

技術知の社会認識論に向けて

伊勢田哲治
 京都大学文学研究科
 Iseda.tetuji.6n@kyoto-u.ac.jp

1

本発表のねらい

- 社会認識論(social epistemology)の知見はどの程度技術知(technological knowledge)に応用可能か
- 「技術知」の内容についてはヴィンセンティらの分析を応用
- 社会認識論側ではロンジーノの社会化された知識の定義を利用

2

常温核融合騒動

- 1989年にユタ大学でフライシュマンとポンズという二人の化学者がパラジウム電極を使った電気分解の際に核融合を起こすことに成功したと発表。
- 一時は夢の新エネルギーかとも騒がれたが、追試もほとんど成功せず、実用化への進展もまったくなかった。信奉者による研究は続けられているものの、少なくともフライシュマンとポンズの最初の実験については実験の間違いだったということで一般的な了解が成立している。
- くわしくはトープス1993等を参照

3

常温核融合騒動

- 事件化した理由として当初から指摘されていたのが、この研究が学術論文ではなく記者会見という形で発表されたこと。実験の細かい状況が分からないために正確に追試を行なっているのかどうかの判断が難しく、混乱が長引いた。
- 学術論文にしない理由について、特許が関わるからということをつライシュマンらは挙げていた。
 →学術的なオープンな議論をする上では特許は障害となって働いた？

4

この事件の教訓は何か？

- この事件からどういう教訓を引き出すべきなのか？
 - 追試の可能な情報公開vs. 特許や企業秘密を理由とした部分的な情報公開、ととらえるなら、科学と技術の情報の公開・共有のありかたの対比とも重なる。
 - この事件は技術的知識はなんらかの意味で信頼性に関して科学的知識より注意が必要だということを示しているのだろうか？ それとも別の教訓を探すべきか？

5

ヴィンセンティの分析

- 技術知の独自性については1970年代から80年代にかけて技術史家たちの間で論争が行われた。(伊勢田2008)
- その集大成ともいえるのがウォルター・ヴィンセンティの「技術知の解剖学」(anatomy of technological knowledge)(Vincenti 1990)
- 航空機工学のさまざまな事例の分析から技術知の中心は「設計知識」design knowledgeであると主張

6

皿鉚(flush rivet)の開発の事例

- ヴィンセンティの事例の一つが皿鉚の開発。
- 空気力学的な最適化のために航空機の表面をなめらかにする必要があり、それまでの盛り上がる鉚と違う鉚が考えられた。
- しかし、機体を作る鋼板は軽量化のためできるだけ薄くなっており、そこに鉚を打つには工夫が必要だった。
- 以下ヴィンセンティの記述に沿ってポイントをまとめる。図版もすべてVincenti 1990より。

皿鉚 (flush rivet)

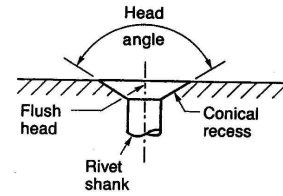


Fig. 6-1. Typical flush rivet head.

解決すべきだった問題

- 特に工夫が必要なのが、鉚どめする2枚の鋼板がどちらも薄い場合。十分な厚さがあれば機械で凹みを作ればよいが薄ければ凹みの深さが板の厚みを超えてしまう。
- 鋼板そのものにディンプル(でっぱり?)を作るという形で解決。
- 1930年代ごろから50年代ごろにかけて技術が発達

鉚の固定方法

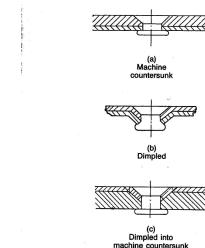


Fig. 6-2. Three basic types of flush riveting. From G. Backton, *Aluminum Riveting Manual*, Addison J. Riveting Method, Douglas Aircraft Company (Santa Monica, Calif., 1947), pp. 7-21. Reprinted by permission.

ディンプルの作り方

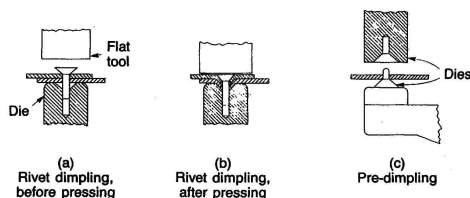


Fig. 6-3. Two methods of dimpling. In all cases the moving die is shown crosshatched. From V. H. Laughner and A. D. Hargan, *Handbook of Fastening and Joining of Metal Parts* (New York, 1956), p. 209, reproduced by permission of McGraw-Hill Book Company.

多様な解決

- ディンプルの加工方法や鉚の頭の角度について、会社ごとに少しずつちがった解決を行う。
 - ダグラス: 頭の角度を100度にし、鉚そのものを使ってディンプルを作ってそのまま留める。(→のちにこの方式は緩みやすいことがわかり、事前にディンプルを加工する方式に切り替え)
 - カーティス=ライト: 頭を78度に、ディンプルは事前に加工(78度は当時の一般的鉚の角度)
 - ベル: 頭を120度に、ディンプルは事前に加工

標準化

- 軍隊や下請けから鋸の形状が異なるのは不便だという声があがり、1940年に鋸の形状は100度に統一されることになった。
- 選択の根拠は明らかにされていないが、角度が大きすぎると鋸が楔のようになって表面を傷つけることがあり、角度が小さすぎるとディンプルを加工する際に鋼板にひびが入ることがある、といったことが知られていた。

13

ディンプルにまつわる技術的問題

- 金型(die)の形状によってディンプルの形状が変わるが、事前には両者の対応関係は分からない。さまざまな形状が試行される。
- ディンプルの内壁は鋸を傷めないようなめらかであることが求められる
→ディンプルの加工方法についてのさまざまな研究

14

鋸の設計

- 機体の設計においてはどのくらいの直径の鋸をどこにいくつ配置するかを決めなくてはならない。
- この判断は鋸やディンプルの加工プロセスがどうなっているかと密接にむすびつく。
- 鋸の直径と強度の関係についての知識も必要

15

企業間の協力

- 企業を超えて鋸を含めた固定技術(fastening)に関する情報交換は盛んに行われた。
- 情報交換の場としては技術ミーティング、技術ジャーナル、業界誌、そして何よりもロコミが有力な手段だった。
- 1950年代にはSAE内に固定技術の部会もできた。
- 内部文書としては設計者や生産技術者むけの process specification という形で文書化がなされている。→知識の集積

16

技術知の解剖学

- (1) 基本的設計概念(fundamental design concepts)
 - 動作原理 (operational principle)と通常の構成(normal configuration)
 - 基本的設計概念はパラダイム論におけるパラダイムと同じ役割をはたす
- (2) 基準と仕様 (criteria and specifications)
 - どういう要請を満たさなくてはならないかを具体化したもの
 - 仕様を記述するためのノウハウでもなければ仕様にあった設計をするのに必要な知識でもなく、仕様そのもの
- (3) 理論的道具 (theoretical tools)
 - 数式で表現される理論(純粋な数学や純粋な物理理論もあれば工学のための物理理論、特定の予ハイスの振る舞いに関する理論、計算上の便宜のために導入される量的な仮定なども含まれる)
 - 理論的な概念装置、たとえば流体力学における統制体積 (control volume)や境界層 (boundary layer)など
 - これらの理論が工学において使われる際には、工学で利用しやすい形、具体的には実際の設計に役に立つ形への変形が行われる

17

技術知の解剖学

- (4) 量的データ (quantitative data)
 - 記述的知識と指令的知識に分類される
 - 記述的量的データ: 物理定数、物質の性質、物理的過程、などに関するデータなど
 - 指令的量的データ: 安全係数など
- (5) 実践的配慮(practical considerations)
 - 設計の経験から生じる判断、実際の運用から生じる判断など
 - 量的に処理できないもの
- (6) 設計の手段 (design instrumentalities)
 - 設計のための考え方
 - システムを分割して各サブシステムを最適化していく手法
 - 最適化(optimization)より充足化(satisficing)を目指す、など
 - knowing how に属する多様なもの

18

科学者と技術者の知識生産

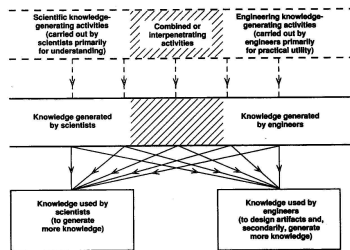


Fig. 7-1. Diagram of knowledge and its generating activities.

19

皿鉦にまつわる技術知

- 基本的設計概念の概念をヴァンセンティが鉦にもあてはめるかどうかははっきりしない。(鉦とネジは固定方法についての別の「パラダイム」と言える?)
- 皿鉦についての知識の中心は仕様についての知識(2)
- 科学からの知識移転は金属の性質についての一般的な知識など限定的。情報のほとんどは試行錯誤から得られている。
- 金型の形状とディンプルの形状の関係、鉦の直径と強度の関係などは量的データ(4)
- 量的データにあらわれない製造にかかわる膨大なノウハウは(5)に含まれる

20

ヴァンセンティの議論の評価

- ヴァンセンティの主な目的は科学的知識とくらべたときの技術知の独自性を示すこと。
- この目的が達成されているかどうかは議論がある。

21

ヴァンセンティの議論の評価

- Houkes (2009)
 - ヴァンセンティやほかの論者の分類の努力を批判的に分析。二重の境界設定問題(技術知と他の知の境界と、技術知の中のさまざまな要素の間の境界)を解かないとこうした作業はあまり意味がないというきびしい評価
- 伊勢田(2008)
 - ヴァンセンティの主張を、技術知のタイプ、方法、内容、起源などの独自性についての主張だと考えると無理がある(どうしても科学と共通の部分が多く出てくる)
 - むしろ複数のコンテンツ間の配置configurationや序列 rankingに関する独自性だととらえるべきではないか。もしそうであれば「解剖学」をやってしまったのは失敗。

22

本発表の問題意識に戻って

- 本発表の関心は、社会認識論は技術知の問題について何が言えるか。
 - ヴァンセンティの言うような意味での技術知は社会認識論的に見て知識と呼べるだろうか?
 - 呼べるとすればどういう意味においてだろうか?

23

ロンジーノの文脈的経験主義

- ロンジーノの知識の定義『知識の運命』(Longino 2002)
- 知識概念の社会化
- 科学的知識の生産プロセスを抽象化したもの

24

批判的対話

- 批判的対話 critical discursive interactions (Longino 2002 pp. 128-134)
- venue 場: オリジナルな研究を発表する場と批判的研究を発表する場が同じである(基準やウエイトなども含めて)
- uptake 取り上げ: 批判的な言論に応じて信念や理論が変化していく。批判する側も共同体の反応を考慮にいれる
- public standard 公的な基準: 批判する側とされる側が共有するような公に認識された基準が存在すること
- tempered equality 調整された平等性: ささまざまな立場にひとしく知的権威を認める。ただし、過去の実績やトレーニングによる調整は必要。

25

共同体の多様性

- ロンジーノは共同体内の多様性自体を条件には入れていない。
 - 多様性があるのは自明だから?
- タッカーは共同体の合意が知識とみなされるべき条件を論じる際に、以下の3つを明示的に条件に組み込む。(Tucker 2004)
 - 強制されていないこと (uncoerced)
 - 特有の異種混合性(unique heterogeneity)
 - 十分に大きな共同体であること (sufficiently large)

26

認識的受容可能性

- ある内容Aはある共同体Cにおいて時点tにおいて認識的に受容可能(epistemically acceptable)
- if
- Aが、tにおいてCにとって利用可能なすべての視点からの批判的な吟味を生き延びた推論と背景仮定にてらして、tにおいてCにとって明白なデータdであるないしdによって支持されており、Cが批判の場、批判の取り上げ、公的な基準、知的権威の調整された平等性によって特徴づけられる
- 十分条件の形になっていることに注意

27

認識的受容可能性

- 修飾がどこにかかっているかはっきりしないところが多い
- some content A is epistemically acceptable in community C at time t if A is or is supported by data d evident to C at t in light of reasoning and background assumptions which have survived critical scrutiny from as many perspectives as are available to C at t, and C is characterized by venues for criticism, uptake of criticism, public standards, and tempered equality of intellectual authority.

28

認識的受容可能性

- 批判的対話の特徴はマートンの4つの規範などを下敷きにしてある種の理想的な科学共同体を想定したもの。
- 査読もこの中で利用可能ではあるが、ロンジーノはそこに客観性を保証する主な役割を割り当ててはいない。

29

内容としての知識の社会的定義

- ある共同体Cの成員によって受け入れられているある内容AがCにとって知識である
- if
- Aがその意図された対象に(Cの成員がその対象について自らのプロジェクトを実行するのに十分なくらいに)沿ったものであり、AはCにおいて認識的に受容可能である。
 - A given content A, accepted by members of C counts as knowledge for C if A conforms to its intended object(s) (sufficiently to enable members of C to carry out their projects with respect to that/those object(s)) and A is epistemically acceptable in C.
- こちらも十分条件になっていることに注意

30

ロンジーノの知識の定義の特徴

- 通常のJTB定義をJとBについて社会化し、Tの代わりに社会的な目標達成のための道具的有用性を入れたもの。
- 真理の対応説的な意味では偽であるような文が知識でありうる
- 十分条件にしてあるのでゲティア型の反例は簡単に作れそう(まったくミスリーディングなデータに基づいて受け入れ可能となった理論がたまたま有用だった場合など)

31

ロンジーノの知識の定義の特徴

- ロンジーノは知識を持つ共同体の仕組みについてのかなり具体的な内容を知識の定義(とロンジーノは呼ぶが実際には十分条件)に組み込んでいるが、それが「定義」としてふさわしいかどうかは疑問。
- 知識の定義としては客観性が保証されていることなどを挙げ、その手段として経験的に知られているものが認知的許容可能性の諸条件だというまとめかたの方がいいのではないか？

32

技術知への適用可能性

- 技術者共同体で受け入れられているある内容がこの十分条件を満たしているかどうかは確かめることができる。
- 十分条件なので、満たさないから知識ではないということにはならないがもしこのやり方でないのなら、それと同等のものが他のやりかたで保証されているのか、保証されていないが問題ないのか、など考える必要が出てくる。

33

工学的知識生産の手法

- ヴインセンティは7つの手法を区別
 - 科学からの移転
 - 発明
 - 理論的工学的研究
 - 実験的工学的研究
 - 設計実践
 - 製造
 - 試用

34

技術知の分類と生成活動

Table 7-1. Summary of Knowledge Categories and Generating Activities

Activities	Categories						
	Fundamental design concepts	Criteria and specifications	Theoretical tools	Quantitative data	Practical considerations	Design instrumentalities	
Transfer from science			X	X			
Invention	X						
Theoretical engineering research	X	X	X	X			X
Experimental engineering research	X	X	X	X			X
Design practice		X				X	X
Production				X	X	X	X
Direct trial (including operation)	X	X	X	X	X	X	X

35

知識生産の方法についての検討課題

- 科学からの移転についてはよその共同体で客観性を持っていたものがこちらの共同体に移植されたときになお客観性を持ちうるかということが問題になる。
- 工学的研究はある程度科学と同じようなくみで行われる。ヴインセンティも指摘するとおり、研究の成果は情報交換会などで公開され議論の対象になる。

36

知識生産の方法についての検討 課題

- しかし、科学的な議論と比べたときに、特許や企業秘密の関わる領域において、ロンジーノの想定するような批判的対話をするのに必要な情報が十分に公開されるものだろうか
- こうした情報交換会がお互いの研究を批判的に検討するような空気になるものだろうか（フィールドワークが可能・必要）

37

知識生産の方法についての検討 課題

- 発明、設計実践、製造、試用などは基本的には企業内の活動。ロンジーノの考えるような批判的対話
が保証されているかどうかはその企業の風土次第（発言について経験によって調整された平等性が保証されているか、など）。外からはよく分からない。（フィールドワークも難しい？）
- タッカーの言うような多様性は業界団体間でも、企業内でもあまり期待できない。異種混合的でもなく大きくもない

38

他の方法による保証

- しかし、すぐ思いつくのは、工学的な知識については多様な共同体における批判的対話以外の方法で客観性・信頼性が保証されているのではないかという可能性
- 以下、2つの項目について考察する
 - 最終的産物が「製品」であることによる保証
 - 変異と選択

39

知識の保証としての「製品」(1)

- ロンジーノの定義におけるように、ある内容が知識かどうかの条件に「Aが真である」ことではなく「Aがその意図された対象に（Cの成員がその対象について自らのプロジェクトを実行するのに十分なくらいに）沿ったもの」であることを置いてみる。
- そうすると、製品が存在していること自体がこの意味での知識の保証になるように見える。

40

知識の保証としての「製品」(2)

- 平鋸の仕様や平鋸の強度やディンプルの作り方に関する量的データがこの意味で「対象に沿っている」ことは、実際にその鋸でとめた飛行機が飛んでいることが動かぬ証拠、に見える。
- だとすれば客観性を保証するための社会的仕組みは余分。

41

知識の保証としての製品(3)

- 製品の存在が知識の保証になりうるという視点から、常温核融合騒動について一つの洞察が得られる。
- 常温核融合騒動と一般の技術的製品の発表との違いは、製品として成立する前に騒ぎが大きくなった点だと考えられる。
- 試作機としてでも「常温核融合」発電機ができていれば、彼らの主張に何かしら目的に沿ったところがある（「真」ではないとしても）とはいえたはず。

42

知識の保証としての「製品」(4)

- しかし、飛行機は飛びさえすればよいというわけではない。たとえば事故がおきないこともその内容が「自らのプロジェクトを実行するのに十分」であるためには必要はず。
- 技術的知識については、製品が存在しているということ自体によって保証される面と、それだけでは保証されているとはいえない面(安全性、使いやすさ、その他の視点からの望ましさ)を丁寧に区別する必要あり。

43

知識の保証としての「製品」(5)

- ある種の内容については、現状存在する共同体のあり方を見なおしたり、場合によっては多様性を増すために拡大したりすることが、ロンジーノの求めるような意味での客観性を保証するために必要かもしれない。
- 安全設計に関する仕様や基準にとくに当てはまりそう。(Vaughanのいう技術的逸脱の標準化、Perrowの言う通常事故の軽視などは十分な多様性を持つ共同体における批判的対話の欠如が原因のように見える)

44

変異と選択モデル(1)

- ヴインセンティは技術知の信頼性の確保の方法についてあまり述べていない。
- しかし、ヴインセンティが技術的知識の成長について採用する「変異と選択」variation and selection モデルは知識の質保証の方法としても見ることができる(下敷きになっているのはキャンベルの文化進化モデル)

45

変異と選択モデル(2)

- 技術者はさまざまな変異を「盲目的」に生み出し、その中でよいものが残っていくという形で技術的知は成長する(盲目的というのはランダムだとか計画的でないという意味ではなく、選択の結果が予め分からないという意味)
- 変異を生み出す方法、選択の方法自体がだんだん成長していく。
- 航空技術の歴史は典型的
 - 試作機による実験→風洞実験→解析的方法
 - 頭の中での選択もあるが、最終的には目に見える形で直接行われる(visible, direct trial of a number of variations)

46

変異と選択モデル(3)

- リベットの形状も鋳打ちの方法も最初は会社ごとにさまざまだった。最適な形状と方法を発見するには入れ子状の変異—選択プロセスが必要だった。
- デンプルの作り方についても、最初はリベット自体を使うダグラス社のやり方が時間とコストの点でうまくいやり方のように見えたが、使っているうちに緩むことが分かって放棄された
- 最終的にはリベットの標準化の際にテストに基づく選択がかけられた

47

変異と選択モデル(4)

- 変異と選択はロンジーノ的な批判的対話の代替となりうるだろうか。
- 安全性や使いやすさはある程度選択のプロセスで高められていく(事故を起こした製品、使いにくい製品は淘汰されている)。
- ただし、ヴインセンティが主に想定しているような技術者側における選択がこの意味での質保証になるかどうかは検討の余地あり。

48

変異と選択モデル(5)

- 設計から製造にいたる段階での選択については、選択の手法、選択の視点しだいで
- 平鋸の事例の場合、空気力学的性能、安全性、耐久性、製造の容易さなどの視点から総合的に見て形状やディンプルの加工方法が決まっていた。
- 鋸についてそれ以外の視点は想像しにくいですが、共同体の異種混合性を高めたときには、固定技術の共同体の中では思ってもいなかったような視点が出てくる可能性はある。

49

変異と選択モデル(6)

- 変異と選択がロンジーノの知識の十分条件に匹敵するものであるためには、選択そのものが社会で行われるか、技術者共同体の中の選択の仕組みの決定にロンジーノ的な要素が必用なのではないか。

50

内容としての技術知の社会的十分条件 (β版)

- ここまでの議論を踏まえるならば技術的知識の社会的十分条件(前に述べた理由で定義という呼び方はあまりふさわしくないとおもわれる)がどんな感じになるか仮に組み立ててみる。
- ヴィンセンティの言うさまざまな技術知のタイプの間の差や、「配置」や「序列」をどうとりにこんでいくかはもっと先の課題

51

内容としての技術知の社会的十分条件 (β版)

- ある共同体Cの成員によって受け入れられているある内容AがCにとって**技術的知識**である
- if
 - Aがその意図された対象に(Cの成員がその対象について自らのプロジェクトを実行するのに十分なくらいに)沿ったものであり、かつ以下の3つのどれかに該当する
 - (a) Aが意図された対象に沿っていることがCにおいて製品が存在していることによって保証されている
 - (b) Aが意図された対象に沿っていることがCにおける変異—選択プロセスによって保証されている
 - または
 - (c) AはCにおいてロンジーノ的な意味で認識的に受容可能である。

52

結論未滿

- 今回の発表は社会認識論的な視点を技術知に当てはめるための予備的な考察。
- こうした視点からの考察が実り多いものになるかどうか考えるには、科学者共同体についての知見と比較可能な形で技術者共同体についての知見を集積する必要があるだろう。

53

当日の質疑から

- ロンジーノの立場は規範的な認識論? → とっても規範的
- 製品ごとに知識が保証されるという知識はものすごくローカルな知識ではないのか → ヴィンセンティの(4)や(5)は非常にローカル
- もっと一般性の高い技術知もあるのでは。事例にひっぱられすぎているのか → もちろんある。一人で全部やろうとせず分業するのが社会認識論的な考え方なので興味があるなら是非。

54

当日の質疑から(2)

- 製品に使われる情報は多種多様だがそのうちどれが製品の存在によって保証されるのか。→製品に使われている情報はどれが間違っても製品はうまく動かないはずで、その意味ではすべてが同時に保証される(あるいはすべてをandでつないだ連言の形のものが保証されるという言い方もできる)。ただ、厳密に連言的かといえば、この答えは若干理想化しすぎ。そこまで厳密ではない。
- 同じことをする別の製品があるのは困らないのか→それぞれの製品がそれぞれの製品に必要な情報を保証する。

55