

神田順教授退職記念事業記念シンポジウム
「構造安全性から持続可能社会への貢献」

構造安全性における「人間的側面」を
どう捉えるべきか

東京大学・新領域創成科学研究科
社会文化環境学専攻

鬼頭 秀一

1

構造安全性における「人間的側面」をどう捉えるべきか

社会文化環境学融合演習での議論から



2010年7月1日 日刊

社説 03-5947-2001 日刊建設工業新聞社
東京 03-5947-2001
大阪 03-5947-2001
名古屋 03-5947-2001
福岡 03-5947-2001
札幌 03-5947-2001
仙台 03-5947-2001
新潟 03-5947-2001
金沢 03-5947-2001
富山 03-5947-2001
石川 03-5947-2001
福井 03-5947-2001
山梨 03-5947-2001
長野 03-5947-2001
岐阜 03-5947-2001
愛知 03-5947-2001
三重 03-5947-2001
滋賀 03-5947-2001
京都 03-5947-2001
大阪 03-5947-2001
兵庫 03-5947-2001
奈良 03-5947-2001
和歌山 03-5947-2001
徳島 03-5947-2001
高松 03-5947-2001
香川 03-5947-2001
愛媛 03-5947-2001
高知 03-5947-2001
福岡 03-5947-2001
佐賀 03-5947-2001
長門 03-5947-2001
大分 03-5947-2001
熊本 03-5947-2001
鹿児島 03-5947-2001
沖縄 03-5947-2001

所論諸論

神田 順
東京大学社会文化環境学専攻教授

余部鉄橋事故と姉菌事件

余部鉄橋事故は、鉄道史上最大の悲劇の一つとして、人々の記憶に刻み込まれている。この事故は、単なる技術的な失敗ではなく、人間的側面を無視した設計と施工の結果として発生した。この事故をきっかけとして、鉄道界では安全意識の高まりと、人間的側面の重要性が再認識された。姉菌事件は、都市計画と環境保護の衝突を象徴する事件として知られている。この事件は、都市開発の進め方と、環境保護のバランスをどう取るべきかという課題を提起した。この二つの事件を通じて、構造的安全性と人間的側面の関係性を考える必要がある。

1986年12月28日餘部橋梁の事故の経緯と問題、背景

- 25m/s以上の風速で運転中止(規則)
 - 自動風速発信機で限界風速を越えると福知山鉄道管理局列車集中指令装置(CTC)司令室の警報→列車を止める
 - 自動ではなく、香住駅に問い合わせで対応することになっていた。
- 25m/s以上で警報→香住駅問い合わせ、20m/s前後で異常なし→再び警報→香住駅問い合わせ、瞬間で25m/sだが、20m/s前後、しかし餘部橋梁にさしかかっており間に合わないため停止しない→橋梁中央で最大風速33m/sで転落
- 列車運行体制の問題として認識(中尾政之、失敗知識データベース・失敗百選)
 - 人間を排除する対策の必要=装置の制御ループの中間に人間の判断を入れない
- 背景
 - 風力計の一台が故障して数値に関して不備があった
 - 国鉄分割民営化(1987年4月1日)目前でのダイヤ運行
 - カニシーズンの冬季の定期運行確保の問題
- 神田先生の指摘
「数値を厳しく設定することによってその程度で過去に事故がなかったということで、多少のことでは大丈夫という慢心が事故を招いた。むしろ数値を上げてしっかり守ることが大事だ。」
- しかし、事故後は20m/sに引き下げられて運行の支障が指摘されていた。
- 2010年に架け替えられた。リスクを限りなくゼロにしていこうため、餘部橋梁という美しい景観を私たちは失うことになった。それでいいのだろうか。

3

人間的要素を排除するのか組み込むのか

- システムとして「安全性」を高めるためには、人間的要素を極力排除した方がいい(中尾)
- しかし、安全を高めてリスクを限りなく小さくしていくと、基準は厳しくなり、さまざまな社会的な支障を来してくる。場合によっては「景観」も失う
- そのことによって、システムを手動で停止したり、規則違反が恒常化することにもなる
- 神田先生の指摘は、リスクを避けつつも、社会的支障を回避するぎりぎりのところで、基準を再設定することによってルール of 形骸化を防ぐことが大事だということ
- 人間的要素を極力排除する工学的な発想で解決するのではなく、人間的要素を含めた形で、社会的なものも含めた形の新しいルール・システムをつくるべきだという指摘として捉えられる
- 工学の世界の中では、安全性を追求する場合に、人間的な要素を極力排除して、限りなくリスクを逡減化していくべきだ、安全なシステムとして「完璧な」ものをつくるべきだという考え方がある
- しかし、一方で、人間的な要素を含めることにより、社会的なものも含めた新しいシステムを作るべきだという「社会技術」的な考え方もある

4

「社会技術」とは？

- 社会のための技術
- 社会的問題を解決するための技術
- 社会問題を解決し、社会を円滑に運営するための技術
- 科学技術システムだけでなく、法制度や経済制度、社会規範などすべての社会制度システムを包含
 - 小林信一・小林傳司・藤垣裕子(編)『社会技術概論』放送大学教育振興会、2007年。
 - 堀井秀之『問題解決のための「社会技術」——分野を超えた知の協働』中公新書
 - 小林傳司(編)『公共のための科学技術』玉川大学出版部、2002年。
 - 小林傳司『トランス・サイエンスの時代——科学技術と社会をつなぐ』NTT出版、2007年。

「社会構造創成型社会技術」の提案

- いままでの社会技術は、社会に大きな影響がある技術をいかに社会にうまく埋め込み、適応させるかというところに主眼があった
- 社会問題を解決する「社会技術」には、問題の解決のために、社会構造それ自体を新たに創り出していく可能性のあるものもあるはずである。工学と人文社会科学の知の協働が必要

安全工学の思想

- フール・プルーフ *fool proof*
- フェイル・セーフ *fail-safe*
 - 安全性が必ずしも完璧でないことが前提
 - 限定合理性
 - 「諦め」ではない、「設計」に組み込まれた構造的対応
- オープンネス *openness*の思想

フェイルセーフ *fail-safe*

- 失敗があっても、それがシステム全体の故障や事故に波及せず、システムの安全の保持ができるシステムの考え方
- 原子力の分野等、巨大技術の領域では、特に、各種の設備・装置の設計にこの思想が採り入れられている。
- 装置の一部が故障したり、安全保護装置の働きに異常が生じても、あるいは、操作に誤りがあっても、装置の本来の機能を危険に陥れることなく、安全装置が働くように設計されている(はず)

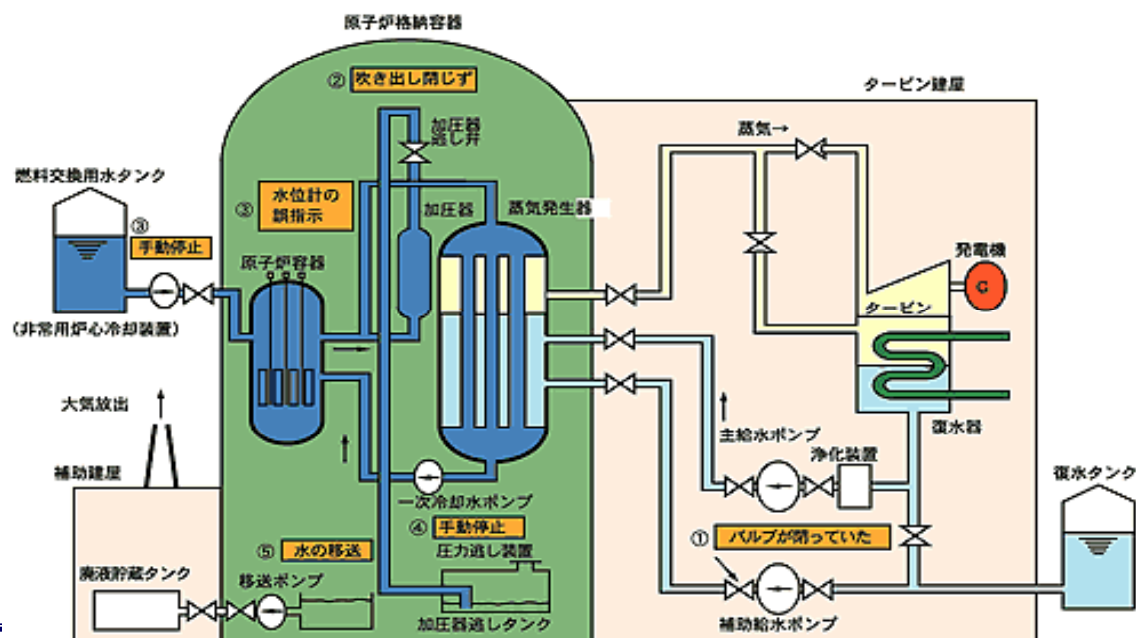
非常用炉心冷却装置

ECCS (Emergency Core Cooling System)

- 原子炉で原子炉冷却系の配管破断が起きる等して原子炉冷却材が炉心から喪失した場合に直ちに冷却材を炉心に注入して炉心を冷却する安全システムである。
- 原子炉は緊急時に核反応を緊急に停止したとしても、燃料体にはまだ顕熱が残っており、また核分裂生成物からの崩壊熱の発生もあるので、燃料体を冷却する必要がある。
- 沸騰水型軽水炉の場合のECCSには、高圧注水系、自動減圧系、炉心スプレイ系、低圧注水系がある。加圧水型軽水炉では安全注入設備、格納容器圧力低減設備、余熱除去設備がこの機能を果たす。

非常用炉心冷却装置

ECCS (Emergency Core Cooling System)



スリーマイル島原子力発電所事故

- 1979年3月28日、アメリカ合衆国ペンシルバニア州で起こった原子力事故
- 加圧水型原子炉(PWR) 電気出力96万kw
- 営業運転開始から三ヶ月を経過、定格出力の97%で営業運転中
- 事故は1979年3月28日午前4時すぎから起こった。
- 初め二次冷却水の給水ポンプが故障で停まり、蒸気発生器への二次冷却水の供給が滞った。
- 一次冷却系を含む炉心の圧力が上昇し加圧器逃し安全弁が開いた。
- 弁が開いたまま固着し、圧力が下がっても、弁が開いたままとなり、蒸気の形で大量の原子炉冷却材が失われた
- 非常用炉心冷却装置(ECCS)が動作
- 加圧器水位計が正しい水位を示さなかったため運転員が冷却水過剰と勘違いし、ECCSは手動で停止
- このあと一次系の給水ポンプも停止されてしまった
- 2時間20分も開きっぱなしになっていた安全弁から500トンの冷却水が流出
- 炉心上部三分の二が蒸気中にむき出しとなり、崩壊熱によって燃料棒が破損
- 炉心溶融(メルトダウン)で、燃料の45%、62トンが原子炉圧力容器の底に(当時、炉心溶融はないとされた)

科学技術の根源的不確実性とリスク・マネジメント ——その思想的意義

- 科学技術の不確実性
 - データ不足に還元できる技術的不確実性
 - データ不足に還元できない根源的な不確実性が存在
=構造的な不確実性
 - 知識の状況依存性(フレーミング)／パラメータの取り方(攪乱要因)／探究の「時間」の有限性
- 科学技術の根源的不確実性を前提として社会的決定が必要な時代に突入した
- 科学技術の根源的不確実性を補うさまざまな手法
 - リスク・マネジメント、予防原則、順応的管理、ローカル知の復権

「限定された合理性」と「技術知」の復権

- 「科学」と「技術」
 - 「技術」は、「科学」の単なる応用ではない
- 普遍法則を追求する「科学」と根源的な不確実性の中での、「限定された合理性」に意味を見いだし、その中で「設計」を行っていくことの意味
- 「技術」の独自の領域としての「設計」とそれを支える理念としての「限定された合理性」
 - 「設計」「実験」「安全性」
 - フェイルセーフ【fail safe】
- 齊藤了文『ものづくりと複雑系—アポロ13号はなぜ帰還できたか』講談社 (1998年)。
- 吉川 弘之 (監修)『技術知の位相—プロセス知の視点から (新工学知)』東京大学出版会 (1997年)。
- 吉川 弘之 (監修)『技術知の本質—文脈性と創造性 (新工学知)』(東京大学出版会 (1997年)。
- 吉川 弘之 (監修)『技術知の射程—人工物環境と知 (新工学知)』(東京大学出版会 (1997年)。

技術と社会の界面

- 限定合理性の技術——「設計」ということの意味
- 社会の中で機能するとき
 - 狭間の問題が出現
 - その中で生きる社会技術、社会文化的要素
- 「責任」という軸をどう再定位するか?
- 市民参加・公共性 　いかに構築すべきか
- 地域社会 　どのような社会設計、社会技術
- 安全性とリスク 「リスク」という軸での捉え直し

自然の徹底的管理を前提とした20世紀型科学技術の終焉

- 近代以後、人間は近代科学技術の恩恵を受け、徹底的に自然を管理することを前提にした自然とのかわりのあり方が形成された
- 個々の人間と自然との関係は希薄で部分的。
人は自然の中で驚くほど無能力になってしまった。
 - 昨今の、今まで考えられなかったような自然災害を前に、人は何もすることができず立ち尽くしている

★「異界」(管理できない自然)を無くしたことの問題

⇒不確実性を前提とした自然とのつきあい方の
新しい時代が到来！ 自然の「他者性」の再考

☆災害に対する安全性と環境保護、特に、東日本大震災の
未曾有の災害を前にした時の環境倫理のあり方。

☆ 福島原発事故——技術論として
—— 20世紀型技術の象徴、新しい技術のあり方の到来

不確実性を前提とした技術(工学)が不確実性を捨象したとき

- 技術(工学)は、根源的な不確実性の中での、
「限定された合理性」に意味を見だし、
その中で「設計」を行っていくことに重要な意味がある
- 「設計」における、ある種の「割り切り」は、
技術(工学)において本質的なものだが、それは、
根源的な不確実性を前提としたものとして意味があった
- 「事故」(トラブル)を起こしつつもそれを「設計」の微調整で
補いながら発展させていくのも技術(工学)の特質
- 原子力技術の「安全」論争の非本質性と、リスク・マネジメントの不在
- 100%の安全性を前提しなければ存在しえない、技術(工学)は、
そもそも、技術(工学)に値するものなのだろうか

「安全」の確保のための技術の方向は多義的である

- ⇒「安全」を確保する技術は、たえず、技術により回避できない「リスク」や、技術自体の「リスク」との関係の中で選択される
- ☞ その方向性は一義的に決まらない

人間的要素を入れた新しい社会技術をもとめて

- システムから人間を排除して、人間的要素を含めないで、自足的なシステムを作ると
 - 人間は限りなく「無能力」になる
 - あるいは、人間を排除した技術を社会に合わせて「運用」するために、手動にきり変えたり、ルールを守らなくなる
- 「無能力」になるのが正しいのか、システムを「運用」で完璧なシステムを作らなくなるのが問題なのか
- 人間やその集団、コミュニティはさまざまなリスクに対して対応する能力を持っているし、それを醸成し、人間的、社会的に対応できるようにすることが求められている
- 人間やその集団、コミュニティのリスクに対する対応能力を醸成しつつ、システムを十分に使いこなし、限りなくリスクを逡減化するのではなく、リスクをうまく使いこなしていく、社会システム、あるいは、社会技術的、工学のあり方が求められている