

〈研究ノート〉

新技術の導入と現場の裁量： 不確実性の大きな現場への情報化がもたらす影響の 研究に向けて

藤 本 哲

Introduction of new technologies and on-the-spot discretion:
preparation for researches on the influence of computerization
on workplaces with large uncertainties

Fujimoto Tetsu

Summary

The researches on technicians indicated that some occupations connected technologies with skills and demonstrated that there were specialists who are active in the technological field and craftsmen who are active in the field requiring skilled labor. While professionals place reliance on formal knowledge, craftsmen place reliance on contextual knowledge. Formal knowledge has been scientifically clarified and contextual knowledge has been developed to work on unknown fields. Craftsmen and technicians with a wealth of contextual knowledge and high skills work on the realm with high uncertainty and reduce the uncertainty to facilitate professionals' work.

They handle large uncertainty at civil engineering worksite. For example, a site foreman makes up for insufficient information of the design drawing prepared by a design engineer to reduce uncertainty at the workplace. Insufficient information results in uncertainties and discretion commensurate with uncertainties may be given to people on the ground. However, the case study in a man using CAD and total station indicates that he feels psychological pressure to improve the precision much more than required even if the measured values fall within the range of tolerance. There are many fields to be researched to determine the mechanism that technologies step up social control.

技術と組織との関係に関する研究は、経営学においては常に重要な課題であり続けている。技術の中でもコンピュータ及びコンピュータを使った技術は、その影響力の大きさから、その登場と実務への導入が始まって以降、研究者の注目を集め続けてきた。

コンピュータを使った技術の中でもCAD (computer aided design) は、特に重要な技術の一つ

といえるだろう。CAD以前の手描きでの製図作業を経験したことのある人ならば、CADの利用によってもたらされた利便性の向上を大いに実感されたであろう。ワードプロセッサの効果に喩えるなら、手書きで原稿を書くしか無かった時代と、ワードプロセッサによって原稿を書けるようになった時代を比較するということになるだろう。

設計の前工程への負荷と開発の効率

CADとはその名の通りデザインつまり設計のための道具である。設計の段階で十分に検討を行い、詳細まで詰めた設計をして作り込んでおくことで、加工や施工が円滑に進み、設計開始から完成までの一連の流れ全体に要する期間を短縮できたり、総じてかかる費用を削減できたりするのではないかと考えられる。CADシステム導入の目的は製品開発の生産性向上や製品品質の向上である（Liker, Fleisher and Arnsdorf, 1992）とされる。

ところがそう簡単にはいかないようである。CADの利用が生産性を引き下げているという報告としてEisenhardt and Tabrizi（1995）がある。米欧亜のコンピュータ・メーカー 36社から72の製品開発プロジェクトを対象に、開發生産性の向上に資すると思われる各種の施策や設備・道具が、実際に効果を発揮したのかについて調べられた。それによると、コンピュータの製品開発においてはCADの利用は開發生産性を引き下げるという結果になった。その理由として、CADに習熟するのに長期間を要するためではないか、との現場の人からの非公式な意見を紹介する。

CADの利用が生産性を引き下げる理由の一つとして考えられるのは、新しいシステムを導入すると、その利用に習熟するまでの間は上手く使えないからということがあり得る。例えば、調査対象企業においてインタビューを実施したRepenning and Sterman（2002, p.273）にも、製品開発技師は納期に間に合わないことを恐れて、プロジェクト管理ソフトウェアの使用やCADツールの学習、新技術の利用に関する文書化をしようとしないと述べられている。

新技術の導入がなかなか進まない要因として企業風土の問題を挙げる研究者もいる。大規模なエンジニアリングと建設の企業を調べたKlein and Sorra（1996）は、従業員の方は新技術（3次元 computer-aided design and draftingシステム）の導入に積極的であっても、他方企業側あるいは管理者側が消極的（新技術を使うための訓練を受けてきたことを評価しない、新技術を有効に活用するための投資を行わない等）であれば、結果として導入は進まない場合があると述べる。

どうもCADの導入には良い面もそうでない面もあるようである。機械系製造業10社（ジェット・エンジン、航空機、発電所、複写機、自動車を含む）から46人の設計技師、29人の管理者、20人のCAD支援要員、さらには分析や生産性向上に関係する35名の人々を対象に面接調査（インタビュー）を行ったRobertson and Allen（1991）によると、いくつかの証言が得られた。調査時期は1980年代あるいはその後半と思われるが、この時期ではCADの訓練のために従業員を数週間仕事から外すのが困難であること、管理者の場合CADで働く従業員の管理にもどかしい思いをしていること、図面を描く時間が短縮できること、CADの画面で部品の図をぐるぐる回しながら見て、製造技師が設計技師に意見をいうことが歓迎されるようになったと感じていること、などの証言が得られた。

また、CADによって品質は向上するが開発の効率は向上しないという研究もある。日本の機械系製造企業180社から得られたデータをもとに、3次元CADの利用が製品品質の向上と、製品開発効率の向上に結びついているかどうかを青島・延岡（2001）が調査した。それによると3次元

CADの利用は製品品質の向上に寄与しているが、製品開発効率（リードタイムの短縮と設計工数の削減）の向上には結びついていないことが明らかとなった。それどころか3次元CADの利用は設計作業の前倒しによって開発効率の向上がもたらされると期待されていたにも関わらず、3次元CADを利用している場合の方が、前工程の負荷増大が開発効率の低下をもたらす可能性が高いことをデータが示唆していることが分かった。

この結論から推測できることは、開発において後工程の果たしている役割が意外に大きく、設計者以外の人々に設計者とは異なる貢献がありそうであるということである。

公式的知識と脈絡的知識

ここで設計の場面を離れ、もっと一般的な業務の遂行へと範囲を広げよう。そして技術と技能との違いや関連について考えるための先行研究を紹介していこう。

技術の高度化に伴って従事者が増えてきた職種である技士（technician）がどのような役割を果たしているのかについてBarley（1996）は述べる。その際、技士と比較してより伝統的な職種である専門職（profession）と職人（craft）を取り上げ、技士を含めた三者を比較し、技士は専門職でも職人でも無いと先ず指摘する。

Barley（1996）によれば、技士は、現場・現物（material entities）と記号表現（representations）との間を媒介する役割を果たしている。そこには4つの特徴、変換（translation）、世話（caretaking）、緩衝（buffer）、仲介（broker）があると指摘する。但し全ての技士がこの4つの特徴の全てを備えているという訳では無い。

第1の変換は、現物・現場の状況を数値や言語表現に変換することである。例えば放射線科技士は、X線撮影装置や超音波診断装置、CTスキャナ、MRIなど各種の測定装置を使って患者を測定し、各種の画像や数値を用意する。その画像や数値は記号表現であり、医師が診断を行う際の重要な情報の一部となる。救急救命士は、救急車に備えられた各種の測定装置を用いて、救急患者の脈拍数、血圧、呼吸などを測定し、その数値は医師が診断する際の判断材料の一部となる。また数値で測定できない状況も言語化して、専門職に伝える作業も行う。

第2の世話は、現物・現場の状況を安定的なものに整える役割である。コンピュータを使った複雑なシステムが滞りなく動くように維持管理する作業や、うまく動かないパーソナル・コンピュータを通常通り動くようにすること、などがある。

第3の緩衝は、現物・現場で生じる不確実性や不安定性をコントロールし、専門職が理論に基づく判断がしやすいように、測定値を準備しておくことである。例えば、生物学の実験に必要な状態の実験材料を揃えておくこと、医師や看護師がトリアージの判断をし易いように患者の状況を整えておくことなどがある。

第4の仲介は、技術的に可能な事柄と自分が仕事をしている顧客（クライアント）の要求との仲介である。技士にはその職業の共同体があり、そこでは様々な情報が交換され、また最新の情報を得ている。例えば情報技術系のウェブサイトを見れば、最新技術でこんなことができますといった情報の紹介や、こんなことをやりましたという実践報告などが多数掲載されている。他方、技士は自分が直接仕事をしている組織がどんな課題を抱えどのように解決したいと考えているかを探る。この両方を実行することで、今抱えている課題を解決するために、こんな技術的ソリューションが

ありますよと提案することが可能になる。

Barley (1996) によれば、技士は公式的知識 (formal knowledge) と脈絡的知識 (contextual knowledge) の両方に通じている。公式的知識は、ある意味で、公式な訓練ないしは学校で教わる知識、あるいは資格試験によって認証可能な知識といえる。理論や学問体系に基づく知識であり、教えることおよび学ぶことの多くが言語を通じて行われる。測定可能なデータを用いる。専門職は豊富な公式的知識を持つが、技士はその一部を有しているとされる。

脈絡的知識は、技士が実際に仕事をする際には、公式的知識よりも重要だとされる場合が多い。技士が公式的訓練よりも経験により高い価値をおく理由の一つとして、技術や技法の変化が早過ぎて教室で教えられる頃には既に古くなるということがある。また実際に問題に取り組むことを通じてのみ知識が役に立つという理由もある。仕事をしている状況は様々であり、状況に埋め込まれた (situated) 知識が重要になる。

技士が持っている脈絡的知識の構成要素としてBarley (1996) は以下の6つを取り上げている。第1は症候的知識 (semiotic knowledge) である。物の見かけや機械の振る舞いのちょっとした違いを見分ける能力とされる。したがってsemiotic knowledgeは観察眼と訳してもいいかもしれない。第2は知覚的筋肉運動技能 (sensory-motor skills) である。例えば、ピペットで滴下する試薬の分量を適切なものとする微妙な手加減や、指でパイプをなでたりワイヤーやコネクターを軽く引っ張ってみたりすること、静脈注射や気管挿管の手際がある。第3は経験から身につけたやり方、あるいは経験則 (heuristics) である。物語や助言の断片として技士たちの間に流通し、明文化されることはほとんどない。第4は仕事のやり方への固執 (adherence to a work style) である。不確実性を最小化したり失敗を予防したりするため、一定のやり方・手順を守ることである。第5は固有の特異性の知識 (knowledge of local idiosyncrasies) である。ある場所では、特定の材料、特定の装置、特定の技法に依存して仕事が遂行される。コンピュータ・ネットワークで用いられるネットワーク・カードでは、同じ仕様のカードでもベンダーによって挙動が異なる場合がある¹。その理由は分からなくても、特定の組み合わせで上手くいく、もしくは上手くいかないことがある、ということがある。そして第6は分有された知識の利用 (access to distributed knowledge) である。全ての有用な脈絡的知識を、全ての技士が有しているわけでは無く、脈絡的知識も専門化し、異なる人々に分散して保有されている。そのため、いわゆるノウ・フー、つまり誰が何を知っているかの知識を有していることと、その人へ話を聞くことができるあるいは相談できる手段やツテを有していることが重要である。また特定の技士の職種だけの非公式なネットワークや、インターネット上での情報交換の場など、今日いう実践共同体 (レイヴとウェンガー、1993、原著1991) が存在していることもある。

以上から分かるとおり、技士は専門職にはできない領域の仕事を担っている。専門職が有するよりも豊富にもつ脈絡的知識を用いて、現物・現場からの情報を整理して専門職に伝えることや、専門職からの要求に情報を補って現物・現場を取り扱う。

公式的知識となっていない未解明領域としての脈絡的知識

公式的知識と脈絡的知識との関係を考えるために、Perrow (1967) の枠組みを振り返ってみたい。

1 私の記憶でも、パーソナル・コンピュータ関係の分野では、部品の組み合わせや、ソフトウェアの組み合わせ、あるいはパソコンと周辺機器の組み合わせなどでは、相性の良し悪しとして表現されることがあった。

この理論的枠組みは、組織の技術と組織の構造との関わりについて述べるのを主眼としているが、成員の有する知識の種類との関連性も示している。

Perrow（1967）が技術と組織構造との適合的関係を媒介するものとして注目したのは、組織の問題解決活動である（加護野、1980）。先ず技術については「Perrow（1967）は技術を『個人が、道具ないし機械の助けをかりて、あるいはその助けなしに対象に何らかの変化を加えるために行う行為』と定義」（加護野、1980、82頁）しており、このことによって多くの様々な種類の組織の技術を含めうるような幅広い定義となっている（Lynch、1974、p.338）。

技術の類型は、Perrow（1967）において、問題の分析可能性と例外頻度によって分類されている。「問題解決に要する行為は、素材の特性に応じて異なる。素材が安定的であれば、問題発生頻度は小さく、少数の例外処理行為が必要になるにすぎないであろう。逆に、素材が変異性に富む場合には、新規な事態が不断に発生し、多様な例外を処理する行為が必要となる。他方、成員が素材について十分な知識をもっている場合には、例外の処理も分析的に行いうるであろう。しかし、個人が素材について十分な知識をもたない場合には分析は困難であり、直観、経験、推測、僥倖に依存した問題解決活動が必要となるであろう。」（加護野、1980、83頁）とある。問題の分析可能性が困難であるか容易であるか、例外頻度が少ないか多いか、これらによってPerrow（1967）は技術を4つの類型に分ける。問題の分析可能性が困難で例外頻度が少ない場合は工芸産業、問題の分析可能性が困難で例外頻度が多い場合はノン・ルーティン、問題の分析可能性が容易で例外頻度が多い場合はエンジニアリング、そして、問題の分析可能性が容易で例外頻度が少ない場合はルーティンとされている（図1）。

		例外の頻度	
		少ない	多い
問題の 分析可能性	困難	工芸産業 (工芸ガラス) セル1	ノン・ルーティン (航空・宇宙産業) セル2
	容易	セル4 ルーチン(鉄鋼ミル・ ネジ・ボルトの量産)	セル3 エンジニアリング (重機械、重電機)

図1 Perrow（1967）による技術の類型
加護野（1980）83頁、図2-3「技術の類型」より引用

ここで注目するのは、問題の分析可能性である。問題の分析可能性が高いとは、素材についての知識が十分にある、ということである。素材についての知識が十分にあるとは、routine（ルーティン）、engineering（エンジニアリング）、craft（工芸産業）という用語が使われていることから推察すると、理論的なあるいは技術的な解明がされているという状態ではないかと思われる。理論的なあるいは技術的な解明がされている領域は、公式的知識となっている領域であり、例外の頻度が高い場合はエンジニアつまり技師が主に取り扱い、例外の頻度が低い場合は非熟練労働者が仕事を担うことができるよう、詳しい標準作業手続きが設定されていることになる。それではPerrowの枠組みでいうcraftつまり職人あるいは熟練労働者は、どのような領域を担うのかを考えると、それは公式的知識となっていない領域であり、それこそが脈絡的知識の領域と考えることができる。

このことは、事務作業における判断事務と作業事務の分類が、客観的な仕事の重要性や複雑性に依拠してはいないのだという金野（2000）の主張を想起させる。金野（2000）によれば、事務へ科学的管理法を導入するという思想と実践の中で、柔軟な対応が必要で文字通り判断が欠かせない判断事務と、定型的で判断を要しない作業事務というカテゴリーが形成され、その間の階層的関係が確立された。この分類が男性の仕事および女性の仕事、あるいは、職場の正規構成員の仕事および非正規構成員の仕事の差異化と結びつけられ、判断事務は男性の仕事、作業事務は女性の仕事とし

て構築されるようになったとする。

また、この分類によって、男性・女性のカテゴリーを維持したまま実際には職務の柔軟な割り当てが可能になるのだと指摘する。例えば戦時中の男性労働力の不足や、戦後などで経済状況悪化などに伴う人件費削減の要請といった、職場におかれた様々な状況に応じて、女性をそれまで判断業務とされていた仕事につけることを可能にする。かつては判断業務とされていた仕事も、女性が担当するようになれば、それは実は作業事務だった、とみなされるようになったと指摘する。

さらに、より重要な事務業務を女性に担当させるにあたっては、マニュアルを整備した業務の簡素化を進めるべきであるといった旨の言説が存在していたことを指摘している。これをPerrowの枠組みに当てはめて考えてみれば、業務の分析が進みルーティン化された作業は女性が担当する仕事で、分析できない部分については男性が担当する仕事であると見なされてきた、というように解釈できる。つまりルーティン化できない未解明領域では脈絡的知識あるいは熟練が主な役割を果たすのだ、という考え方になる²。

工業経営論での技術と技能

経営学における工業経営論の分野で、技術の問題を探究してきた宗像（1989）は、人間の実践的行為を確実性の側面から把握した場合に浮かび上がる事態としての、技術事象の一般的意味構成は、基本的に3つの局面からなるものとする（106-110頁）。

第1は基礎的技術である。ある固定した、あるいは限定された、特定の条件のもとでの行為の確実性を保証する技術の局面をさす。すなわち、ある特定の限定された結果を保証する機能を果たす技術の局面である。この場合は、条件が特定化されているので、行為は規則化・反復化され、客観化される傾向があり、その修得あるいは移転は比較的容易であるとする。

第2は技術的応用である。より広い、変化する条件、環境のもとで、希求する全体としての成果を保証する機能を果たす技術の局面をさす。この課題のためには、当該個別基礎的技術全ての具有をその体系的把握、およびその時々々の条件のもとでの、最適な基礎的技術（個別手段）選択の能力、および多様な条件のもとでのその柔軟な遂行能力が必要とされる。この場合には、その要件に、行為に際して変化する条件の的確な判断能力と、その手段との適合性の判断能力という認識次元の能力とが含まれ、また行為自体の、状況に応じた柔軟性が要求される。そのため客観化することが相対的に困難で、一般には多様な経験を通じて確立される。これは属人的には熟達、熟練として表現され、客観的には広義の確実性としての技術の信頼性といわれる状態と関係する、とする。

第3は技術的創造である。技術が位置づけられている世界は、そもそも不確実で多様である。これまで想定されていなかった条件へと移行したときには、その新たな条件の下での基礎的技術が求められるようになり、それが生み出される契機となる。新たに生み出された行為のパターンは技術の体系に付加されていく。場合によってはその体系が大きく変化していくこともある。

この宗像（1989）による技術の理解では、第3の技術的創造を除いた第1の基礎的技術と第2の技術的応用を取り上げて比較すると、基礎的技術になりえていない部分が技術的応用である、とい

2 しかしながら、作業事務の仕事なら脈絡的知識あるいは熟練が不要なのかといえば、そういうわけでは無い。「広がる一般職再評価」と題する新聞記事には、派遣従業員では代替できない高度な仕事を一般職従業員が担っているということが指摘されている（日本経済新聞社、2003）。

う意味合いにはとれないが、熟練を要しない部分と熟練を要する部分に分けられるようである。そして熟練とは、相対的に大きな不確実性と、多様な条件のもとでの柔軟な遂行能力を可能にするものとしてとらえられている。

情報の不足を埋める熟練

専門職と職人、あるいは専門職と技士、もしくは専門職－技士－職人の二者関係あるいは三者関係において、専門職は公式的知識に依拠して仕事を行い、技士や職人は主に脈絡的知識に依拠して仕事を進める（Barley, 1996）。

設計図をもとに具体的な製品等を作る場面を考えてみると、設計図の持つ情報だけでは、具体化物の作成は通常できない。言い換えると、設計図の持つ情報だけでは、具体化物の作成には情報が不足しているため、設計図を読む人が情報を補わなければならない。いわゆる現場の智慧あるいは熟練技能が不可欠である。

例えば、米国に進出した日本企業が現地の業者に部品を発注した際、思うように行かなかったのだが、日本の部品供給業者なら、阿吽の呼吸できちんとやってもらえていた、という経験談がある（柳、2013）。また、大手百貨店などからの注文を受けて、マネキンに化粧を施す仕事を行う人は、発注書の情報だけでは作業に取りかかれない。その発注書では絵や写真、文章を使って、イメージが表現されているものの、それだけでは作業に取りかかれず、情報を補ってイメージを膨らませ、実際の作業を行うことになる（日本放送協会、2007）。

土木工事の場合でも設計図の情報だけでは作業に取りかかれない。その不足する情報を補って施工図が作成される。設計図には書かれていない詳細な部分において実際どうするのかを、施工図に書き込むことになる。使用する材料が何で、どれくらい必要なのかを見積もるためにも必要になる。また作業を行う人々に対する詳細な指示を出すためにも、詳細を詰めた施工図は必要となる。

土木の現場において、現場監督が詳細な施工図を作成するということは、その段階において、多くの情報が追加されているということである。逆にいうと、設計図の段階では多くの情報が不足しているといえる。多くの情報が不足しているということは、そこには大きな不確実性が存在していることになる。経営学の意味決定論における情報処理パラダイムでは、意思決定するためには情報が不足しているとき、その不足している情報量が多ければ多いほど、不確実性が高まるとされる（ガルブレイス、1980、原著1973）。この不確実性に対処し、取り扱う部分を担っているのが、現場で働く人々であるということになる。

設計図が完全な物であるとも限らない。建築関連の雑誌記事にも「施工現場では、つくるために必要な情報がそろっていない図面で工事にとりかかることもある。建築確認申請時に提出する図面だけでは、細かな納まりまでは分からない。それらを現場で調整する例が予想以上に多いようだ。現場で改めて施工のための図面を起こすと、寸法の間違いを発見したり、納まりが変更になったりする場合もある。」（日経ホームビルダー、2002）という記述がみられる。この記事が含まれる特集の題名は「現場を悩ます『ダメ図面』」とあり、特集が組まれるほどよくある問題のようである。

施工図を描くのは設計者ではなく、多くの場合は現場監督である。大規模な事業所の場合は、施工図を描く専門の人々がいることもあるが、本稿では施工図を描くのは現場監督の仕事であるとする。そして現場監督のもとで作業を行うのは、職人や作業者である。大まかに言って、設計者・現

場監督・職人の三段階に分かれているといえよう。設計者の描いた設計図には不足する情報を、現場監督や職人の熟練や知識が補っていることになる。

対象物の種類と設計図に不足する情報量

設計図を読む人が補う情報量の多少は、作る物がどんな物なのかによって違ってくるだろう。例えば電子回路のプリント基板の設計を考えてみよう。プリント基板の作成方法は、銅版画のエッチングに似ている。合成樹脂製の板の上に、薄い銅の板が貼り付けられている。その銅板の上に、特定の薬剤で回路図を描き、エッチング液に浸すと、コーティングされなかった部分の銅が溶けて、溶けずに残った部分が回路図として残る（嶋田、2013；漆谷、2011）。プリント基板の設計では、回路の線が交差することのないように、交差が避けられないとしても最小限になるよう、回路図を工夫しなければならない。電気回路の論理的回路図から、回線が交差しないように部品の配置や、回線の引き回しを考えて、プリント基板の回路図を作成することになる。そこにノウハウや熟練が欠かせない（もちろん、現在ではプリント基板CADが活用されている。小島、2003；岡本、2005、2009；高木・安食、2009；トランジスタ技術SPECIAL編集部、2011、2013；渡辺ほか、2013）のであるが、回路の論理部分は設計図に全て書き込まれている。

機械系については、例えば金属の部品を削り出すことを考えてみよう。狩野(2008)によれば、様々な要因を考慮に入れなければならない。切削加工の支配要因としては、生産性の要求レベル、被加工物の材料特性、被加工物の形状特性、加工形態の特性、加工目的、生産現場の安全衛生に関する特性、環境に関する特性、工作機械の特性、保持具の特性、切削油剤の有無・特性、工具材種の特性、切削工具の切れ刃形状、切削条件、という13個の要因を挙げている（18-19頁）。また工具材種の選択（20-23頁）、切れ刃形状の選択（24-27頁）、切削条件の設定（28-32頁）なども考慮しなければならない。発注者は形状の設計図を準備し、被加工物の材質を指定するだろうが、加工作業のことはほとんど知らない。従って加工を担当する人間が様々な情報を補わなければならない。ちなみに部材を削る刃の方も、少しずつではあるが、摩耗し小さくなっていくので、こちらの情報も補わなければならないだろう。加えて、工作機械毎（種類毎、同じ機種でも個体毎）の癖などもあるだろう。

さらに建設・土木の分野では、設計士の描いた設計図があれば現場が即動ける、というものではない。設計士の描いた設計図をもとに、主に現場監督の（段階の）人が、施工図を作成する。設計図の段階では詰め切れていない部分の寸法は、施工図において決まる。実際に使う材料・部材の種類や数量の決定は、施工図を描くことによって正確に見積もることができる。現場で作業をする職人や作業員への指示も、施工図によって詳しく説明できることになる。つまり建設・土木の分野においては、設計図に対してかなり多くの情報が補われなければならないのが通常である。また土を掘って初めて分かる現場の状況によっては、当初の設計図通りの施工が難しいことが判明し、設計者や施主等と協議の上、設計を少しあるいは大きく変更することもありうる。

このように、設計図がもつ情報量と現場で人々が動くために必要な情報量との間に大きな差がある場合、つまり情報が大きく不足していることになり、ここには大きな不確実性が存在していることになる。Hickson他（1971）によれば、大きな不確実性に対処する部門は相対的に強い力を持つ。ここでも同様のことが成立する可能性がある。つまり他の部門に対する交渉力などが強くなるというよりも、裁量がより大きくなる、任される部分が大きくなる可能性がある（Perrowの枠組みでも、

craftの領域（セル1）では監督者レベルの自由裁量が大きくなる傾向があると指摘されている（図2）。言い換えると、現場の状況に応じたやり方を現場が選ぶことができるということである。あるいは、調整を要する部分の解決を現場に任せきりにするということもありえる。

必要以上の精度確保

	自由裁量	パワー	集団内の調整	集団内の相互依存性	自由裁量	パワー	集団内の調整	集団内の相互依存性
技術的レベル	低	低	計画	低	高	高	フィードバック	高
監督者レベル	高	高	フィードバック		高	高	フィードバック	
組織全体の特性			分権的				弾力的、多元的	
社会的構造（組織との同一化）			社会的同一化				目標への同一化	
				セル1	セル2			
				セル4	セル3			
技術的レベル	低	高	計画	低	高	高	フィードバック	低
監督者レベル	低	低	計画		低	低	計画	
組織全体の特性			公式的、集権的				弾力的、集権的	
社会的構造（組織との同一化）			手段の同一化				作業あるいは仕事への同一化	

図2 Perrow (1967) による技術と組織との関係
加護野 (1980) 84頁、図2-4「技術と組織」より引用

先に見たように不確実性を扱う部分にはそれに応じた裁量の大きさが伴っていると思われる。しかし逆の事態も生じているようだ。そこにはCADだけでなくトータルステーション（TS）という技術が関与しているようである。TSとは簡単に言うとレーザー光線を用いて高精度な測量を可能にする測量器械である。測定にはTSの本体と反射プリズム鏡（一例として図3）とがセットで用いられる。現地での測量の原点にTSを据え付け、測定したい点に反射プリズム鏡を持って行って、距離と角度・方位を高精度で測定する（図4）。また測量作業の省力化を可能にする。



図3 反射プリズム鏡を取り付けた棒・三脚の例（反射プリズム鏡と三脚を取り付けた様子）
株式会社トプコン「反射プリズム ボールタイプ」http://www.topcon.co.jp/positioning/sokkia/products/product/ts/ts_accessory.html (2013年8月閲覧)



図4 トータルステーションでの測量の様子例

国土交通省国土技術政策総合研究所(2012)「TSを用いた出来形管理要領(土工編)」(平成24年3月29日更新) 34頁 図2-2 写真撮影例 http://www.nilim.go.jp/ts/main/120329dekigata_earthwork.pdf (2013年8月閲覧)

村田(2007)によると道路の施工においてTSで出来形測量を実施した人の言葉として、測量作業の効率が良くなったことが先ず指摘された後、新たな課題が浮上したと述べられている。

トータルステーションによる計測があまりに高精度なため、ミラーを置く場所の小石一つの有無で簡単に20～30mmの差が出てしまう。〇〇(伏せ字引用者)氏は「画面に表示される詳細な数値のせいで心理的なプレッシャーがかかり、これまでなら出来形でOKを出していたところも、作業員に手直しを指示してしまった」と言う。(84頁)

出来形測量とは、工事がほぼ終わったときに出来上がりの状況を測量し、設計図との差が許容範囲内に収まっているかどうかを確認する測量である。土木工事は自然の地形の上に施工されるため、設計図の数値に対して誤差がプラスマイナス数ミリメートル以内でなければならない、というのは非現実的である。そのため誤差の許容範囲、つまり公差(国土交通省では「規格値」と呼ばれているようだ)が設定されている(例えば国土交通省関東地方整備局、2013を参照)。

TSが登場する以前の測量では、測定したい地点に長い物差しのような棒(スタッフと呼ばれる)を垂直に立てて、測量の原点に据え付けられたレベルと呼ばれる測量の器械に内蔵されている望遠鏡をのぞき込み、長い物差しの目盛りを読んでいた。水準器を見ながら長い物差しを垂直に立てるのであるが、やはり人間の知覚限界内のずれは含まれるであろう。望遠鏡をのぞき込んで読み取るのは人間の目である。また測定地点と原点との間の距離は長い巻き尺で測るのである。どんなに丁寧に正確に測っても、有効数字の関係もあり、それなりの測定誤差が測定値には含まれてしまうものであろう。従って、ある程度の公差を設定し、その範囲内であれば合格である、とするのが合理的である。

TSはその状況を一変させた。TSは人間の目と比べて驚異的に高精度である。反射プリズム鏡はある程度の長さの棒に取り付けられており、その棒を測定地点に立てる。棒の下端と測定地点との間に小石が一つ挟まっただけでは、人間の目による測量なら、測定の有効数字の誤差に収まっていたような差でも、TSはデジタルの数値として出してくる。本来なら測定値と設計値との差が公差の範囲内に収まっているのなら全く問題ないはずである。それなのに心理的プレッシャーがかかり、

手直しの指示を出してしまった。これはなぜなのだろうか。必要以上の精度の確保は、費用を無駄に掛けるだけではないのだろうか。

大手総合建設企業において長年情報化に取り組んでこられた方の言葉によると、昔から施工精度は高めたかったということである。例えば長いトンネルを両側から掘り進める状況を想定してみる。小さな誤差の累積で、接続地点でのずれが数メートルにもなってしまえば、後が大変である。確かにこのような場合では、誤差は無いに越したことが無い。それは理解できる。

公式に認められている公差の範囲内なのに、感じてしまう心理的圧力とは何なのだろうか。それを生み出す仕組みとはどのようなものなのだろうか。現場にCADが導入され始めた頃に経験したという、コンピュータが計算しているCAD図面だから間違いは無いという思い込み（上田、2013）の例もある一方で、手描き図面もCAD図面も同じことを表しているのだから違いは無いという意見（現場監督を長年経験した人とのパーソナル・コミュニケーション）もある。技術を通じた社会的統制という観点から、一つの興味深い研究対象となるだろう。

結びにかえて

技士の研究は、技術と技能をつなぐ役割をもつ職種が存在を明確にしたと同時に、主に技術の世界で活動する専門家と主に技能の世界で活動する職人の存在を明確にした。専門家は公式的知識に依拠しており、職人は脈絡的知識に依拠している。公式的知識は科学的分析が進んだ領域である。それに対して、未解明領域を扱うために発達したのが脈絡的知識であるといえる。豊かな脈絡的知識と高い技能を持つ職人及び技士は、不確実性の高い領域を扱い、その不確実性を削減することで専門職が仕事をし易いようにする。

土木の現場は不確実性が大きい。設計技師の描く設計図に不足する情報を補ったり、調整したり、現場に起因する不確実性に対処する。情報不足は不確実性のもととなり、対応すべき不確実性に見合った裁量の大きさが現場に与えられていると考えられる。しかし、CADとトータルステーションを使う人の例からは、合理的に設定された公差の範囲内に測定値が収まっても、必要以上の精度を追求する心理的圧力の存在が示された。技術が社会的統制を強化するメカニズムについて、追求すべき領域はまだ残されている。

【謝辞】

取材にご協力いただいた皆様に改めて感謝を申し上げます。

本稿は、2012年度高崎経済大学特別研究助成金による成果の一部である。

参考文献

- 青島矢一、延岡健太郎（2001年12月）「3次元CAD技術による製品開発プロセスの変革」『日本労働研究雑誌』（日本労働研究機構）498号、29-40頁。
- Barley, S. R. (1986) Technology as an occasion for structuring: evidence from observations of CT scanners and the social order of radiology departments. *Administrative Science Quarterly*, 31, pp.78-108.
- Barley, S. R. 1996 Technicians in the workplace: ethnographic evidence for bringing work into organization studies. *Administrative Science Quarterly*, 41, pp.404-441.
- Eisenhardt, K. M. and B. N. Tabrizi 1995 Accelerating adaptive processes: product innovation in the global

- computer industry. *Administrative Science Quarterly*, 40, pp.84-110.
- ガルブレイス, J. (原著1973、邦訳1980)『横断組織の設計:マトリックス組織の調整機能と効果的運用』ダイヤモンド社。
- Hickson, D. J., C. R. Hinings, C. A. Lee, R. E. Schneck, and J. M. Pennings (1971) A strategic contingencies theory of intraorganizational power. *Administrative Science Quarterly*, 16, pp.216-229.
- 加護野忠男 (1980)『経営組織の環境適応』白桃書房。
- 狩野勝吉 (2008)『初級技術者に伝えたい切削加工の技術&技能』日刊工業新聞社。
- 国土交通省関東地方整備局 (2013)「土木工事施工管理基準及び規格値」
- 金野美奈子 (1999)「明治期事務職におけるジェンダー:女性事務職の『発見』とその意味」『ソシオロギス』(ソシオロギス編集委員会・東京大学文学部社会学研究室) 23号、1-20頁。
- 金野美奈子 (2000)『OLの創造:意味世界としてのジェンダー』勁草書房。
- Klein, K. J. and J. S. Sorra (1996) The challenge of innovation implementation. *Academy of Management Review*, 21 (4), pp.1055-1080.
- 小島東作 (2003)『プリント基板設計の基礎と応用:CADを用いた実装設計と回路設計ノウハウ』森北出版。
- レイヴ, ジーン, エティエンヌ・ウェンガー (著)、佐伯胖 (訳)、福島真人 (解説) (1993、原著1991)『状況に埋め込まれた学習:正統的周辺参加』産業図書。
- Liker, J. K., M. Fleischer, and D. Arnsdorf (1992) Fulfilling the promises of CAD. *Sloan Management Review*, 33 (3), pp.74-86.
- Lynch, B. P. (1974) An empirical assessment of Perrow's technology construct. *Administrative Science Quarterly*, 19, pp.338-356.
- 宗像正幸 (1989)『技術の理論:現代工業経営問題への技術論的接近』(工業経営研究叢書I) 同文館出版。
- 宗像正幸 (1999)『技術』神戸大学大学院経営学研究室 (編)『経営学大辞典 (第2版)』中央経済社、166-167頁。
- 村田皓 (2007)「トータルステーションで出来形管理を合理化:試行工事を経て2007年度から国交省が本格的に実施」『日経コンストラクション』2007年4月13日号、82-86頁。
- 日本放送協会 (2007)「マネキンにメイクするおじさん」(はたらくおじさん 第9回)『サラリーマンNEO』日本放送協会、2007年9月11日放送。
- 日本経済新聞社 (2003)「広がる一般職再評価、若手・派遣の束ね役」(ワーキングウーマン)『日本経済新聞』2003年6月3日、夕刊。
- 日経ホームビルダー (2002)「足りない図面:現場合わせにも限界が」(特集 現場を悩ます「ダメ図面」)『日経ホームビルダー』2002年2月号、46-47頁(プレビュー)。
- 岡本彬良 (2005)『よくわかるプリント基板回路のできるまで:基板作成、解析CADからDFMまで』日刊工業新聞社。
- 岡本彬良 (2009)『よくわかるプリント基板CADの使い方と考え方』日刊工業新聞社。
- Repenning, N. R. and J. D. Sterman, (2002) Capability traps and self-confirming attribution errors in the dynamics of process improvement. *Administrative Science Quarterly*, 47 (2), pp.265-295.
- Robertson, D. C. and T. J. Allen (1991) Managing CAD systems in mechanical design engineering. Working Paper, International Center for Research on the Management of Technology, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology. Originally issued at January, 1990.
- 嶋田茂晴 (2013)「これがプリント基板の製造工程だ!」トランジスタ技術SPECIAL編集部『技術者のためのプリント基板設計入門 (改訂新版):PCBCAD時代のプリント基板作成と実装のすべて』(トランジスタ技術SPECIAL 87号) CQ出版、初版2004年、9-16頁。
- 高木清、安食弘二 (編)、サーキットネットワーク、株式会社図研 (著) (2009)『入門プリント基板の回路設計ノート』日刊工業新聞社。
- トランジスタ技術SPECIAL編集部 (編) (2011)『プリント基板作りの基礎と実例集』CQ出版。
- トランジスタ技術SPECIAL編集部 (編) (2013)『技術者のためのプリント基板設計入門 (改訂新版):PCBCAD時代のプリント基板作成と実装のすべて』CQ出版。
- 上田智造 (2013)「『思い込み』に捕らわれず、『現場のチェック』を欠かさない」(かけだしの頃:今だから話せるゲンバの失敗)『DOBOKU技士会東京』第56号、14頁、<http://www.to-gisi.com/magazine/56/doc03.pdf> (2013年8月閲覧)。
- 漆谷正義 (2011)「イントロダクション」トランジスタ技術SPECIAL編集部『プリント基板作りの基礎と実例集』(トランジスタ技術SPECIAL 115号) CQ出版、6-10頁。
- 渡辺明禎、小林芳直、玉村聡、森田一、武田洋一、宮崎充彦 (2013)『プリント基板CAD EAGLEでボード作り』CQ出版。
- 柳弘之 (2013)「ヤマハ発動機社長 柳 弘之氏 下:米赴任、慣習通じず混乱」『私の課長時代』2013年8月20日、日本経済新聞。

(ふじもと てつ・本学経済学部教授)