

(縮小社会研究会HP掲載用として若干修正済み)

平成27年度電気学会倫理委員会特別企画
「21世紀エネルギー社会のデザイン」
— 専門職技術者の倫理規範と縮小 —

佐藤 国仁

(佐藤R&D、技術士(機械、総合技術監理))

- ・縮小社会研究会理事
- ・機械学会倫理委員会委員

(はじめに)

講師の専門分野は以下の通りです。

縮小社会の考えを踏まえて、下記の分野について私見を述べさせていただきます。

- (1) 機械安全
- (2) 事故調査
- (3) 技術者倫理

1. 倫理的側面

1.1 倫理綱領(電気学会と日本技術士会)

電気学会倫理綱領

平成10年5月21日制定／平成19年4月25日改正

電気学会会員は、研究開発とその成果の利用にあたり、電気技術が、様々な影響やリスクを有することを認識し、持続可能な社会の構築を目指して、社会への貢献と公益への寄与を果たすため、以下のことを遵守する。

電気学会も、その社会的役割を自覚し、会員の支援を通じて使命を遂行するとともに、学術団体として公益を優先する立場で発言していく。

1. 人類と社会の安全、健康、福祉をすべてに優先するとともに、持続可能な社会の構築に貢献する。
2. 自然環境、他者および他世代との調和を図る。
3. 学術の発展と文化の向上に寄与する。
4. 他者の生命、財産、名誉、プライバシーを尊重する。
5. 他者の知的財産権と知的成果を尊重する。
6. すべての人々を思想、宗教、人種、国籍、性、年齢、障害に囚われることなく公平に扱う。
7. プロフェッショナル意識の高揚につとめ、業務に誇りと責任を持って最善を尽くす。
8. 技術的判断に際し、公衆や環境に害を及ぼす恐れのある要因については、その情報の時機を逸することなく、適切に公開する。
9. 技術上の主張や判断に際しては、自己および組織の利益を優先することなく、学術的な誠実さと公正さを期する。
10. 技術的討論の場においては、率直に他者の意見や批判を求め、それに対して誠実に対応する。

1. 倫理的側面

1.1 倫理綱領(電気学会と日本技術士会)

技術士倫理綱領

【前文】

技術士は、科学技術が社会や環境に重大な影響を与えることを十分に認識し、業務の履行を通して持続可能な社会の実現に貢献する。

技術士は、その使命を全うするため、技術士としての品位の向上に努め、技術の研鑽に励み、国際的な視野に立ってこの倫理綱領を遵守し、公正・誠実に行動する。

【基本綱領】

(公衆の利益の優先)1. 技術士は、公衆の安全、健康及び福利を最優先に考慮する。

(持続可能性の確保)2. 技術士は、地球環境の保全等、将来世代にわたる社会の持続可能性の確保に努める。

(有能性の重視)3. 技術士は、自分の力量が及ぶ範囲の業務を行い、確信のない業務には携わらない。

(真実性の確保)4. 技術士は、報告、説明又は発表を、客観的かつ事実に基づいた情報を用いて行う。

(公正かつ誠実な履行)5. 技術士は、公正な分析と判断に基づき、託された業務を誠実に履行する。

(秘密の保持)6. 技術士は、業務上知り得た秘密を、正当な理由がなく他に漏らしたり、転用したりしない。

(信用の保持)7. 技術士は、品位を保持し、欺瞞的な行為、不当な報酬の授受等、信用を失うような行為をしない。

(相互の協力)8. 技術士は、相互に信頼し、相手の立場を尊重して協力するように努める。

(法規の遵守等)9. 技術士は、業務の対象となる地域の法規を遵守し、文化的価値を尊重する。

(継続研鑽)10. 技術士は、常に専門技術の力量並びに技術と社会が接する領域の知識を高めるとともに、人材育成に努める。

1. 倫理的側面

1.1 倫理綱領(電気学会と日本技術士会)

技術士プロフェッション宣言

われわれ技術士は、国家資格を有するプロフェッションにふさわしい者として、一人ひとりがここに定めた行動原則を守るとともに、社団法人日本技術士会に所属し、互いに協力して資質の保持・向上を図り、自律的な規範に従う。これにより、社会からの信頼を高め、産業の健全な発展ならびに人々の幸せな生活の実現のために、貢献することを宣言する。

【技術士の行動原則】

1. 高度な専門技術者にふさわしい知識と能力を持ち、技術進歩に応じてたえずこれを向上させ、自らの技術に対して責任を持つ。
2. 顧客の業務内容、品質などに関する要求内容について、課せられた守秘義務を順守しつつ、業務に誠実に取り組み、顧客に対して責任を持つ。
3. 業務履行にあたりそれが社会や環境に与える影響を十分に考慮し、これに適切に対処し、人々の安全、福祉などの公益をそこなうことのないよう、社会に対して責任を持つ。

プロフェッションの概要

1. 教育と経験により培われた高度の専門知識及びその応用能力を持つ。
2. 厳格な職業倫理を備える。
3. 広い視野で公益を確保する。
4. 職業資格を持ち、その職能を発揮できる専門職団体に所属する。

1. 倫理的側面

1. 1 倫理綱領(電気学会と日本技術士会)

(1)共通の規定

- ・安全、健康、福利の最優先
- ・持続可能性の確保

(2)異なる規定:電気学会にて強調される規定

- ・学術発展、文化の向上を明示
- ・他者の人格権の尊重を明示
- ・説明責任のための情報公開の責務を明示

(3)異なる規定:日本技術士会にて強調される規定

- ・技術士が技術業に従事するときの倫理規範であることの明示(有能性、守秘義務)
- ・プロフェッション、プロフェッショナルの明確な定義
- ・自ら、顧客、社会という三階層への強い意識

1.2 公衆優先原則(安全、健康、福利、持続性優先原則)の困難

この原則はいずれの技術系団体、機関においても最も重要な倫理原則として位置づけられている。しかし、これを実務における行動原則の基準としようとすると重大な困難がある。公衆優先原則あるいは持続可能性を評価、論じるときには、多方面の価値観と、固有技術、リスク論についての責任ある判断が必須となる。

(1) 原則遵守が本質的に困難

- ・影響が予測できない
- ・公衆の要求が不明

(2) 原則の内部に相反を含む

- ・公衆の中で価値観の相違、優先順位の相違がある場合がある

(3) 他の原則との相反

- ・誠実性との相反

(注) 公衆とは「そのことを知り得ず、影響を受けるもの」を指す

1.3 技術者の責務と権限

技術者には明文化された権利がない(少ない)としばしば謂われる。しかし実務の上では大きな権限、力を保有しているのではないか。

- ・使用者の要求を聞く権限
- ・リコールを提案する権限
- ・公衆にとって無益なものを作らない権限
- ・コストと安全の比率を選ぶ権限
- ・安全性、信頼性を実現する権限
- ・自分の考案に著作権を得る権限
- ・製造の中止、部品の設計を変更する権限
- ・人の役に立つものを作る権限
- ・人を傷つける悪用を防ぐ権限

(注)これらは講演者の大学での講義にて学生が挙げた項目である。「現実を知らないものの正義感」と切り捨てられない真実を含んでいると思う。これらは技術者に義務としてその履行を迫るばかりでなく、確かに権利とみなすこともできる。

1. 4 目標としての「良い仕事」という概念

1. 4. 1 社会からの期待に沿うこと

- (1) 科学技術の危害を抑止する
- (2) 公衆を災害から救う
- (3) 公衆の福利を推進する

1. 4. 2 倫理の原則に則ること

- (1) 公衆優先原則
- (2) 持続性原則
- (3) 有能性原則
- (4) 真実性原則
- (5) 誠実性原則
- (6) 正直性原則
- (7) 専門職原則

1. 4. 3 さらに「良い」と評価される要素

(1) 自律的であること

自律とは自分で方向付け(self-directing)ができることである。“律”とは、規範やルールであり、自らの価値観を持って進むこと、そしてその結果について責任を負うことを意味する。他人の考えに頼らず、世の風潮、常識に流されず、自らの考えを持って仕事をする。倫理とはそもそも自律的な判断の規範であるから、これは倫理に基づく「良い仕事」の定義のなかで、もっとも重要な定義である。自律を強く意識した発想は普通のビジネスの発想とは異なるがゆえに、大失敗の可能性もあるが、すばらしい企画を作り出す可能性を秘めるであろう。

1. 4. 3 さらに「良い」と評価される要素(続)

(2) 自立的であること

自立とは自力で立つこと(self-standing)である。他に頼らず自らその仕事を切り拓くことをいう。ここで頼らなかった”他”とは、組織、人、権限、金、機会、などいずれでも良い。そして頼らないということは、リスクを自分自身が負うということの意味する。リスクは自らが負いながら、社会に対して良い仕事をする。それが自立である。

1. 4. 3 さらに「良い」と評価される要素(続)

(3)大きな影響力を発揮していること

理念だけでは技術とは呼べない。技術は現実には有益な人工物を実現しなければならない。そして通常を遙かにしのぐ影響力を発揮した仕事が「良い仕事」と讃えられる。ここには社会全体に影響を与えるマスの視点と、たった一人に強い影響を与えるミクロの視点の両方があり得る。

1. 4. 3 さらに「良い」と評価される要素(続)

(4)責任を積極的に引き受けていること

この項目はまさに倫理的行為そのもの。ただし、負いきれる責任でなければならず、負った責任を完遂するためには自分がつぶれてはいけない。

1. 4. 3 さらに「良い」と評価される要素(続)

(5)他で代替できない価値を持つこと

類似の商品を多数の企業が競争して開発するという状況はビジネスの日常の風景である。その場合でも競争に勝った会社が皆の役に立つ製品を提供するのであれば「良い仕事」ということになるだろう。しかし、それはその会社でなく他の会社(すなわち他の技術者)であっても供給できたはずのものである。

そうではなく、全く独自の発想に基づき、独自の方法で目標を実現して社会の大きな役立ちに貢献したものはより大きな賞賛を受けるであろう。これが非代替性である。

1. 4. 3 さらに「良い」と評価される要素(続)

(6) マイナス要因も正当に評価したうえで価値を持つこと

人工物は必ず正の面と負の面を持つ。その仕事が「良い」側面を多く持つとしたとしても必ず「負の」側面も持つ。この点も正当に評価に組み込まなければならない。

2. 縮小社会の技術

2.1 縮小社会の基本原則

(趣意書の一部)

現代社会における経済様式は、成長とグローバルな競争を前提とした大量生産・大量消費である。その結果、我々の生活はものにあふれ、ものに依存し、ものに振り回されている。成長路線はすでに幸福より社会の歪み拡大を招いている。一方、縮小社会は、地産地消で省エネルギー、エコロジカルかつ丈夫で長持ちのものを生産する社会である。我々はものの呪縛から解放され、各々が創意工夫して生活を作ることになる。福島原発事故後に電力使用量は1割削減されたが、これは縮小社会への道が不可能ではないことを示唆している。幸福はものの豊富さだけでなく、他者との共生や創造的な仕事から得られる。さらに、縮小することにより次の世代への責任を果たすことになる。

以上のように、従来の成長路線はすでに行き詰まっているが、この先の破局を回避するには、現代社会の物質的規模を縮小することが必要である。そこには、資源、技術、環境、食糧、人口、国際的・国内的な格差、経済不況、国際紛争など多くの問題が横たわっている。各分野の人たちが知恵を出しあって、これらの問題の解決法を見出していくために本研究会を設立する。

縮小社会の理念は上に記したとおり現在の平均的な理念とは大きく異なる側面がある。基本的な分野について比較すれば次のようになるであろうか。

表1 社会原則の比較

項目	現在の社会原則	縮小社会の理念
持続可能性	成長の持続	世代を跨ぐ持続の確保→少なくとも現在のエネルギー、資源の消費規模については縮小の選択肢があり得ない
経済原則	もの、サービスいずれにおいても供給側の論理	生活（者）が主体
幸福感	ものの豊かさ	共生、創造的な仕事

2.2 縮小社会の技術

産業特に製造業における縮小社会の技術を考える時の基本的課題は次の三点であろう。

(1) 何を作るのか

人に不要なものが作られていないか。

人に必要なものが作られていないのではないか。

(2) どれだけ作るのか

不要なものが、必要以上に作られていないか。

必要なものが必要なだけ作られていないのではないか。

(3) いかに作るのか

生産過程で、人の労働(精神も含め)、資源、エネルギーが乱費されていないか

人の労働への尊厳が確保され、成長の支援が備わっているか

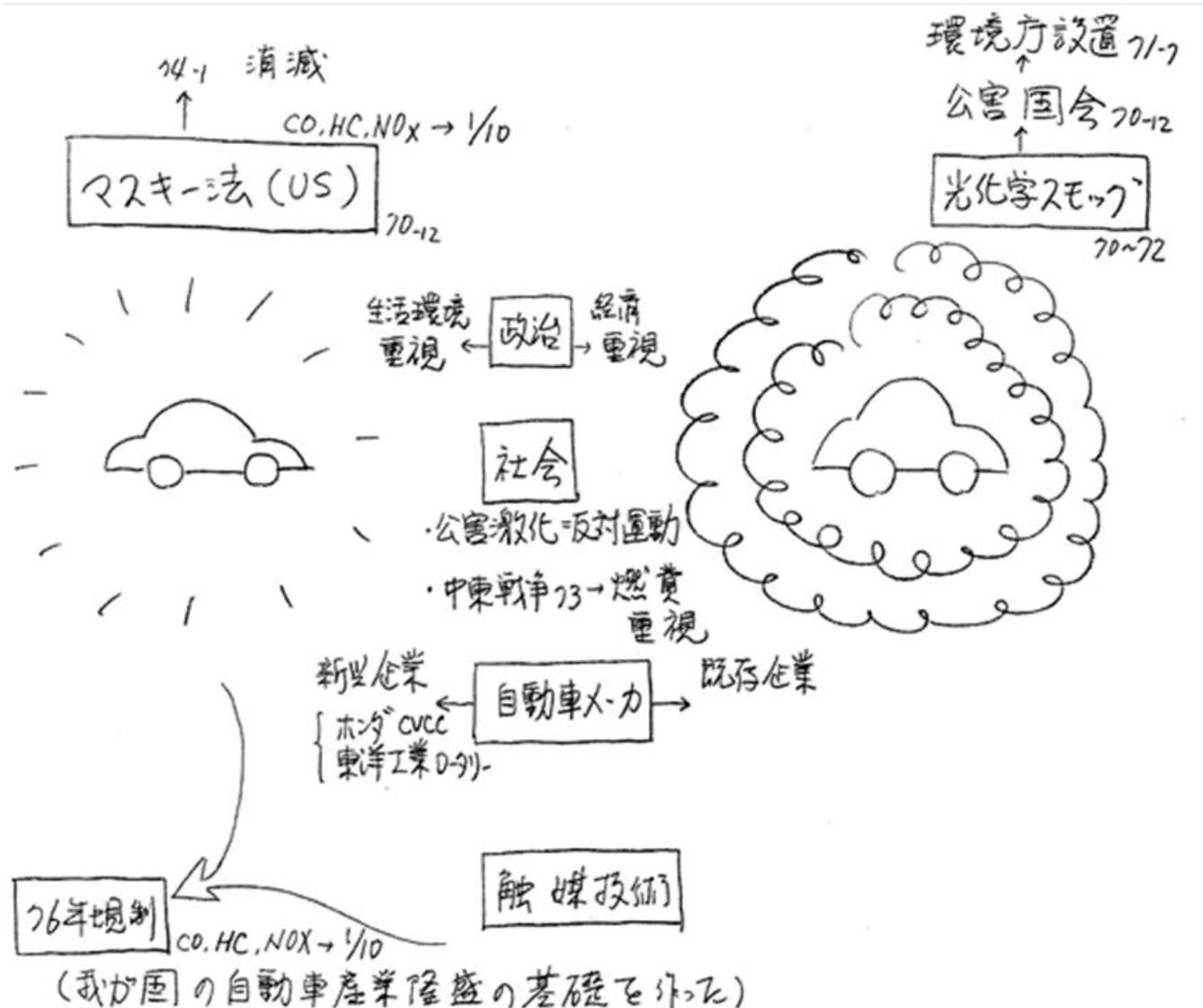
2. 2 縮小社会の技術(続)

縮小社会において必要とされる生産がある。この中には、人の暮らしを豊かにするための生産とともに、過去の負の遺産を継承するためのやむを得ない生産が含まれる。

- ・異常気象への対応
- ・縮小社会に求められる社会構造へのインフラの組み替え
- ・過去の遺産の維持管理
- ・過去の負の遺産の継承
- ・維持技術
- ・省エネルギー、省資源、労働生産性、労働安全性のアップ
- ・戦争、暴力の廃絶

3. 技術と社会との正の連関によって実現した課題解決の事例

3.1 自動車排ガス問題の解決



3.2 自動車排ガス問題の取組と脱原発との対比

項目	自動車排ガス	脱原発	対照
目標	マスクー法により1/10という数値目標が与えられた	原発は可及的速やかに廃止という目標がおおむねの多数派	
政治	自由民主党、第三次佐藤栄作内閣（終焉の時期）。革新勢力の進展	自由民主党、安倍晋三内閣。議会多数派を形成し、圧倒的強者	異
社会	公害反対の意識が社会に充満。石神井南中事件（光化学スモッグ）による恐怖感。反公害が社会の共通スローガン。	2011-03-11大震災による福島第一原発の爆発により、脱原発の機運が高まる	
経済	宇沢弘文「自動車の社会的費用」が理念のバックボーン。	大島堅一「原発のコストーエネルギー転換への視点」	
業界	トヨタ、日産というフルラインメーカーに対抗する、ホンダ、東洋工業というメーカーの存在。 トヨタvs日産との差異	地域独占を許された9電力会社すべてが脱原発反対の大合唱	異
技術	規制制度化の初頭は技術無し。制度化過程のなかで決定的な技術開発に成功。 ・三元触媒 ・センサとマイコン	大震災の緊急事態の収束後には、全原発停止は可能。	(異)
結果	電子制御技術と燃焼制御技術の圧倒的な優越 ・燃費効率性 ・高機能化	(脱原発と再稼働のせめぎ合い) まったく混迷のまま、解決の糸口無し	

4. 電気技術者への期待

4.1 責務と権限

(例1)電気主任技術者

電気事業法による電気工作物の保安規制は、昭和39年の法制定以来、累次の改正が行われてきた。平成7年には、技術進歩による安全実態の向上等を踏まえ、自己責任原則を重視した安全規制の合理化等を基本方針とした規制の見直しを行い、さらに平成11年には、官民の役割分担を見直した合理的な電力安全規制システムの構築を目指した改正が行われた。その考え方は、「設置者等が自らの責任に基づく保安確保への取組を主体的に行うこと」、「国の役割はルールの策定とその遵守状況の監視、事後規制の機動的・効果的な発動に重点をおいたものとする」と等とされ、このような自己責任・自主保安を原則とする枠組みの中核として、電気主任技術者の果たすべき役割が、より重要になっているところである。

(例2)原子炉主任技術者

環境省原子力規制委員会が主管する国家資格である。核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(以下、原子炉等規制法)に基づき、原子炉設置者の行う原子炉の運転に関して保安の監督を行うため、炉ごとに炉主任の選任が義務付けられている。

4.2 倫理規範を踏まえた討議

(参考)

日本機械学会技術倫理委員会等は、2012年度年次大会市民フォーラム「原発事故から持続可能な社会を考える」においてドイツ倫理委員会報告を採り上げて討議した

『(資料)ドイツのエネルギー転換－未来のための共同事業：安全なエネルギー供給に関する倫理委員会』

ドイツ倫理委員会報告

4.4 倫理委員会における共通の判断

本倫理委員会は、その審議において、根底にあるリスク理解に特別な意義を認めた。倫理委員会は、二つの立場の衝突を根本的に解消することを要求するものではない。どちらのアプローチ「絶対的なアプローチ」と「相対的なアプローチ」にも良い論点と真剣に受け取るべき論点がある。倫理委員会においては、どちらの見解も断固として主張されている。

とはいえ、討論においては、歩み寄りも行われた。絶対的な立場から学び得ることは、原子力問題において支持し得る決定では、単純にエネルギー政策上の選択肢の損害規模や損害率の見積もりや誤算が問題になっているのではない、ということである。特に、利用可能な選択肢を選ぶ際に、考察者を、そのいわゆる期待値(損害規模×損害率)に立脚するように強いるような、合理的な行動指令なぞない。また、技術的なリスク公式に従って大損害をその小さな発生率と掛け合わせ、こうして相対化した大損害を、より小さな損害事例とより高い発生率の積と比較して、より深刻であると評価することは、理に反したことはない。

ドイツ倫理委員会報告(続)

比較衡量の立場から導かれることは、社会には、原子力エネルギーを拒否した場合の結果も視野に入れる義務があるということである。その際、国際的な義務や他の国々のさまざまなリスク文化が考慮に入れられなければならない。さらに、リスク評価に際して、発生率と損害規模の積(Produkt)(注1)の公式にこだわることなく、損害率を考慮していくことは、合理的である。

(注1)「Produkt(積)」ということで、ここでは、与えられた二つの量の掛け合わせ(損害規模×損害率)を計算した結果を理解している。

ドイツ倫理委員会報告(続)

実際的な観点から見るならば、原子力エネルギーに関するどちらの基本的立場も、同じ結論に達する。すなわち、原子力発電からの電力が、生態学的、経済的、社会的な配慮の規準に即してリスクのいっそう少ないエネルギーによって代替される得る限りで速やかに、原子力発電の利用を終わらせる、ということである。

こうした議論によって、原発反対側と賛成側との間の相互理解を仲介する道が開かれる。倫理委員会の判断に同意するために、原子力エネルギーに対して原則的な反対派であるという必要はない。ドイツにおいては原子力エネルギーを、リスクのより少ない技術によって、生態学的、経済的、社会的に配慮した仕方で代替できるのだという、倫理委員会の統一見解を分かち合えれば、それで十分である。

4. 3 不可能なことを引き受けないという一つの規範

4. 3. 1 「ほんとうに原発の安全運転ということができ るのでしょうか？」

【質問1】システムの独立性を確保できますか

機能安全規格JIS C0508-1:2012(IEC 61508-1:2010)

7.6.2.7には、独立性成立の5つの条件がつぎのように示されている。

リスクの割り当ては、共通原因故障の可能性を考慮して行われなければならない。E/E/PE安全関連系、他技術安全関連系および外的リスク軽減施設が割り当て過程で、故障発生に関して統計的に独立したものと仮定して扱われるとき、それらは仮定が成り立つように、次の条件をすべて満足しなければならない。

独立性成立の5つの条件

ア: 機能的に異なっていること(同じ結果を得るために、まったく異なった種類の方法論を用いること)

イ: 異なった技術に基づくこと(同じ結果を得るために、まったく異なった機器を使用すること)

備考: 技術がどのように異なっても、機能喪失によって過酷な被害が生じる高度安全システムでは、航空機の墜落や地震などのような、どんな小さい蓋然性をもつ共通原因事象に対しても特別な予防策を講ずること。

ウ: 共通の部品, サービスおよび(例えば, 共通の電源のような)供給システムを用いてはならない。(それらの故障は全システムに同時に危険側故障を引き起こすかもしれない)

エ: 共通の運用, 保全またはテスト方法を用いてはならない。

オ: 予見可能な故障が冗長的な安全関連系及び外的リスク軽減施設に影響しないように, 物理的な分離をはかる。

理想的多重系の例、ひまわり8号

通信系

従来、送受信のための地上設備は埼玉県鳩山町にある気象衛星通信所1か所のみだったが、非常時の代替施設となる副局を、台風などによる悪天候に見舞われにくい北海道江別市に初めて設置した



4. 3. 1 「ほんとうに原発の安全運転ということができるとい しょうか？」(続)

【質問2】fail safeシステムが構築できますか
そもそも次の条件が成立しないシステムにはfail safe
システムは構築できない。

ア: activeでない安全状態が定義できること

イ: failの検出が可能なこと

ウ: fail時、安全状態に自動的に確実に移行できること

フェールセーフの典型的な実施例

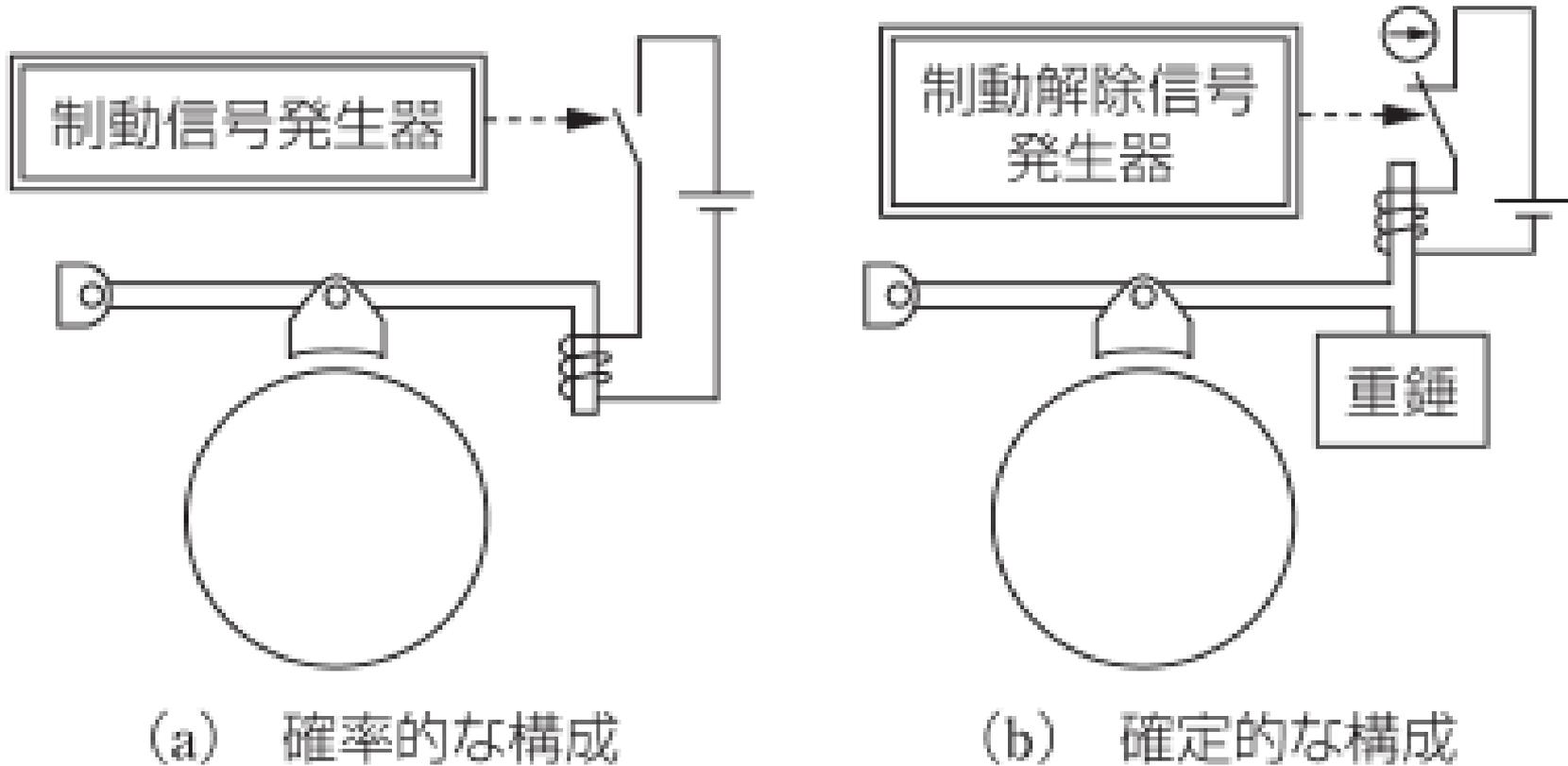


図 1・3・1 制動装置

『原子力発電所の代替電力には、1日当たり100万ドルもの費用がかかるうえ、 unnecessary スクラムが起これば余分の維持管理作業や修理を要するので、 unnecessary スクラムはできる限り最小限に抑える必要がある。このことは、原子力発電所のスクラム系のような多重冗長要素から成るシステムを全般的に設計・評価する場合には、フェールデンジャーの確率とともにフェールセーフの確率も考えるべきであることを意味する。』

「原子力発電システムのリスク評価と安全解析」(西原監訳、丸善出版、2013-06-20、p114)

4. 3. 2 リスクの評価を正しく行っているのでしょうか

リスクとは危害の発生確率およびその危害の程度の組合せ

(注) risk : combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm(ISO/IEC guide51:2014)

リスク、危害の発生確率、危害の程度の相互の関係は次式で示される。

リスク(R) = 危害の発生確率(P)・危害の程度(S) (危害の程度とは災害のひどさのこと)

ここで、記号“・”は組合せを示しており、必ずしも掛け算ではない。

(出典:安全の国際規格1、安全設計の基本概念、向殿監修、日本規格協会)

→被害発生頻度を引き下げることで巨大なひどさを相殺してはならない

2015
0327

原発の発電コスト算定

事故率想定下げ検討

経産省部会

電源ごとの発電コストを再検証する経済産業省

の有識者作業部会は26日、原発の発電コストの算定に当たり、事故発生確率を従来の想定より引き下げることに関して検討に入った。原発の新規制基準が2013年7月に施行され、電力各社が巨額の安全対策投資を行

っていることを踏まえた措置。事故確率が下がれば、コスト低下要因となる。しかし、事故が起きた場合の賠償費用や安全対策投資の額は、これまでの推計を上回る見通し。再検証の結果、全体としてコストがどの程度変動するかは不透明だ。11年12

月に行った前回の計算では、原発の発電コストは火力発電並みの1キロワット当たり8・9円以上だった。事故が起きた場合の賠償費用は「5兆8000億円以上」とされた。事故が40年に1回発生すると想定し、費用を40年間で積み立てるとしてコストを算定した。

- IAEAレベル7: 数万テラベクレル以上の放射性物質の外部放出
- (現実の事故) チェルノブイリ原発事故 = 520万テラベクレル、福島第一原発事故(暫定) = 80万テラベクレル



国際原子力事象評価尺度の図

2011-03-11コスモ石油千葉製油所火災事故

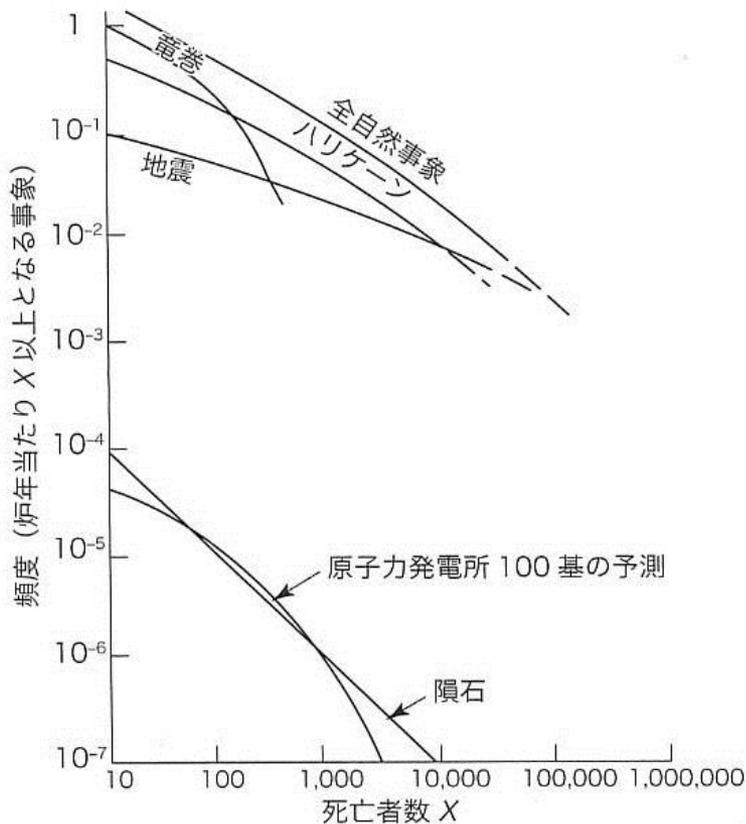
発災箇所に設置してある全LPGタンク(17基)、および周辺配管・道路が損傷。LPGは火災等の影響により被災エリアの全量(約5,227t)が燃烧した。



4. 3. 3 原発における二つの不可能

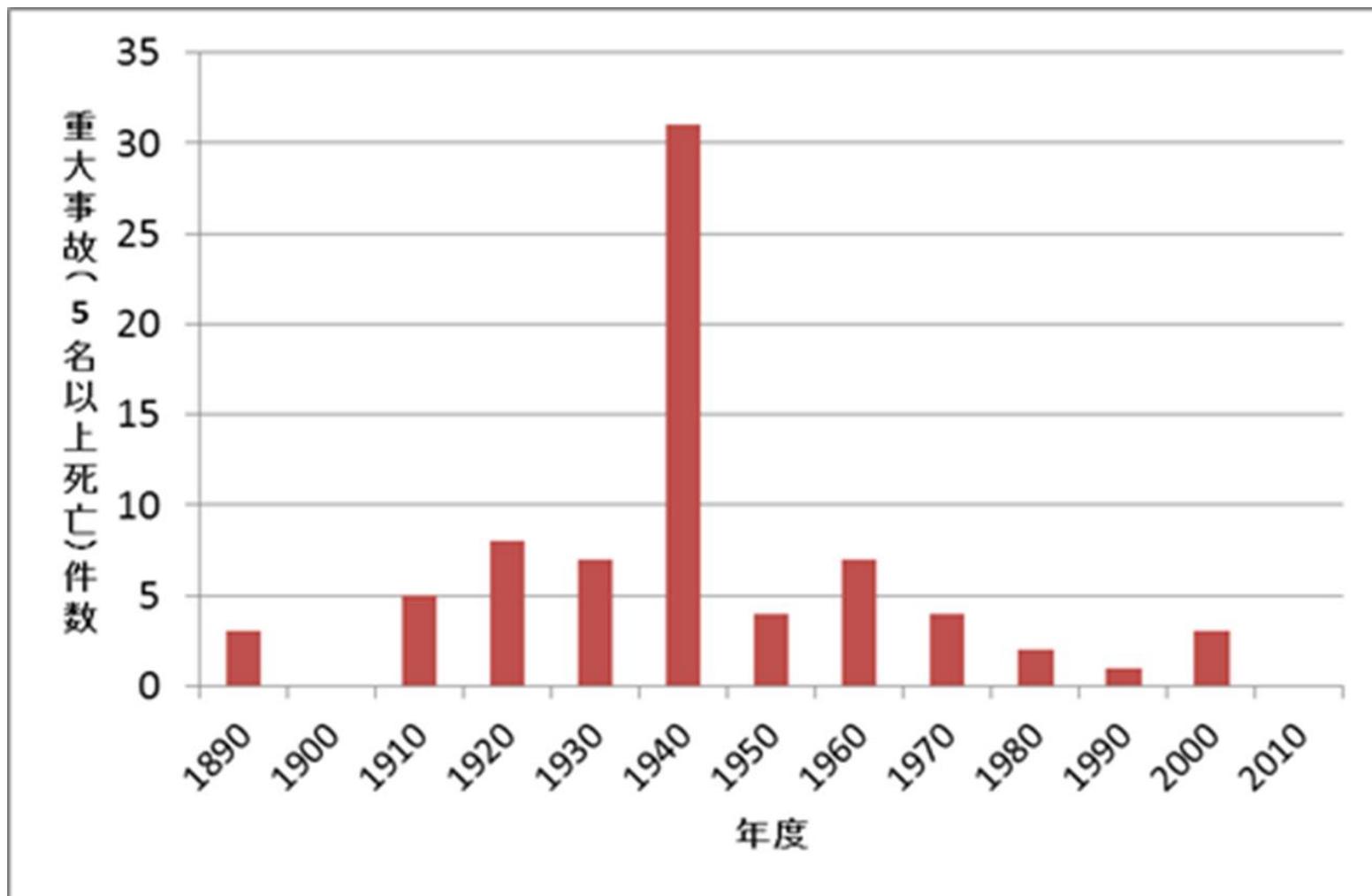
(1)事故を起こさないプラントは存在しないこと

(2)1万年を管理することはありえないこと



- 図4 原発事故の確率
- (WASH1400)

安全の模範といわれる鉄道ではあるが、日本の鉄道事故の実態は次の通り。決して単純に暫減しているのではない。



5. 新たなエネルギーシステムの構築に向けての期待

ご静聴ありがとうございました。