

技術者倫理 第6回 第6章 技術者のアイデンティティ

教科書：技術者の倫理入門
杉本泰治、高城重厚 著

富山県立大学 工学部
非常勤講師 竹内勝信

1

第2回レポートの集計結果

	杉井	金沢	本社	その他	合計
人数	7人	11人	19人	6人	43人
割合	16%	26%	44%	14%	100%

- ・本社にもう一度応援を頼む=19
- ・金沢さんの復帰を待つ=8
- ・本社に頼んでダメなら、金沢さんを待つ=3
- ・杉井君に代役、本社の許可を得て杉井君=7
- ・他の作業責任者で、頑張っただけ=2
- ・岡本所長自身が金沢さんの代理をする=2
- ・金沢さんに無理をしても出てきてもらう=1
- ・解決策なし=1

技術者倫理

第6回 技術者の資格

2

杉井君に代役を頼む場合

- 科学技術的
技術的には問題なし⇒○
- 法的
ポンプ点検に、法的な制限はない⇒○
民間資格=ポンプ施設管理技術者
法的に問題がある場合は絶対に×
- 倫理的
親会社や元請に内緒⇒×
本社を通じて、元請、親会社に了解を貰う
作業体制の不備⇒営業的に×

技術者倫理

第6回 技術者の資格

3

3

金沢さんの復帰を待つ

- 科学技術的⇒○、法的⇒○
- 倫理的
努力をせずに作業が遅れる
⇒親会社や元請の評価×⇒営業的に×
最低限、作業が遅れる可能性を連絡
⇒本社を通じて、元請、親会社に了解を貰う
作業体制の不備⇒営業的に×
その上で、作業が遅れないように努力
⇒自分の努力、出張所内の努力でOKか？
⇒無理なら本社に相談、協力を求める

技術者倫理

第6回 技術者の資格

4

4

飯田興業本社に応援を要請

- 本社の説得
金沢さんの復帰を待つ場合の問題点
⇒親会社や元請の評価×⇒営業的に×
杉井君を代役として使う場合の問題点
⇒科学技術的○、法的○、倫理的×
了解を貰えば倫理的には○、営業的には×
∴倫理的、営業的にも本社から作業責任者がベスト
有資格を数日だけ派遣し、杉井君がフォロー
どうしても無理なら、自社だけでなく、元請、親会社に
連絡して、これ以外の創造的中道法がないか検討する
科学技術的、法的、倫理的な判断⇒営業的にもプラス
例) 松下電器産業○ パロマ×

技術者倫理

第6回 技術者の資格

5

5

6.1 科学技術とは何か-1

「技術」のイメージ

- ・人間は、自然環境の中に、人工物環境を作り生活
- ・材料・エネルギー⇒製品化
- ・社会の要求⇒技術の創造
- ・技術の利用
⇒付加価値⇒社会の要求
⇒技術の蓄積・技術の伝達
⇒新しい技術の創造
- ・蓄積された技術
⇒利用し易いように⇒標準化・規格化・部品互換性
- ・技術者が製品化⇒一般の人々が利用方法の考案
⇒技術者に新製品・サービスを要求

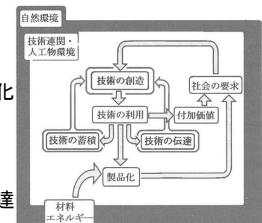


図6.1 自然環境と人工物環境¹⁾

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

6

6

6.1 科学技術とは何か-2

■ 総称としての科学技術

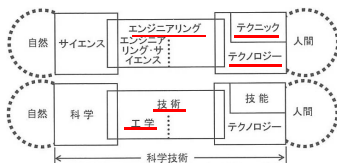
1995年 科学技術基本法が制定

科学技術＝英語のサイエンス・**アンド**・テクノロジー

科学・技術, 「科学」と「技術」を分ける議論と対立

技術＝英語のテクニック・テクノロジー

エンジニアリングの3語に対応



技術者倫理

図 6.2 科学技術と STEM

7

7

6.1 科学技術とは何か-3

①テクニックとテクノロジー

- ・原始の頃：道具を使うテクニックが生まれた
- ・産業革命の頃：テクニックを組合せてテクノロジーが発達

②サイエンス

- ・自然現象への関心から生まれた研究方法と知識体系
- ・自然現象⇒仮説⇒検証⇒法則⇒未知の現象の予測

③エンジニアリング

- ・サイエンスの知識と研究方法⇒新たなテクノロジーを生み出す
- ・1900年の前後にエンジニアリングが確立
- ・サイエンスとテクニック/テクノロジーを繋ぎ、人間生活に結びつく

日本人は、①～③の全体を科学技術と見ている

米国ではSTEM教育に力を入れている⇒日本にも必要

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

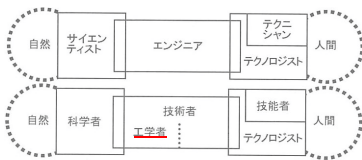
8

8

6.2 技術者のアイデンティティ-1

■ 科学技術を担う人々

- ・科学者：自然の未知に取り組む
- ・技術者：科学技術を人間生活に利用する構想⇒実行
- ・工学者：技術者の領域で、科学の研究手法と知識の体系を適用して未知に取り組む
- ・技能者：テクニックを持ち、人間生活に直接寄与する
- ・テクノロジスト：テクニックを体系的に組立て生活に役立てる



技術者倫理

図 6.3 科学技術になる人々

9

9

6.2 技術者のアイデンティティ-2

■ 技術者の専門的能力

技術者の力量(有能性)あるいは

専門的能力は、次の三つの要素がある

- ・知識：専門とする科学技術の知識
⇒科学技術の進歩と共に専門の分化が進行
- ・経験：人間生活に利用する実務の経験
⇒知識だけでは、実務の役人立たない
- ・能力：実務の能力(手腕)
⇒知識・経験があっても能力を欠くことがある

すなわち、良い技術者は、専門分野の科学技術の知識、経験、能力を備える必要がある。
⇒しかし、それは非常に難しい!

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

10

10

6.2 技術者のアイデンティティ-3

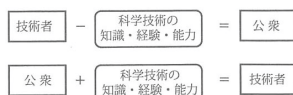
■ 技術者と公衆の関係

技術者＝一般市民と同じ平面で市民生活を営む

＝同時に科学技術の専門家としての業務に従事

技術者＝公衆(一般市民)が持たないものを持っている

＝科学技術の専門的な知識・経験・能力



技術者

図 6.4 技術者と公衆の関係

⇒公衆の楽しみや苦しみや願望を知覚し理解できる

∴公衆の願望を叶える物品やサービスの設計が可能

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

11

11

6.2 技術者のアイデンティティ-4

■ 技術者の立場

- ・技術による製品⇒常に性能を保証する信頼性が要求
- ・技術者⇒前提条件を仮定⇒開発方針を決定
⇒費用、期限などの要求⇒最も近い製品を生み出す
⇒製品が受け入れられる⇒社会を動かしている

①技術者⇒目標に変化がなければ⇒状況が変化しても
⇒方法を選択し直して目標に向かう一貫性

②技術者⇒社会における目標が変化した場合

⇒専門的な知識・経験・能力に基づいて対応

・事故や災害の場合⇒法や規則を十分理解した上で

⇒技術的な対策として、一時的に法規制を逸脱する

⇒技術的な問題は解消されるが、批判される可能性

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

12

12

6.2 技術者のアイデンティティ-5

■ 公衆による技術の利用

- ・ 公衆が科学技術を利用する場合
⇒ 入力・操作⇒仕組みは不明⇒出力・結果を利用
仕組み＝ブラックボックス＝科学技術の法則とは無関係
- ・ 公衆＝使用者に責任はない⇒責任は製造者と技術者
- ・ 家庭用の電気器具＝公衆用
⇒ 電気用品取締法などの安全基準で規制
⇒ 製品の変更を禁止、200Vの使用禁止
⇒ 交流100Vの使用者＝公衆を守っている
- ・ 200Vの電気器具＝専門職用
⇒ 家庭用のような細かな規定はない
⇒ 専門職が自ら組立・製造・改良⇒使用者の責任

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

13

13

6.3 JCO臨界事故-1

(1) 事故の概要 → 時間があればビデオ観賞(約23分)

■ 事故の発生の状況

- ・ (株)JCOの東海事業所(茨城県東海村)
- ・ 1980年11月 核燃料物質の使用許可を取得
- ・ 1984年 高濃度のウラン液体製品製造の許可
- ・ 1999年 高速増殖炉「常陽」用の燃料用、濃縮度18.8%、ウラン濃度380gU/L、硝酸ケルニル溶液160Lを製造
- ・ スペシャルクルーの作業員3人で実施
本来：溶解塔で溶解⇒クロスプレット(均一化)⇒小分け
マニュアル：ステンレス容器で溶解⇒貯塔(混合均一化)⇒小分け
実際：ステンレス容器で溶解⇒沈殿槽(混合均一化)⇒臨界
9月30日午前10時35分頃
制限量の約7倍を注入⇒臨界、核分裂反応

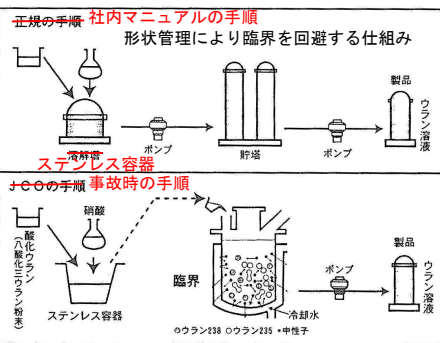
技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

14

14

6.3 JCO臨界事故-2



技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

15

15

6.3 JCO臨界事故-3

■ 事故の通報連絡・避難等の対応

- 10:35分頃臨界
- 11:19(株)JCO⇒科学技術庁へ⇒12:30首相官邸へ
- 13:00科学技術庁省職員を現地へ派遣
- 14:00原子力安全委員会へ正式報告
- 14:30科学技術庁⇒15:00政府⇒15:30現地対策本部
- 21:00総理大臣による政府対策本部会合が開催
- 原子力安全委員会
15:30緊急技術助言組織の招集決定⇒18:00会合
- 地方自治体
15:00東海村による350m圏の住民避難要請
22:30茨城県による10km圏内の屋内退避の勧告

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

16

16

6.3 JCO臨界事故-4

■ 法による制裁

- ・ 2000年10月 事故1年後、JCOの組織上の責任者
業務上過失致死傷の疑いで逮捕
- ・ 2003年3月 JCOに原子炉等規制法などで罰金100万円
事業所長 : 禁固3年執行猶予5年罰金50万円
製造部長・製造グループ長 : 禁固3年執行猶予4年
計画グループ長 : 禁固2年執行猶予3年
職場長 : 禁固2年執行猶予3年
計画グループ主任 : 禁固2.5年執行猶予4年
スペシャルクルー副長 : 禁固2年執行猶予3年
- ・ 処罰されたのは、現場の責任者のみ
- ・ 社長、総務部長、技術部長は、処罰なし
作業を指示したか否か立証できない

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

17

17

6.3 JCO臨界事故-5

■ (2) 再発防止-技術者の観点から

- ・ 法規範の違反＝犯罪を処罰⇒法治国家として当然
- ・ なぜ現場の技術者は、許可や手順書を無視したか？
- 事故の直接原因 製造工程と使用機械の状況
- ・ 再溶解
1986～87年溶解塔 ⇒ 1992年以降ステンレス容器(10L)
- ・ 均一化
1993年度まで 4L×10個⇒0.4Lずつクロスプレット均一化
質量管理により臨界を防止
1995年度以降 貯塔に約40Lを注入⇒4Lずつ取出す
形状管理により臨界を防止
1999年事故時 形状管理されていない沈殿槽を使用
臨界量以上のウランを投入⇒臨界

技術者倫理

第6回 技術者のアイデンティティ

18

18

6.3 JCO臨界事故-6

- **原因1 混合均一化工程**
 - ・許可：ウラン粉末原料を溶解⇒4Lの容器に移す
 - ・実際：発注者の要求により混合均一化の工程が追加
 - ・契約社会：顧客都合による仕様の変更 ⇒仕様書の変更、追加費用の請求
 - ・日本では：将来収支も考えて無償で仕様変更が多い
しかし、変更と費用発生の事実を明確にする必要
 - ・JCO:発注者の要求を最優先
混合均一化について発注者と十分な検討なし
現場まかせで、製造方法・設備の変更を実施
しかし、規制当局に変更申請をしなかった
変更申請：技術者⇒経営者⇒発注者になし
 - ・動燃：仕様変更をしながら、JCOとの変更手続きなし

6.3 JCO臨界事故-7

- **原因2 混合均一化方法**
 - ・**質量管理**＝限界量を超えないように容量を制限
＝溶解塔は容量が制限され均一化は無理
⇒容量を制限しながら、加圧レドにより均一化
⇒しかし、加圧レドは、作業性に難点がある
⇒一度に混合した方が効率的だが限界の危険性
 - ・**形状管理**＝形状を細長くすると限界が防止できる
＝大型で細長い貯塔を使って混合均一化
⇒しかし、許可方法とは乖離した作業
⇒社内マニュアルを作成⇒**現場責任者が承認**
 - ・社内マニュアル＝許可手順書の修正に相当
⇒JCO責任者の許可⇒動燃の許可⇒規制当局の許可
技術者は、許可の必要性を強く主張すべきだった

6.3 JCO臨界事故-8

- **原因3 容槽の形状制限(沈殿槽の使用許可)**
 - ・副長：事前に均一化作業を沈殿槽で行って良いか
核燃料取扱主任者に問合せ許可をもらった
 - ・核燃料取扱主任者：職制上のラインでない
ラインの管理責任者の許可を得ずに実施した
管理体制が不十分、変更管理の概念や体制なし
 - ・**現場の技術者**：自分が最後の砦であることを意識
一方的な説明でなく、相手が理解したことを確認
重要な決定は、自分だけでなく責任者に確認する
 - ・事故原因は、JCOの技術者だけではない
発注者である動燃(仕様変更)
規制側の原子力安全委員会・科学技術庁にもある
具体的な方法や設備を確認・審査しないと意味がない

6.3 JCO臨界事故-9

表 6.1 JCO 臨界事故の事故原因(事故調査報告「概要」による)

要素	事故原因
(1) 直接原因	使用目的が異なり、また臨界安全形状に設計されていない沈殿槽に、臨界量以上のウラン(約 16.6kgU)を含む硝酸ウラン溶液を注入した。
(2) 作業工程	精製 U ₃ O ₈ を再溶解し、さらにその硝酸ウラン溶液を 1 ロット(約 40 リットル・14.5kgU) 毎に均一化する作業工程が適切でなかった。
(3) 運転管理	安全運転の要件であった 1 バッチ当たり 2.4 kg U という臨界管理上の質量制限値を超える作業を行った。
(4) 技術管理	作業手順書と作業指示書の作成や改定に当たっては、安全管理グループ長や核燃料取扱主任者の承認を得るなどの技術管理上の適正な手続きが定められていなかった。
(5) 経営管理	転換試験槽における仕事は、主たる業務である加工施設における仕事に比べて小規模かつ非定常的で特殊でもあったにもかかわらず、その特殊性に関する配慮が十分でなかった。
(6) 許認可	安全審査や設計審査の主眼が設備や機器の設計の安全上の妥当性におかれ、その運転工程上の詳細を審査の対象としていないため、再溶解工程に関する記述が必ずしも十分とはいえない。
(7) 安全規制	保安規定の遵守状況などのチェックのために行う規制当局の点検が有効でなかった。

6.4 国民的合意の形成

技術者の社会的役割

- ・事故原因の究明する場合
技術的要因のみに取り組んでいけばよいか??
- ・危険な事業の実施
国民的合意が必要⇒規制行政が行われる
- ・原子力事業 JCO事故⇒12年後に福島事故
安全確保についての見方は割れたまま
国民的合意が形成されていない!!
- ・マスコミ：事故発生時から、状況を逐次報道
- ・一般国民：マスコミ報道の誤解や先入観が常識化
- ・技術者：報告書等から、技術的な常識が浸透
- 事故の見方：一般国民と技術者の常識が異なる
技術者が国民的合意の形成・対策をリードする必要

6.5 第6章のまとめ

- 科学技術は、その危険が原子力事故によってより身近に実感されるようになったのだが、国民の生活に密接にかかわることゆえに、国民一般によく理解されなくてはならない。
- JCOの臨界事故は、技術者はどういうことをするものか、さらに国民的合意の形成の役割を示唆する。

犯人探し-1 班目春樹作

事例研究は、犯人探しや
罪の深さ調べて終わっては
ダメです。
あなたがその立場に
立たされたとき
どう振舞うか考えてください。

ついでだけど、これもなしね！

25

犯人探し-2 班目春樹作

技術と倫理



事例調査は大切だけど
これじゃ犯人探しだね！
当事者を非難するだけじゃ
ダメなんだ！

26

犯人探し-3 班目春樹作

技術と倫理



君がその立場だったら
どうするか、
それを考えて
欲しかったなあー！

27

犯人探し-4 班目春樹作

技術と倫理



この二人のレポート
感想文まで
同じじゃないか！
どっちが写したんだ！

28

犯人探し-5 班目春樹作

先生！ 犯人探しはやめましょう！



それとこれは
違うの！

29