気学会。

『テクノエシックス』 塚本一義、昭和堂。

『技術倫理 1』 C. ウィットベック、札野順、飯野弘之訳、みすず書房。

『工学倫理入門』 R. シンジンガー、M. マーチン、西原英晃監訳、丸善。

『誇り高い技術者になろう』 黒田光太郎、戸田山和久、伊勢田哲治、名古屋大学出版会。

STS7: 科学の技術化の問題点



1. 技術的合理性とは何か？

科学の技術化の方式は複数ある

ビデオ: VHSとベータ (テープの数)

タイプライター: QWERT (人間の慣性)

原子炉: 沸騰水型、加圧水型、黒鉛型

(軍事にコミットしていた企業の方式)

それらの方式を決めたのはなにか？

(いったん採用されると、変更は困難である)



2. 技術化が加速されている

十分理解できる前に巻き込まれてしまう

核分裂=>核兵器=>原発

二重らせん=>遺伝子=>組み換え作物

我々は技術に使われている

コンピューター、携帯電話、GPS

発明は必要の母となった！

偏った技術に使われる！



3. 非効率で高価な製品

開発は可能だが、投資が不十分で値段が高い

高齢者や身障者用器具(車椅子、介護ベッド)

廃棄物処理設備

現代の方式から外れたもの(太陽光発電)

<=これらはR&Dに十分投資されていない

原子力3000億円、新エネルギー200億円

<=大型化・一様化・集中化の技術と合わない

(小型化・多様化・分散化技術の必要)

どんなものがあるか？その理由は何か？



4. 我々は何を失ったか？

現在の生活を省みて

クルマ社会=>都市の構造、命の軽視

便利さの追求=>多忙、考えない

買い換え、使い捨て=>短寿命な製品
=>技術の質の劣化

短期の儲け、長期の損失

「安かろう、悪かろう」



5. 得たもの、失ったもの

(得たもの)

便利、効率、能率、安全性、健康、長寿命

人間の可能性の拡大(手-道具、

足-交通機関、脳-コンピューター)

(失ったもの)

地球環境、都市の構造、災害に脆弱、

多忙、能力の喪失

(繕い、糖尿病、計算、漢字、体温調節)



(付録1) 共有地の悲劇

・G. ハーディング(1968)

羊飼いは多くの共有地を使いたい

利益は個人のもので短期的

損失は全員が被り長期的

(地球という共有地: 漁業、温暖化、
クルマの排気ガス、タバコのポイ捨て)

共時性と通時性の思考



(付録2) 現代のパラドックス

かつては良い遺伝子=>現代は悪の遺伝子

肥満遺伝子: 飢餓に備えて栄養分を備蓄

現代は肥満を引き起こす

鎌形赤血球貧血: マラリアに強い体質

現代は貧血症の原因

プラスにもマイナスにも働く遺伝子

p51: ガン抑制遺伝子(血液の供給遮断)

心臓血液欠乏

パラドックスを引き起こす事象を挙げてみよう



(付録3)技術の特性(1)

- (1) **複雑系**を扱っている
設計・生産・使用段階、人間が相手
(バージョンアップしたソフト)
- (2) **3種の契約者**である
雇用、顧客、公衆
(「忠誠の内容」が異なる一水侯病の医師)
- (3) **風土(環境)の影響**が大きい
建設場所、労働場所、使用場所
(過酷な環境、思いがけない使い方)
(ダム、航空機、椅子、電子レンジ)



技術の特性(2)

- (4) **現実との妥協**が肝要一どこまで?
コストと時期の制約、十分でない環境、
使用者の条件、必要経費と儲け
(建設、医療)
- (5) **社会的実験**である一人体実験に類似
部分的な知、不確かな結果、
対照実験が不可、個人との関係
(すべての製品は独立した1個である)



(STS8) AFFAIRS SURROUNDING STS – (1)Energy and Resources Problem

Is Natural Resources Civilization Possible Forever ?

(ENERGY)

(a) History

Till 18c, Human Power, Horse Power, Ox Force, Camel Power, Wind Power

18c Industrial Revolution: Usage of Coal (Cokes)

20c Oil (Petroleum)

Mining, Transportation, Storage, Combustion, Exhaust Gas, Waste,
Raw Material for Chemical Products

20c later: Natural Gas

Liquid Fuel by High Pressure, Large Amount, Heat & Electricity
Supply, Relatively Clean (few sulfur comp. & few CO₂)

20c later: Uranium (Nuclear Energy)

Higher Efficiency, High Capacity, No CO₂

(b) Extractable Period

How long can the preservation sustain if we use it by the same rate as today ?

Confirmed Reserves/	Consumption Rate	Estimated Reserves/	Consumption Rate
Oil	47 y		45 y
Coal	275 y		1270 y
Natural Gas	83 y		247 y
Uranium	50y		?

(c) Un-Conventional Energy Sources

Tar (Heavy Oil) Sand, Oil Sand, Oil-Shell

Methane Hydrate

Methane within Basket Structure of Water Molecules--Sherbet

==> Fuel Cell

Methane resolves into Hydrogen and Carbon.

Hydrogen is combined with Oxygen to Water.

Electricity and heat are produced.

(d) Renewable Energy Sources

Solar Energy

Solar Panel (Battery) ==> Electric Energy

Solar Heat Usage ==> Thermal Energy

Bio-mass Energy ==> Combustion, Paper, Oil, Wax, Medicine, Building, Clothing

Wind Power Generation, Water (Hydro-electric) Power Generation,

Wave Power Generation , Moon- Solar Tidal Force

(Shortcomings)

- (1) Small Energy Density \implies Large Plants \implies High Cost (Economical Point)
- (2) Unstable Supply \Leftarrow Day-Night Variation, Weather Dependent, Seasonal Variation
(Stability Condition)
- (3) Area Difference (Country Gap)

It is important to combine various methods.

(MINERAL RESOURCES)

(a) Utilization

Base Metal: Iron, Copper, Aluminum, Lead, Zinc, Nickel

(Rice of Industry) Fundamentals of Industrial Products

Rare Metal: Chromium, Cobalt, Manganese, Platinum, Gold, Silver, Tungsten

(Vitamin of Industry) Multiple Function of Machines

Semi-Conductor: Silicon, Cadmium, Tellurium, Germanium, Gallium

(Brain of Industry) Computer Element (Tip)

(b) Extractable Period and Usage

Base Metal: Iron (210 y), Bauxite (100 y), Copper (54 y), Lead (45 y),
Zinc (58 y), Tin (55 y), Nickel (124 y)

Rare Metal: Raw Material of Alloys

(Lithium : Battery), (Germanium, Gallium : Semi-Conductor),

(Platinum : Catalyst), (Cobalt : Small Magnet), (Titanium : Eyeglass Frame)

(c) Problems

- (1) Uneven Distribution in Developing Countries : Unstable Supply
- (2) Monopoly by Developed Countries : Political Price Control
- (3) Intense Price Variation due to Conflicts between Developing and
Developed Countries

(WATER RESOURCES)

(a) Upstream and Downstream Countries

Pollution, Utility

(b) Climate Change

Australia: Dried Continent, Enlargement of Deserts (Desertification)

(b) Virtual Water

Export of Beefs \implies Export of Water \implies Import of Water

参考文献

- 『地球の資源ウソ・ホント』井田徹治、講談社ブルーバックス。
『地球の水が危ない』高橋裕、岩波新書。
『ウォーター・ビジネス』中村靖彦、岩波新書。
『文明崩壊 上下』J. ダイヤモンド、楡井浩一訳、草思社。
『エネルギー技術の新パラダイム』茅陽一監修、オーム社。
『エコテクノロジー最前線』工業技術院編、森北出版。
『生ゴミ堆肥リサイクル』岩田進午、松崎敏英、家の光協会。
『私のエネルギー論』池内了、文春新書。

STS8: エネルギー・資源問題

—地下資源文明は永続するか?—

1. エネルギー問題

(歴史)

- ・18cまで、人力・馬力・風力・水車
 - ・18c 産業革命—石炭の使用
 - ・20c 燃料革命—石油への転換
(石油化学工業)
 - ・20c後半 天然ガスと原子力
(いずれもエネルギー源)
- 100年で20倍、50年で5倍
(石油換算で100億トン/年)

(a) 可採掘量

現代の消費率で埋蔵量を割る

	確認埋蔵量	+	資源量
石油	47年(*)		45年
石炭	275年		1270年
天然ガス	83年		247年
ウラン	50年		? (**)

(*) 既開発の油田の寿命

(**) プルトニウム使用をするか?

(b) 非在来型エネルギー源

タールサンド、オイルサンド、オイルシェール
(石油分を含んだ砂や殻)

メタンハイドレード

(シャーベット状の水分子中のメタン)

=>メタンを改質(水素と炭素を分離)

=>水素を燃料電池に使用(炭素は?)

メタンはCO₂の25倍の温室効果を示す

(メタン源: 牛のゲップ、ツンドラの氷解)

(c) 新(再生可能)エネルギー

太陽エネルギー

太陽光、太陽熱(水力、波力、風力)

バイオマス(生ゴミ発電)

エタノール燃料(トウモロコシ、砂糖キビ)

木材、衣料、ワックス、蠟、紙

その他: 潮汐力発電、地熱発電

(核融合: 50年は不可能)

新エネルギーの欠点

(1) エネルギー密度が小さい

— 大きなプラントが必要(経済性条件)

(2) 不安定な供給である

— バックアップが必要(安定性条件)

(3) 地域格差が大きい

— 全面的に頼れない(地域ギャップ条件)

小型化・分散化・多様化の技術として有用

エネルギーの有効利用

(1) ゴミ・糞尿発電

(廃棄物利用—ゼロエミッション)

(2) コージェネレーション

(熱電併給—発電所の温排水)

(3) 蓄電方法の改良

(大型ホイール、電解質、水の電気分解、

現代は揚水とアイスキューブ)

2. 鉱物資源

(使用目的)

ベースメタル(産業のコメー主原料)

鉄、ボーキサイト、銅、鉛、ニッケル、亜鉛

レアメタル(産業のビタミン—合金)

クロム、タングステン、コバルト、チタン、

プラチナ、金、銀、マンガン

半導体(産業の頭脳—デジタル・デバイス)

シリコン、ガリウム、テルル、ゲルマニウム

鉱物資源の問題点

- (1) 資源の有限性
鉄(210年)、ボーキサイト(100年*)、
銅(54年)、鉛(45年)、亜鉛(58年)
(*リサイクル率が50%以上)
- (2) 資源分布が偏っている
(開発途上国に多い—不安定供給)
- (3) 先進国資本の占有(政治的価格)
- (4) 価格変動が激しい

3. 水資源問題

- (1) 上流と下流にまたがる国家間紛争
国際河川 261
ナイル(10)、メコン(6)、ドナウ(17)
- (2) 気候異変による水不足
オーストラリアの渇水、砂漠化の進行、
アマゾン・黄河の渇水、エルニーニョ
- (3) ヴァーチャル・ウォーター
木材や作物に使われた水
(牛丼2000ℓ、ハンバーガー1000ℓ)

(付録) イースター島の教訓

- 緑豊かな島であった
- 400年頃 イースター島への人類の上陸
 - 1200年頃 人口増加(1万人)、モアイ像、
森林伐採
 - 1500年頃 完全な森林破壊、漁業の不振
 - 1600年頃 資源争奪戦争、人口減少
 - 1722年 病弊した民—ヨーロッパ人来航
- 地球の運命を凝縮した姿

(STS9) AFFAIRS SURROUNDING STS-(2) Earth Environmental Problem

Can we survive even in environmentally exhausted earth?

(a) Global Warming

Green House Gas (CO₂, Methane, Freon, Water Vapor)

Complicated Functions :

CO₂ increases plant growth, but plants can not react it.

Water vapors decrease daylight, but they act as green house gas.

Instability:

Warming \implies Increase of Sea temperature \implies Decrease of Dissolution \implies CO₂ Increase

Warming \implies Dissolution of Tundra \implies Emission of Methane \implies Methane Increase

Kyoto Protocol :Decrease of 6 kinds of green house gas between 2008-2012.

(6% Japan, 7% USA, 8% EU) relative to 1990 Level.

IPCC (International Panel for Climate Change) in 2007

Average temperature increases by 2.7--5.2 C in 100 years.

Rise of sea level is estimated as 10-90 m.

(Science of Complex Systems)

Multi-components and their mutual nonlinear interactions.

(1) Sum of parts is not equal to a whole.

(Reductionism can not work.)

(2) Self-organization to a new state is realized.

(Quantity changes to Quality.)

(3) Chaos (non-periodic random motion) happens.

(Unpredictable motion appears.)

(4) Noise, fluctuation, accidental actions and subtle differences affect to motions.

(Famous example is Butterfly Effect)

(b) Destruction of Ozone Layer

O₃: 15-50 km at Stratosphere

Chlorofluorocarbon (CFC) :O₃+Cl \rightarrow ClO+O₂, O₃+ClO \rightarrow Cl+2O₂)

Skin-cancer, DNA Destruction--Mutation

1987 Montreal Protocol : Prohibition of Production, Trade, and Use

1989 Vienna Protocol : Total Ban of Production

Long Persistence : CFC sustains for more than 30 years.

Secret trades continue from developed countries to developing countries.

CFC rejection from refrigerators and air conditioners do not make progress.

(In the first, Japanese government opposed to Montreal Protocol
because No-Scientific Evidence is confirmed.)

(c) Acid Rain

Combustion of Fossil Fuels \Rightarrow CO₂, Sulfur Oxides, Nitrogen Oxides \Rightarrow
Sulfuric Acid, Nitric Acid \Rightarrow Acid Rain \Rightarrow Killing Plants, Corrosion of
Buildings, Acidity of Soil, Soil Contamination
Control of Exhausted Gas

(d) Forest Destruction (Deforestation)

Decrease of Forest: 1/3 of the Japanese Archipelago in a year.
(56 Million ha in 5 years)
Sound Forest Area is 1.3 Billion ha.
 \Rightarrow Crisis of Biodiversity
 \Rightarrow Decrease of Carbon Absorption

(e) Ocean Pollution

(Chain of Events)

Organic Salt \Rightarrow Eutrophication \Rightarrow Abnormal Outbreak of Planktons \Rightarrow
Red Tide \Rightarrow Lack of Oxygen \Rightarrow Death of Sea Lives

(Causes)

Contaminations of Organic Pollution, Heavy Metals, Plastic Wastes, Liquid
Wastes, Environmental Hormones (Endocrine Disruptors)
Cultivable Fishery (Shrimp, Blowfish, Yellowtail, Bream)
Global Warming

(f) Water Shortage and Salt Accumulation

Earth is a water planet: 1.4×10^{18} tons, \Rightarrow Fresh Water 2.5%
 \Rightarrow Usable Fresh Water 0.01%. Circulation gives rise to 4 times.
Agriculture Use, Industrial Use, Living Use
Water Shortage \Leftarrow Uneven Distribution
 \Rightarrow Irrigation Construction \Rightarrow
 \Rightarrow Hard Land of Domestic Animals
Salt Accumulation (Capillary Tube Effects) \Leftarrow Salty Materials (NaCl)
 \Rightarrow Wasteland

(g) Extended Environmental Pollutions

Chemicals \rightarrow Environmental Hormones
Nuclear Wastes
Wars (ecocide, depleted Uranium)

参考文献

- 『複雑系』 M. M. ワールドロップ、田中三彦、遠山峻征訳、新潮社。
- 『エコロジカル・フットプリント』 M. ワケナゲル、W. リース、池田真理訳、合同出版。
- 『循環型社会』 吉田文和、中公新書。
- 『地球温暖化を防ぐ』 佐和隆光、岩波新書。
- 『環境学』 市川定夫、藤原書店。
- 『環境倫理学のすすめ』 加藤尚武、丸善新書。
- 『環境の思想家たち上下』 J. A. パルマー編、須藤自由児訳、みすず書房。
- 『温暖化の〈発見〉とは何か』 S. R. ワート、増田耕一、熊井ひろみ訳、みすず書房。
- 『ソフトランディングの科学』 池内了、七つ森書館。

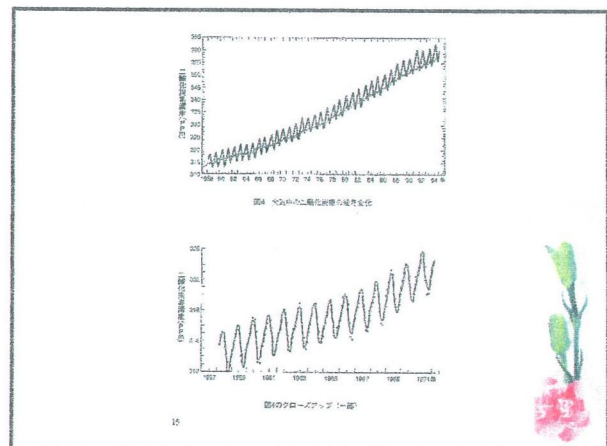
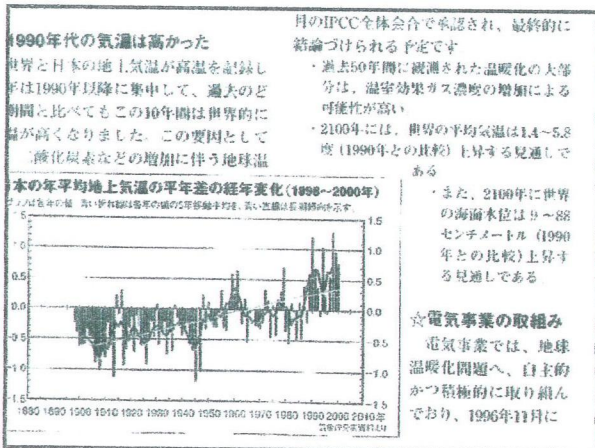
STS9:地球環境問題

一人類は環境破壊のなかで
生き延びることができるか？



1. 地球温暖化

- ・1970年以來、地球の平均気温が上昇—事実
- ・産業革命以來、大氣中のCO2量の上昇—事実
- 2つは相關しているが、因果關係にあるか？
(地球温暖化への疑い—都市化、シミュレーション)
- IPCC(気候変動に関する国際パネル)2007
- 100年で(2.7—5.2)度の上昇
- 海面上昇は(10—90)m
- 「明らかに人為的要因である」
- さまざまな兆候—氷河・氷床の溶解、海面上昇



地球温暖化のフィンガープリント

- ・1000以上の野生生物の分布・時期調査
この10年で、
6km北上、6m高く登り、2.3日開花が早い
- ・北海の魚の分布(この40年で0.6度上昇)
13種が北へ移動(最大400km北へ)
6種がより深く潜る
(2.5度の上昇でサケ、タラ、メバルは全滅)



複雑な関係

- CO2の上昇
 - =>植物の光合成が活発になる(?)
 - =>やがて上昇は止まる
 - 気温の上昇
 - =>水蒸気の増加=>雲の形成
 - =>太陽光を反射(温度を下げる)
 - =>温室効果(温度を上げる)
- 予防措置原則こそ環境問題の要**



不安定の発生

- 温暖化=>海水温の上昇=>CO2吸収減少=>CO2の増加=>温暖化
- 温暖化=>ツンドラの溶解=>メタンの発生=>温室効果=>温暖化
- 温暖化=>氷床の溶解=>裸地の増加=>日照の吸収増加=>温暖化



思いがけない関係: 北大西洋深層循環流(熱塩循環)

- パラドックス
 - 地球の「温暖化」が欧米を「寒冷化」する**
- (The Day after Tomorrow)
- 地球が温暖化すると
 - =>海水温度が上昇(熱)
 - =>氷河が溶けて真水が流入(塩)
 - =>水が軽くなる=>水が降り込まない
 - =>循環流が止まる=>欧米が寒冷化(12000年前のヨーロッパは寒かった)



北大西洋深層循環流



図1 北極圏の循環



複雑系の科学

多成分系で、相互に非線形関係で結ばれる

- (1) 部分の和は全体にならない
(要素還元主義は有力でない)
- (2) 「量から質への転化」
(新しい状態への自己組織化)
- (3) カオス(非周期ランダム運動)が生じる
(結果が予言できない)
- (4) 雑音、揺らぎ、偶然の作用、微妙な差違が
結果に大きく影響する(バタフライ効果)



(付録) エコロジカル・フットプリント

1人の人間が、食物、水、住居、エネルギー、
移動と輸送、商業活動などのために必要
とする生産可能な土地の面積

アメリカ	10 G・ヘクタール
日本	6 G・ヘクタール
開発途上国	1 G・ヘクタール
世界平均	2.1 G・ヘクタール

地球の生産可能土地面積/全人口=2ヘクタール

すべてがアメリカ並みなら、地球があと4個必要



2. オゾン層の破壊

O3: 15-50kmの成層圏に分布

紫外線の吸収=>皮膚ガン、突然変異、
植物の衰え

成層圏の温暖化ガス=>「杞憂」

クロロフルオロカーボン(CFC) 俗称フロン



塩素は触媒=永く作用する



フロンの禁止

冷蔵庫、エアコン、スプレー、半導体の洗浄

1989年 モントリオール議定書

(製造、取引、使用の禁止)

日本政府は「科学的根拠なし」として反対

1992年 ウィーン議定書(完全禁止)

秘密取引により開発途上国で尚使用

南北非対称: 北の国は儲けてから禁止

南の国は始めから使えない



3. その他の問題(1)

・酸性雨: 石炭・石油の燃焼廃棄物

(イオウ酸化物、窒素酸化物)

=> 植物被害、建物腐食、酸性土、土汚染

・森林破壊: 熱帯雨林、寒帯針葉樹

1年日本列島の1/3(1100万ヘクタール)

残された健全な森林 13億ヘクタール

=> 炭素吸収の減少、

生態系の多様性の喪失



その他の問題(2)

・海洋汚染: 有機塩による富栄養化、重金属汚染、

有機汚濁物質、プラスチック、タンカー、化学物質

養殖(エビ、フゲ、ブリ、タイ)

有機塩=>富栄養化=>プランクトンの異常

発生=>赤潮=>酸素不足=>海産物の死

地球温暖化がプランクトンを異常発生させる

・真水不足—地下水の過剰使用による塩類集積

水感呈(140京トン)淡水2.5%—使用可能0.01%

水循環で43兆トン(0.04%)利用

灌漑設備の完備—生物の消失、地下水の枯渇

毛細管現象=>塩類集積=>荒地



その他の問題(3)

・拡大した環境汚染

化学物質—環境ホルモン: 内分泌攪乱物質

核実験・核廃棄物—放射能汚染

(開発途上国への輸送)

・戦争は最大の環境破壊

エコサイド(ベトナム戦争のダイオキシン)

劣化ウラン(ユーゴ、イラク)

環境と人間の破壊



(STS10) AFFAIRS SURROUNDING STS-(3) Nuclear Energy Problem

Can we live in accordance with atomic energy ?

Nucleus (10^{-13} cm)	Atom (10^{-8} cm)
Nuclear Force (Strong Force)	Electro-Magnetic Force
Nuclear Reaction	Chemical Reaction
Fission and Fusion	Combination and Decomposition
Sun (Stars)	Earth (Planets)
10^7 K (10 MK)	10^3 K (One Thousand K)

Radio Activity and Radiation

The ability to emit Radiation (p, He, e, n, X, gamma)

(a) Nuclear Weapons

$U(235) + n \Rightarrow$ Fission + 3 n

$U(235) + n \Rightarrow$ Fission + 3 n Chain Reaction

$U(238) + n \Rightarrow$ Pu(239) Fission-able

Critical State : Chain reactions can maintain.

Critical Value of U(235) --15 kg or Pu(239) --8 kg.

\Rightarrow Runaway of Chain Reactions \Rightarrow Atomic Bomb

1945 USA (2 Plutonium: Trinity and Fat Man and 1 Uranium: Little Boy)

1949 Soviet Union \Rightarrow '52 UK, '61 France, '65 China, '72 India, '97 Pakistan,
'06 North Korea

(Probable : Israel, Iran ; Scrapped : South Africa, Ukraine, Libya)

1952 USA, Hydrogen Bomb (10 Megaton), 1953 Soviet Union

Nuclear Warheads U S A 10,000, USSR 17,000

TNT Power 10 tons in each person.

IC (Inter-Continental) BM, SL (Submarine Launched) BM, Strategic Bomber
MIRV

Nuclear Disarmament Treaty

1963 PTBT (Partial Test Ban Treaty)

1970 NPT (Nuclear Nonproliferation Treaty)

1996 CTBT (Comprehensive Test Ban Treaty)

Nuclear Reduction Agreement

1972 SALT I (Strategic Arms Limited Treaty)

1979 SALT II

1987 INF (Intermediate Nuclear Force)

1991 START I (Strategic Arms Reduction Treaty)

1993 START II

(b) Nuclear Power Plant

Is possible to control safely the chain reactions ?

Reactors : 55 in Japan, 514 in the World.

(Is nuclear power plant CLEAN ?)

(1) Pollution of Radio Activities

Leak of Radio Activities due to Ordinary Operation.

Ejection of Radio Activities due to Accidents.

(2) Nuclear Wastes-- Final Disposition

We must manage the nuclear wastes for more than 10,000 years.

Disposal of Scrapped Reactors.

(Mansion without Toilet)

(3) Radioactive Contamination

From Mining to Purification Processes

Inspection and Repair of Nuclear Facilities.

(c) Related Problems

(1) Plutonium Production by Disposal Treatment

Japanese Possession 40 tons. (Weapon grade Plutonium)

==>Potential Nuclear Power Country

(2) Danger of Reactors

Charge down by Airplane or Missile.

Destruction by Earthquake.

(3) Waste of Energy

Night-Time Power. Reactor can not decrease the Output.

==>Eco-ice, Raising-Water Plant

(4) Can we stop the nuclear power ?

It is impossible to live without nuclear powers at the peak epochs during June, July,

August and September, except for weekends and summer festivals.

参考文献

『原子爆弾の誕生上下』 R. ローズ、神沼二真、渋谷泰一訳、紀伊国屋書店。

『原爆から水爆へ上下』 R. ローズ、小林千恵子、神沼二真訳、紀伊国屋書店。

『スターリンと原爆上下』 D. ホロウェイ、川上洗、松本幸重訳、大月書店。

『なぜナチスは原爆製造に失敗したか上下』 T. パワーズ、鈴木主税訳、福武書店。

『原子力の社会史』 吉岡斉、朝日選書。

『証言・核抑止の世紀』 吉田文和、朝日選書。

『核融合の政治史』 R. ハーマン、見角鋭二訳、朝日新聞社。

『原子力市民年鑑 2007』 原子力資料情報室編、七つ森書館。

『プルトニウムファイル上下』 E. ウェルサム、渡辺正訳、翔泳社。

STS10. 核エネルギー問題

—我々は核と共存できるか？—

原子核と原子の世界比較

原子核	原子
(10兆分の1センチ)	(1億分の1センチ)
核力(強い力)	電磁力
核反応	化学反応
核分裂、核融合	結合、解離
原爆、水爆	TNT火薬
太陽の営み	地球上の営み
1000万度以上	2000度以下
1Mev以上	1ev以下

放射能と放射線

不安定な原子核は

放射線(陽子、電子(β 線)、ガンマ線(γ 線)、
中性子、ヘリウム原子核(α 線))

を放出する能力を持つ=**放射能**
(放射性物質ともいう)—半減期

自然放射能:太陽系形成時から存在、自然核反応
(長寿命:ウラン、トリウム、**炭素14**)

人工放射能:人間の核反応で形成された
(短寿命:ストロンチウム、バリウム、**ヨウ素**)

1. 核兵器

(原爆)U235、Pu239の暴走的連鎖反応
臨界質量:U 15kg、Pu 8kg

(水爆)1億度以上の高温でd+t反応

1939 ウラン核分裂の発見

1940 プルトニウム核分裂の発見

1945 マンハッタン計画で原爆完成

1949 ソ連の原爆完成

1952 アメリカの水爆(10メガトン)

1953 ソ連の水爆(60メガトン)

核拡散

1952イギリス 1961フランス 1965中国
1972インド 1999パキスタン 2006北朝鮮
(イスラエルは確実、イラン?)
廃棄した国: 南アフリカ、ウクライナ、ベラルーシ
カザフスタン、リビア
5年で1国ずつ核兵器国が増加した
核抑止論: 核を持てば攻撃を受けない
核抑止力論: いつでも核開発ができるという脅し
(日本: 1ヶ月or3ヶ月)
ロシアからの核物質の漏洩・国際的取引

核弾頭

アメリカ 10,000 ロシア 17,000
(他は全部合わせて1,000以下)
TNT火薬換算 3トン/人
輸送手段(戦略兵器: メガトン級)
ICBM、SLBM、戦略爆撃機
多弾頭化(MIRV)
戦術兵器化の危険性(10キロトン級)

2. 核軍縮条約

1963 部分核停(PTBT)
1970 核不拡散条約(NPT)
1972 戦略核制限条約(SALT I 米ソ)
1979 SALT II(米ソ)
1987 中規模核兵器条約(INF 米ソ)
1991 戦略核削減条約(START I 米ソ)
1993 START II(米ソ)
1996 包括的核兵器禁止条約(CTBT)
未臨界実験

2. 原子力発電

連鎖反応の制御
世界 514基、日本 55基
沸騰水型、加圧水型、ガス冷却型、黒鉛型
フェイルセーフ(フルブルーフ)
間違っても安全側に作用する機能
(ECCS: 緊急炉心停止冷却水)
ミス、誤認、忘却、災害、手抜き
全てを考え得るのか?

原発の売り

- (1) **CO2を出さない**
　　<—放射性物質は出す
- (2) **安価な電力料金**
　　<—災害の費用は？
- (3) **エネルギー源の多様化**
　　<—新エネルギーをもっと考えるべき
- (4) **燃料の安定供給**(オーストラリア、カナダ)
　　<—アメリカとのウラン協定の縛り

原発の問題点

- (1) **放射能汚染**
　　通常運転時の漏出、定期点検の漏出、
　　事故の際の放出(チェルノブイリ、3マイル島)
- (2) **放射性廃棄物の管理**
　　1万年以上の厳重管理、廃炉の措置
　　(トイレなきマンション)
- (3) **放射線被曝**
　　鉱石から濃縮までの各過程、
　　原発の点検や修理(原発ジプシー、特別被曝)

3. 関連する問題点

- (1) 再処理による**プルトニウム生産**
　　日本は原爆仕様40トン保有(プルサーマル)
- (2) **原子炉破壊の危険性**
　　航空機やミサイル攻撃、地震破壊
- (3) **エネルギー浪費**(必ずバックアップ電源を設置)
　　原発は出力を自由に制御できない
　　(深夜電力—エコアイス、揚力発電、複数建設)
- (4) 原発地帯の**金権支配**
　　「止められない、止まらない」麻薬と同じ

原発は止められるか？

1988年より、8月の最大需要時は不可
—> 現在では、6月—9月のピーク時は不可

週末、お盆休みはOK
　　(我々は働き過ぎなのか?)

東京電力(2005年夏)原発はすべてストップ
　　しかし、問題がなかった

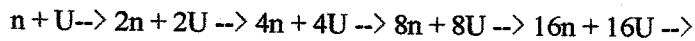
(Appendix) Fission and Fusion

Energy Release by Nuclear Forces

(p, d, t) -- fusion --> Fe <-- fission -- (U, Pu)

(1) Fission

Runaway of Chain Reactions ==> Atomic Bomb



Critical Mass : The minimum mass by which the chain reactions continue.

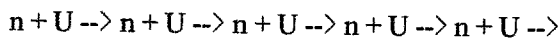
^{235}U : 15-20 kg, ^{239}Pu : 8-10kg

^{235}U 0.7% in nature ==> Concentration to 99% for bomb, 3-5% for reactor

Gun-type : Hiroshima (Little Boy) TNT 20 kiloton

Implosion-type : Nagasaki (Fat Man) TNT 15 kiloton (Max 50 kiloton)

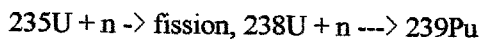
Controlled Chain Reaction ==> Nuclear Reactor



Emitted neutrons except for one are absorbed by Cadmium.

Fast Breeder

Coolant (Energy Absorber) : Sodium (Usually Water)



(Follow up Transactions) ==> Extraction of Plutonium

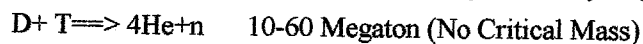
Japan has 40ton Nuclear Fuel Grade Plutonium.

(Plu-Thermal Reactor)

Depleted Uranium (^{238}U) ==> Use in Iraq War

(2) Fusion

Runaway D+T Reaction at 100 M degree ==> Hydrogen Bomb



Coulomb Repulsion --> High Temperature --> Collision = Fusion

TNT Powder => Atomic Bomb => Hydrogen Bomb

Controlled Reaction : Not in success.

(1) Magnetic Confinement (ITER)

(2) Laser Implosion

(Cold Fusion : Electrolysis of Heavy Water)

付録:核分裂と核融合

核反応の基礎知識



核エネルギーの放出:核分裂

軽い核=>核融合—鉄—核分裂<=重い核
(p, d, t) (Fe) (U, Pu)
(核分裂)

$n + U \rightarrow \text{分裂} + 3n + U \rightarrow \text{分裂} + 3n \rightarrow$

臨界:次々と核反応が連続的に起こる状態

臨界量:臨界反応が持続する最低量

U235 15kg Pu239 8kg

劣化ウラン:U238、燃え残りウラン燃料



核反応の暴走:原爆

ネズミ算式に核反応が増大する場合

U235:自然界にはUの0.7%

—>濃縮:原発用3-5%、原爆用99%

マンハッタン計画で3発製造

2つプルトニウム型—トリニティと長崎

—ファットマン—爆縮—15キロトン

1つウラン型—広島

—リトルボーイ—Gunタイプ—20キロトン



制御核反応:原発

常に1個の中性子のみが反応に関与

・中性子を吸収する制御棒で操作

・水がエネルギー吸収(冷却剤)と

中性子の速度を落とす(減速剤)

・水を沸騰させて高温蒸気で発電機を回す

沸騰水型:原子炉内の水が直接発電

(制御棒は原子炉下部から操作)

加圧水型:2次冷却水が発電

(水のエネルギー輸送の蒸気細管が弱い)



高速増殖炉:核燃料サイクル

ウランとプルトニウムが燃料

- ・U238からPu生産=>Puの「増殖」
=>再処理してPuを取り出す(サイクル)
 - ・中性子は「高速」のまま(Pu生産のため)
<=ナトリウム(Na)を冷却剤に使用
- 「もんじゅ」の事故
2次Naの漏出<=温度計の根っこの破損
<=カルマン渦-木枯紋十郎



核融合

高温(1億度)での

- d+t反応によるエネルギー放出(熱核融合)
 - ・暴走の反応=>水爆:10-60メガトン
TNT火薬=>Puの爆縮=>原爆
=>高温状態=>水爆
 - ・制御された核融合反応-まだ不成功
磁気閉じ込め方式(ITER)
レーザー爆縮方式
- 低温核融合(?):重水の電気分解、泡の爆縮



(STS11) AFFAIRS SURROUNDING STS—(4) Biotechnology Problem

At present, it is possible to manipulate the human lives from birth to death.
Can the human beings manipulate the human lives in place of God ?

(a) Molecular Biology

Characteristics of Organic Life

- (1) Metabolism <== Cytoplasm
- (2) Inherence (Breeding, Inheritance) <== Gene
- (3) Evolution <== Gene

Gene : Chromosome--DNA (Deoxyribo Nucleic Acid) Double Helix Structure
DNA (A,T,G,C) Base : (A,T), (G,C) Pair : Adenine, Thymine, Guanine, Cytosine
RNA: (A,U,G,C) Base : (A,U), (G,C) Pair : Uracil

Central Dogma : 3 Bases of DNA ==> Transcription to RNA ==> Amino Acid
==> Protein ==> Cell : Design of Life

Body Cell : Cell Division after Copying DNAs

Germ (Reproductive) Cell : Reductive Cell Division

==> Incorporate at the Fertilization

(b) Gene Modification

(1) Principle

GENOME : Total Set of DNAs ==> Genetic Map ==> Position of Gene
==> Gene Therapy

==> Genetic Modification

- (a) Restraint Enzyme == Cutting the DNA : Scissors
- (b) Linking Enzyme == Sticking the New DNA : Paste
- (c) Carrier (Vector) == Transporting the New DNA : Plasmid DNA

(2) Objects

Medicine-- Insulin (Hormone from Pancreas)

Crops-- Tolerant to Damage by Blights and Insects

Tomato, Soybean, Corn, Cotton, Potato, Rice

Livestock-- Grow Fast and Plump

Cattle, Pig, Sheep

Medical Treatment -- Remedy of Hereditary Disease

Others-- Fish (Sparkling Goldfish, Salmon), Tree, Dog, Cat

(3) Problems

Safety : Substantial Equivalence ??

Effect to Ecosystem : Overgrowth of Weeds, Barren Plants

(c) Embryo Control Technology

(In Vitro Fertilization)

Already Established Technology

Egg from Ovary ==> Fertilization in Test Tube ==> Growth to Embryo
==> Return to Womb (Uterus) ==> Implantation

(Problems)

- (1) Abuse of Eggs
- (2) Borrowing Womb
- (3) Diagnosis of Gene

(Cloning or ES Cell)

Transplantation of DNA to Egg of Deleted DNA

==> Stimulate to the Same State as Fertilization ==> Growth to embryo
==> Return to Womb ==> Clone (Sheep, Mouse, Cow, Cat, Dog)

or ==> Produce the Human Embryo Stem Cell

==> ES Therapy ==> Reclamation Medicine

(c) Gene Therapy and Gene Discrimination

(Method)

- (1) Fertilized Egg ==> Genetic Test ==> Rejection or Adoption
- (2) Special Cell ==> Specific Gene ==> Genetic Modification
- (3) Gene Map ==> Breeding of Human Beings

(Problems)

Alteration of Ecosystem, Eugenic Concept, Breeding,

Organ Donation, Gene Discrimination, Cloning of Human Beings

参考文献

- 『DNA』 J. D. ワトソン、A. ベリー、青木薫訳、講談社。
『バイオエシックス入門』 今井道夫、香川知晶、東信堂。
『生命倫理とは何か』 市野川容孝編、平凡社。
『はじめて学ぶ生命・環境倫理』 徳永哲也、ナカニシヤ出版。
『生と死の科学』 J. ケアンズ、北村美都穂訳、青土社。
『バイオテックの支配者』 D. チャールズ、脇山真木訳、東洋経済新報社。
『ザ・ゲノム・ビジネス』 J. シュリーヴ、古川奈々子訳、角川書店。
『生態学と社会』 伊藤嘉昭、東海大学出版会。
『生命の未来』 E. O. ウィルソン、山下篤子訳、角川書店。
『生命の多様性上下』 E. O. ウィルソン、大貫昌子、牧野俊一訳、岩波現代文庫。
『ジーニアス・ファクトリー』 D. プロッツ、酒井泰介訳、早川書房。
『人体ビジネス』 瀧井宏臣、岩波書店。
『人体部品ビジネス』 栗屋剛、講談社メチエ。

STS11: バイオテクノロジー

—人間は神を演じるのか?—

生命の要件

- (1) **代謝**: 外界から独立した化学反応組織
 - エネルギーの取りだし、
 - 排泄物の外部への廃棄—**細胞質**
- (2) **生殖・繁殖**・**遺伝**: 固有の性質の継承
 - カエルの子はカエル —**遺伝子**
- (3) **進化**: 長時間をかけて性質が変化
 - 生命の系統樹 —**遺伝子**

1. 分子生物学

遺伝子の解明

染色体—DNA: 二重らせん構造

4つの塩基の組み合わせ (DNA, RNA)

セントラル・ドグマ

DNA=>RNAに転写=>mRNA

=>3つの塩基の並び=>アミノ酸の合成

=>タンパク質=>細胞

体細胞: DNAをコピーしてから分裂

生殖細胞: 減数分裂—受精によって2本になる

2. 遺伝子改変

・ゲノム=DNA全体のセット=>遺伝子地図
=>遺伝子の位置決定=>遺伝子組み換え

(a) **制限酵素**: DNAの切断—ハサミ

(b) **連結酵素**: DNAの結合—ノリ

(c) **ベクター**: DNAの輸送—運び屋

(目的)

薬の生産 (インシュリン)、農作物 (ダイズなど)

トランスジェニック動物 (筋肉牛)、遺伝病治療

3. 遺伝子組み換え作物

- 害虫(細菌)耐性・除草剤耐性
- 農薬が減らせる—農家への効用
(値段は安くない、消費者の魅力が少ない)
- 第2世代(消費者へのメリット)
- コメに健康機能成分を付加
- (問題点)
- ・安全性の問題—「実質等価」
- ・生態系への影響—弱ったチョウ、雑草、害虫

3. 遺伝子操作技術

- (1)体外受精(1978年から)
- 卵子の乱用、借り腹、遺伝子診断
(男女の産み分け)
- (2)体細胞遺伝子治療
- 遺伝病、ガン治療
- (3)生殖系列遺伝子操作—受精卵の利用
- クローン(胚細胞—卵割、体細胞核移植)、
- ES細胞(受精卵から幹細胞の利用)

遺伝子操作の問題点

- (1)子どものリザーブ、臓器移植のため
- 人間の差別
- (2)人間の工場生産—借り腹
- (3)安全性の証明が不十分
- (4)卵子の乱用
- (5)遺伝子差別に直結する

4. 遺伝子セラピー

- (方法)
- (1)受精卵—遺伝子テスト
- (2)特別な細胞—遺伝子改変
- (3)遺伝子地図—品種改良
- (問題点)
- (1)優生学、(2)品種改良、(3)移植用臓器
- (4)遺伝子差別、(5)クローン人間

5. 胚を使わない(E)S細胞

再生医療

胚細胞—受精卵—胚盤胞—細胞に分化
(クローン人間と紙一重)
(体細胞移植なら拒絶反応が起こらない)

異なった手法

脊髄幹細胞—細胞への分化能力
精子からの細胞分化

6. その他の問題

- ・臓器移植—再生治療の中継ぎ？
臓器売買、病気腎の移植、臓器の部品化
日本初の心臓移植
- ・生殖医療—不妊治療
精子や卵子の売買、代理出産
高齢者(人工授精)出産、出生前診断
- ・安楽死・尊厳死
- ・医療経済、医療過誤

(STS12) AFFAIRS SURROUNDING STS—(5) Information Society Problem

Does the Information society bring the light or shadow to us ?

(1) IT Revolution

- 1900 1st IT Revolution (Edison)
Filament -- Metallic Bar -- Electric Current
==> 1904 Vacuum Tube : Commutator of Electric Current
- 1948 2nd IT Revolution (Shockley et al)
Transistor <= Solid State, Down Sizing, Strong, Stable, Power Saving
==> Multipurpose Computer
- 1960 3rd IT Revolution
Silicon-Tip + Transistor Circuit ==> 1975 Micro-Tip
==> Personal Computer
- 1990 4th IT Revolution
INTERNET, PC Communication ==> Combination of Small Computers
==> Ubiquitous Computing

(2) Light of IT Technology

Exchange of Enormous Information over Time & Space Limitation
No National Border
Easily Exchange of Opinions and Commercial Transaction
Multi--Media (Sound, Picture) ==> Extension of Life Space
Network Formation by INTERNET
==> This movement can affect government and society.
(NGO, NPO, International Spread)

e-Chart

Medical Record ==> Remote Diagnosis
New Education Method ==> Internet Lecture, Library, Museum
==> Virtual University

Others

ITS (Intelligent Transport System), Digital Archives, e-commerce
SOHO (Small Office, Home Office), WEB-Site

(3) Shadow of IT Society

(a) Centralization of Information

Administration of Personal Information
<= Academic Background, Medical History, Personal History, Career,
Academic Record, Tax Payment, Criminal History
+ Gene Information ==> Unification Management == Psychological Pressure

Asymmetry between Power and Common

(b) Crisis of Privacy

Flow-out of Privacy to General Public

<== INTERNET : Easily Usable System

Fragile to Violation of Privacy

(c) Uniformity--The Way to Totalitarianism

Computer Nerds

Desire to Gather much Information without End

Renewal of Information for Valuable Use

Newest is Best

==> Contrary to Creation

Pursuit for Technology

Information is similar to paper money, which is useless if not used.

(d) Misunderstanding of Information Society to be Different from Industrial Society

Primary Industry : Agriculture

Secondary Industry : Industry

Third Industry : Information and Service

==> International Division of Industrial Structures

(4) Future

Compatibility of Soft-Ware, Complex Operation, Infrastructure--Optical Fiber,
Attachment (Belonging)

Selection of Information, Creation

参考文献

『監視社会』 D. ライアン、河村一郎訳、青土社。

『デジタル・ヘル』 古川利明、第三書館。

『情報倫理学入門』 越智貢編、ナカニシヤ出版。

『ハイテク過食症』 D. シェンク、倉骨彰訳、早川書房。

『コンピューター倫理学』 D. G. ジョンソン、水谷雅彦、江口聡訳、オーム社。

『IT革命』 西垣通、岩波新書。

『IT汚染』 吉田文和、岩波新書。

『マシンの園』 C. エメッカ、佐倉統、神成淳司、高木和夫、山本貴光訳、産業図書。

『IT革命の虚妄』 森谷正規、文春新書。

STS12:情報化社会

—情報化社会は私たちにとって
光なのか影なのか?—



1. IT革命

- 1900年 第1次情報革命—エジソン
=>1904年 真空管の発明
- 1948年 第2次情報革命—ショックレー他
固体素子トランジスターの発見
- 1960年 第3次情報革命
シリコンチップ+集積回路=>PC
- 1990年 第4次情報革命
インターネット=>PCの結合
- 20??年 ユビキタス



2. IT技術の光

時間・空間の壁を越えて、

膨大な情報を自由で簡単に遣り取りできる。

- ・インターネットによる人々の結びつき
- ・マルチメディアによる生活空間の拡大
- ・情報の電子化—アーカイブ
古文書、教育、図書館、美術館
- ・ITS、電子取引、SOHO、ロボット
- ・省エネルギーに寄与(<—IT汚染)



3. IT技術の影

- (1)情報の集中化—**権力者と市民の非対称**
—個人情報の一元化(=>監視社会)
- (2)一律化の危険性—全体主義への道
—限られた情報の氾濫
- (3)コンピューター犯罪
—プライバシー漏出、顔が見えない
- (4)コンピューターに使われる
—オタク、情報収集・情報更新への脅迫感
- (5)情報のみでは生活できない
—**国家の間の非対称の拡大**



4. 監視社会

(必要性) 個人の状態を把握する

子育て、住居、選挙、納税、証明書、
カード会社、保険、ガス・水道・電気

(負の側面) 個人の挙動・履歴がオープンになる

住民基本台帳(住基ネット)、健康、
学歴、犯罪歴、職歴、納税歴、遺伝子

(拡大して) 個人の挙動を把握する

監視(防犯?)カメラ、生体認証



5. 未来

・デジタル化はますます進行する

ソフトの互換性、簡単な操作、インフラ整備、
附属設備の単純化、ユビキタス

・情報選択の技術を習得する必要

創造こそが人間の知である

・監視社会<->情報の公開の要求

個人の選択の重要性

・技術の変遷による記憶媒体の喪失



(STS13) STS IN THE 21st CENTURY

(1) Future of New Technology

Robotics: Work in place of person

(Housework, Nursing Care, Healing Partner, Fire, Factory Labor)

(Military Use: Soldier, Unmanned Vehicle, Transporter)

With IT (Artificial Intelligence, Artificial Life)

Nanotechnology: Small Scale Devices (Micro Machine), Medicine, Cosmetic

(Energy-saving, Tractable, Compact, New Material (for Superconducting))

(Military Use: Small Weapon with Chemicals and Bio-organism)

(Pollution: Similar to Asbestos)

Be Careful to Dual Nature of Sciences

(2) Change of Technological System

Old System

New System

Enlargement (大型化) ==> Smallness (小型化)

Uniformity (一様化) ==> Diversity (多様化)

Concentration (集中化) ==> Dispersion (分散化)

Advantages of new system

(1) Flexible and Self-control (Solar Panel, Rubbish Handling, Small Hydraulic Power Plant)

Approximate the production spot to consumer spot.

(Energy saving and responsible to disposals)

(2) Useful at the Emergency (Portable Toilet, Portable Range, Fuel Cell, Mobil Phone, Candle)

When life lines are cut out, tractable devices are valuable.

(The higher the civilization is, the greater the disasters become.)

Combination between two systems is necessary.

(3) Change of Science and Scientists

From reductionism to the science of complex systems

Macroscopic systems with multi-components ==> Life-sized Science

Generalization or synthesis of sciences ==> New Natural History

From specialist to generalist ==> Perspective on Whole Sciences

Coordination between natural sciences and human sciences==>Art and science
From ivory tower to civil life==>NGO, NPO, Citizens Movement
(Scientists with a broad viewpoint)

Scientists with social literacy and citizens with science literacy

(4)Importance of Precautionary Principle

New regulation for application of scientific results:

Questionable to public health and environment must be eliminated.

(Long term effects, Negative asset)

Complicated discussions are necessary.

(Capitalism, Free trade, Excessive concern, Excessive investment,
Safety (Risk) evaluation)

Survival from accelerated technological innovations

参考文献

『科学の終焉、正、続』 J. ホーガン、竹内薫訳、徳間書店。

『21世紀の技術と社会』 森谷正規、朝日選書。

『Late Lessons』 欧州環境庁編、松崎早苗監訳、七つ森書館。

『予防原則』 大竹千代子、東賢一訳、合同出版。

『重大な疑問』 E. シャルガフ、山形和美、小野功生、佐藤和代、田中一隆訳、
法政大学出版局。

『知の挑戦』 E. O. ウィルソン、山下篤子訳、角川書店。

『市民の科学をめざして』 高木仁三郎、朝日選書。

『逆立ちしたフランケンシュタイン』 新戸雅章、筑摩書房。

『科学—技術の未来』 W. ハイゼンベルグ、芦津丈夫編訳、人文書院。

STS13: 21世紀のSTS

—未来を担うのは君たちだ—

1. 新技術の未来—二面性の認識

・ロボット: 人間の代用

家事、介護、癒し、火災や工場労働
(しかし、手仕事は残る—鉛管工が不足)
ITと結合して人工知能・人工生命
軍事技術として: 兵士、無人飛行、力仕事

・ナノテクノロジー: ミクロ世界の操作

小型で扱いやすく、エネルギー節約
マイクロマシン、医療、薬品(化粧品)
軍事技術として: 小型NBC兵器
環境汚染(アスベストのこの舞)

2. 技術体系の変化

大型化・一様化・集中化の技術だけでなく
小型化・多様化・分散化の技術の見直し

(長所)

(1) 自己管理が可能—多様な技術の結合

「お任せ」体質からの脱却

生産・消費・廃棄現場が近づく

(2) 危機の場合に有効

柔軟性・扱い易さ・臨機応変(代用が可能)

システム全体としてのエントロピーを考える必要

3. 科学・科学者に求められること

(1) 要素還元主義から複雑系の科学へ

ミクロ系⇒多成分のマクロ系

(2) 専門化から多くの科学の結合へ

スペシャリスト⇒ジェネラリスト

文系と理系の分裂⇒連携・融合

(3) 象牙の塔から市民科学者へ

視野狭窄⇒幅広い視野、市民運動

社会的リタラシーを持った科学者

科学者は平和を願う

科学者への眼差し

文学・映画・マンガに登場する科学者

- 『フランケンシュタイン』(1818、シェリー)
- 『ジキル博士とハイド氏』(1886、ステイブンソン)
- 『ドクターモローの島』(1903、ウェルズ)
- 『すばらしい新世界』(1932、A. ハクスリー)
- 『1984年』(1949、オーウェル)
- 『博士の異常な愛情』(1963、キューブリック)
- 『鉄腕アトム』(1960、手塚治虫)

科学者への警戒、マッドサイエンティストの疑い？

4. 予防措置原則の重要性

科学の社会的適用に関する新しい原則

公衆の健康や環境に危害が及ぶ危険性があと考
えるとき、警告者がそれを具体的に証明しなくても、
実行者は予防的な措置(安全性の実証)を取らね
ばならない。

ウィニー事件、タミフル、遺伝子組み換え、BSE、
漁業資源、ダム(水門)建設

議論すべき課題

(資本主義、自由貿易、過剰な心配、過剰投資、
安全性の証明とは？、南北非対称)