

## 中小企業における技術伝承支援デジタルコンテンツの開発および その経済的効用の検証

### Development of Method for Vocational-Initiation in Order to Train Staffs using Digitalized Manual in Mid-Small Size Companies and Verification of Economical Effect.

富田 茂†, 後藤 時政††, 近藤 高司††, 鈴木 達夫††  
Shigeru TOMITA, Tokimasa GOTO, Takashi KONDOH, Tatsuo SUZUKI

**Abstract** In 2007, a lot of expert engineers of the baby boom generation retire in Japan. It is called “2007 year’ problem”. The Digital Contents should work helpfully for “2007 year’ problem” in Japan. The Digitalized Self-training Manual can be preserved permanently and the company trainee can learn after retirement of the technical expert. Trainee can learn it even after their job (off-JT) to avoid disturbing trainees’ working hour. Recently the Internet infrastructure is spread wildly and speedy, the trainee can use the Digital Contents wherever, whenever and repeatedly. In this study, we proposed the effective vocational-initiation method using the Digital Contents.

#### 1. 緒 言

現在の日本は、加工産業で栄えている。したがって、加工技術が次世代に受け継がれていかなければ、産業はおろか、国力が衰退する問題にまで波及するものと考えられる。出生率の低下、子供たちの理科離れ、現場における外国人労働者の台頭も技術伝承に悪影響を与える要因であると考えられる。このような中、日本では、団塊世代の技術者が技術伝承を若者に向けて行う必要性を2007年問題として重視してきた。それは大企業の中の問題ではなく、大企業を支える中小企業の問題である。

本研究では、人伝えに頼るアナログ的な技術伝承手法とデジタル技術を援用した技術伝承の手法を考察し、中小企業が行うべき技術伝承の手法と内容について提案する。また、人伝え技術伝承の最大の欠点である「情報劣化」を、次の200X問題として提起し、情報劣化が起こらないデジタル技術伝承の優位性と今後の活用課題を考察する。

会社事業運営上の手順が代々残され、システム構築されているかどうかは、ものづくり企業に限らず、企業のリスク回避能力を診断する上で、重要な要因である。

#### 2. 技術伝承の必要性

日本は現在までものづくりで栄えてきた。もちろん流通・販売などの産業無しに、島国である日本にとって外貨取得は難しかったと思われる。天然資源が少ないことも、加工産業が発展した一因であるものと考えられる。また、大陸とは地続きでなく、民族が移動できないため、伝統技能などは少なからず地場または血族で受け継がれてきた。例えば棟梁、武芸や芸能などがその代表的な例である。

現在、ものづくりの場が中国等へと流出している現象は、依然として、日本は加工産業で栄えていると言える。したがって、加工技術が次世代に受け継がれていかなければ、産業はおろか、国力が衰退する問題にまで波及するものと考えられる。同時に日本の出生率の低下も技術伝承に大きな悪影響を及ぼすものと考えられる。

学校現場では、学生が理系に進学しなくなる傾向が強くなり（いわゆる理科離れ）、ものづくり現場に就職しなくなった。たとえ就職したとしても、彼らは理科学的な素地を学校で学習してきていないので、技術伝承の現場で教育者との間に戸惑いが生じる。

さらに、外国人労働者が日本の工場現場で勤務し、現場作業を彼らに任せてしまうことも、日本人技術者が経験値（いわゆる暗黙知）を得る機会を失いかねない。若者の転職率の増加も同様である。折角技術移入しても離職してしまえば全くの無駄になってしまう。

このような状況下、中小企業では、離職した技術者の補

† 愛知工業大学 経営情報科学研究科（豊田市）

†† 愛知工業大学 経営情報科学部 経営学科  
（豊田市）

充のために採用活動を施すが、大企業の宣伝的な求人情報の前では歯が立たない。これはインターネットが普及した現在、求人情報もそのインフラ上で発信されるが、求人情報は検索条件を入力すると自動的に選択透過され、ある条件以上の企業名しか検索結果として現れない。どんなにコストを賭けて求人活動を行っても、周知すらされない現状である。これは公的な求人情報も同様である。

以上のように、中小企業では、生産現場において技術伝承が成され難い状況である。中小企業で技術伝承が十分に行われない場合、そこから部品などの供給を受けている大企業に多少なりとも悪影響がある。技術伝承が大企業で行われているのは当然である。なぜなら、大企業には、技術伝承を行う組織的、システムの、資金的余力がある。反面、中小企業は、人的にも最小限の人数で事業を行っていることが多いので、日々の品質確保に邁進し、将来のことにまで投資できないのが現状である。したがって、早急に中小企業の技術伝承に大企業が助けを差し伸べなければならない。

### 3. 従来型技術伝承（アナログ式技術伝承）の課題

従来の技術伝承の手法について考察する。一般的に技術伝承を行う場合、以下の手法が挙げられる。

- 現場で熟練技術者が実技指導する。
- 手引書などに手法や手順、数値などのデータを記述する。
- ビデオカメラで撮影した動画として実録する。

上記手法は古くから用いられているので、大まかなことは伝わる。また、数値化できる例などは、学会論文などの最高例でもわかるとおり、反復性が確保されており（いわゆる形式知）、完全に伝承することができると言える。

しかしながら、そうした数値化できない部分、また文章で表現できない部分もある。これは暗黙知と呼ばれる。暗黙知に入る要素は、従来の伝承方法では完全に伝えきれない。熟練技術者が実技指導伝承する際、こうした暗黙知の伝承が行われやすいと考えられるが、表現が曖昧（アナログ）なので、受けても自分なりの解釈とコツを自らの体系に合わせて修得し、繰り返し精度を出すことになる。これは従来手法であれ、最新式の手法であれ、授受が共に人間の感性という変数であるので簡単に解決できない。

そこで従来の技術伝承方法による情報劣化を検証するために、図1で示すような、簡単な実験を行った。いわゆる、「伝承ゲーム」である。伝承ゲームは6人（偏差値がほぼ同等で同年代）程度で行った。これは受けてが情報0として遺伝学的な考察では、F0世代は100%とす

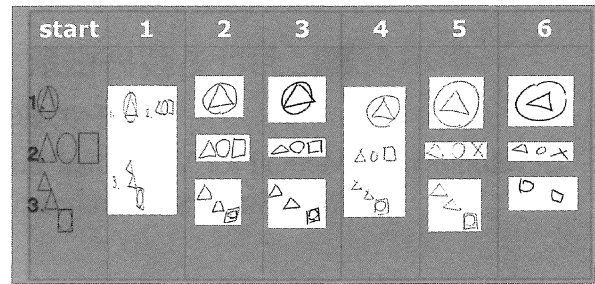


図1 伝承ゲームによる検証例

ると、F1世代では50%になり、F6世代では1%にまで情報が劣化する単純計算となる。また、最初の受けて（本研究ではこれが新入社員）が有する情報を0%とし、それ以降の受けてが情報100%持っているとする、F1世代では50%となるが、F2世代では75%、F3世代では87.5%、F6世代では98%となり、遺伝学的にはほぼ純血（100%）に戻ったとされるので、6人まで情報を伝承（遺伝学的には交配）させてみることにした。伝承内容は、音階、翻訳、図形、一筆書き方法、無意義な文字列、有意義な文字列などである。実験結果は6世代まで伝承したのち、すべての検証で情報が劣化した。つまり、従来は情報が劣化することを前提で技術伝承を行っているので、従来方式での技術伝承で課題となることは、伝達の精度ではなく、授けてである熟練者が受けての理解度に合わせて時間と労力を割かねばならないことである。つまり、技術伝承の間に生産活動止まってしまうことである。

### 4. デジタル式技術伝承の活用例

インターネットが広く普及した現在における技術伝承方法について考察する。インターネットをインフラとして利用することを前提とするならば、必然的にデジタルデータを活用することになる。具体的な事例をもとに説明すると、A社（キャリアオ技研株式会社）では、3次元CADの操作方法などについて技術伝承を行う場合に、デジタルエンジニアリングを多く活用している。その作成手順を以下に示す。

- ① デジタルビデオで収録する。
- ② 必要な箇所はデジタルカメラで撮影する。
- ③ EXCEL等のパソコンソフトで手順を箇条書きにする。
- ④ 文章で表現できないときは、デジタルビデオの動画データにリンクを設定し、クリック（パソコン操作）によりすぐ閲覧できるようにする。
- ⑤ 最終的に、インターネットで閲覧できる形式で保存し、サーバパソコンにデータを保存する。

作成にかかる時間は、内容によるが、ビデオを援用することで作業説明の文章表現を考える手間がなくなって

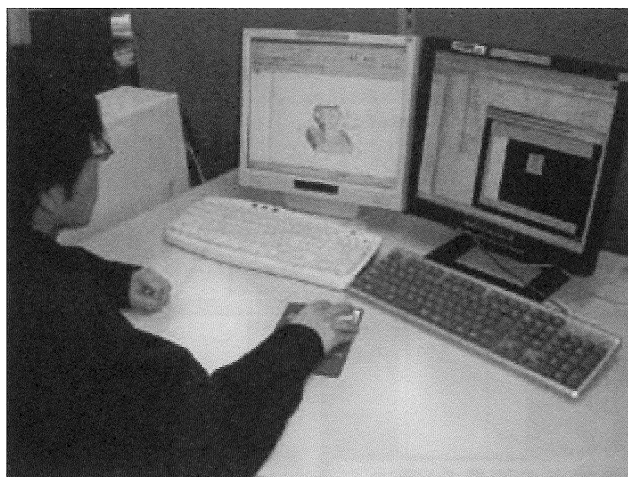


図2 2画面を用いたセルフラーニング

いるので、圧倒的に早いことが類察される。

実際に利用するときは、図2で示すように、作業画面と閲覧画面の2つのディスプレイを用いると良い。これは、最近のPCには横長の画面を2画面に分けて出力する機能が標準的に装備されているので、簡単に行うことができる。

以上のようにデジタルエンジニアリングを活用するという点では、徹底的に動画を利用することに特色をおいている。

#### 5. デジタル式技術伝承効果の実証実験例

前述の手法を用い、他の業界でも効果的な技術伝承様のデジタルデータが作成できるかを実験した。実施は、2005年11月から2006年3月の期間で、溶接、出版、輸送機械、金型、精密機械、陶磁器、教育、繊維の8業種の企業を対象として行った。なお、この実験は、キャリアオ技研株式会社（技術情報デジタル化モデル事業受託企業）が岐阜県より受託し、行った。

各企業から伝承したい技術について聞き取り調査をした。そして以前より紙などの媒体で保存してある技術伝承用の資料や写真などを、デジタルデータ（スキャナーなどを利用してPCに読取り、汎用版とした。）にした。また、実際にデジタルビデオカメラに実演を収録した。このとき2台のビデオカメラで違うアングルから収録をし、編集段階で2画面を同時に見られるようにしたので、通常の見学では見ることの難しい対面の状態も1画面で把握できるようにした。さらに、編集では文字情報なども挿入した。これにより、図3で示すように、必要な情報としての手順と失敗注意喚起などについても盛り込むこと（テロップ）が可能となった。

そして工程に準じて確認画面を作り、直列または並列

で画面データを繋げることで、図4に示すように、フローチャートが出来上がった。フローチャートが出来上がったことで、業務の全体の流れが解るようになり、管理者へのいわゆる、「業務の見える化」が達成できた。

最終的に出来上がった技術伝承例は、10データとなった。これらに対し、実験期間中に実際に各企業で利用してもらい、その出来具合と活用に関するアンケートを行い、集計した。なお、アンケート調査では、質問に対する回答を5段階で評価し、選択してもらう方法をとった。以下、アンケート調査結果を示す図は、すべて5段階評価の結果であり、右側の回答数が多いほど、良好な結果であったと言える。また、アンケート調査表の中では、技術伝承データのことをノウハウと表現した。

アンケート調査検証を行った結果、「共有化に繋がりましたか」と「ノウハウの活用ができましたか」という質問については、図5(a), (b)に示すように、各企業共に大まかに達成（否定的な回答は無）できたようである。共有化のためには、全社員に技術情報データの取得方法や取得用の社内インフラ（社内LANなどを援用）の整備・徹底が必要であるが、今回の実験では一部分の技術伝承データしか作成していないので、徹底活用までは取り組まない企業が多く、効果が現れなかった。

また、ノウハウのデジタル化の必要性については、図5(c)に示すように、「ノウハウのデジタル化は必要と感じましたか」という質問に対して、必要と認める回答が顕著であった。デジタルによる技術伝承を体験した企業は、デジタルでノウハウを残すことの必要性を感じるようになり、図5(d)の「動画・静止画に残すことは必要と感じましたか」という質問の結果が示すように、動画・静止画などのデジタルツールの利用が技術を伝承する上で非常に有効であることを感じるようになった。また、図5(e)の「ノウハウのデータベース化は必要と感じまし

## 各種類溶接動画確認

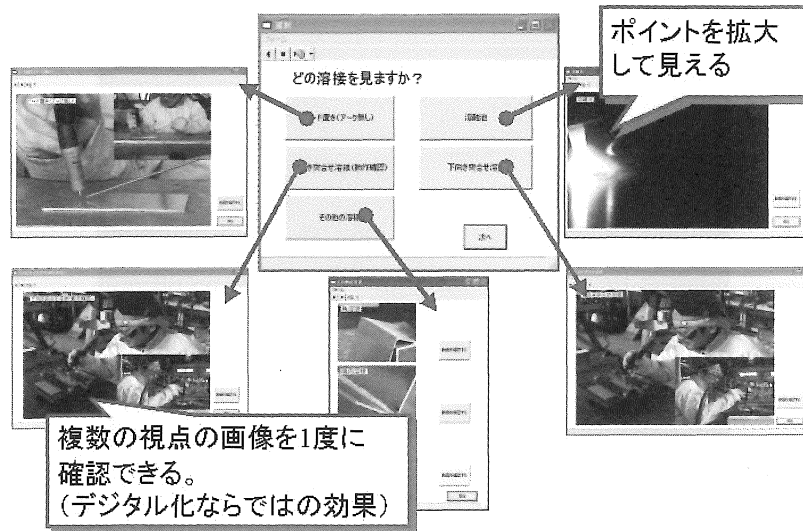


図 3 技術伝承データ画面例

## 全体フローチャート

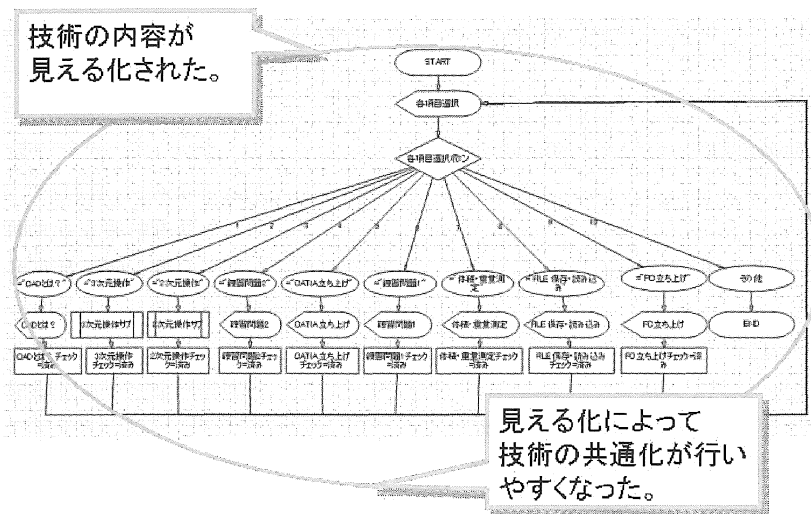


図 4 技術伝承データにおけるフローチャートの例

たか」という質問の結果が示すように、社内のノウハウをデジタル化するだけでなく、データベース化し、必要ときにすぐに使用できる環境にしていくことが望ましいと感じていた。これらの結果から、全体を総括して技術伝承データをデジタルデータとして活用する有用性が確認できた。

### 6. 中小企業用技術伝承データの作成

実証実験の結果、中小企業で技術伝承用のデジタルデータを作成する場合、自社内で作らず、外部の技術伝承データメーカーに依頼する方が良いと思われる。なぜなら、

業界内または社内で常識的に使われている単語（主に省略型が多い）は、時として新入社員には通じないことがあるからである。そうした言葉も解りやすく、一般的に表現しなければならない。

もし、仮に社内の熟練者が技術伝承用のデータを作成した場合、単語や手順なども、解りきっていることとして、カタカナだらけの表現や初歩手順を飛ばしたおまかななものになりかねない。大企業であれば、組織が細分化・専門化されており、一人の人間が社内の全工程内容を把握せずに定年を迎える可能性が高い。したがって、デジタルデータは、一般的な解りやすい表現になり得る。

中小企業では、従業員は兼業で様々な業務を日常的に

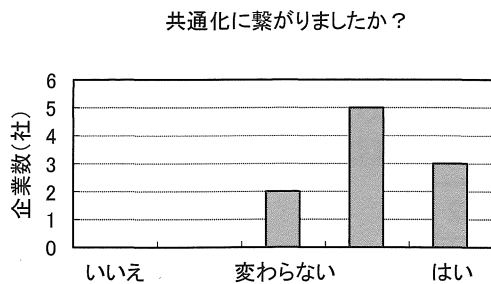


図5 (a) 共通化に着いて

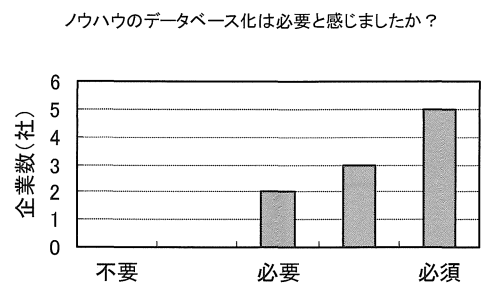


図5 (e) ノウハウのデータベース化の必要性について

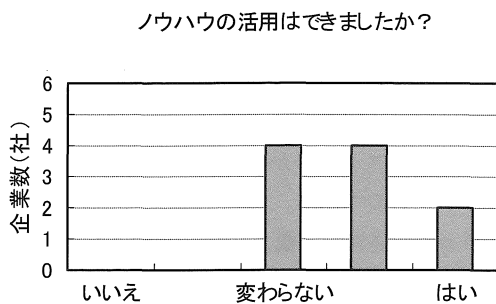


図5 (b) ノウハウの活用について

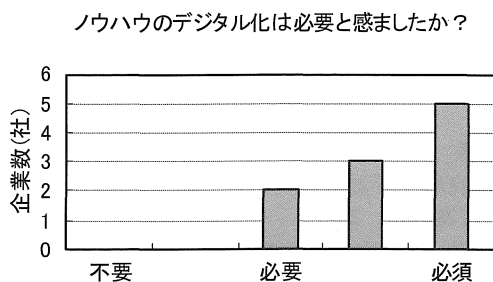


図5 (c) ノウハウのデジタル化の必要性について

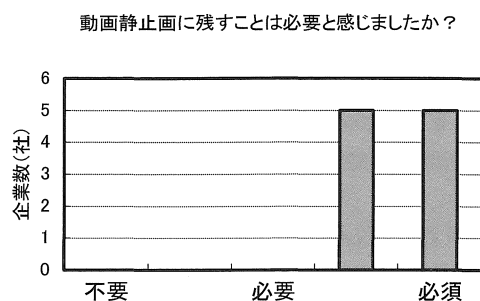


図5 (d) 静止画として残すことの必要性について

結果として技術伝承という観点では、デジタルデータは、すぐに新人が理解できる内容で無くなる。技術伝承のデータは、誰が見てもすぐに内容を把握できるようにしなければならないので、中小企業向けの技術伝承データは社外者が作ることを提案する。

また、従来の手法に加えて今回さらに開発をした Microsoft Excel を用いたデジタルデータの閲覧は操作性が一般に普及しているので作りやすく、誰でも改変し易いものになった。さらに Microsoft Excel のマクロソフトを構築することで、高度なデータベースソフトと同様な認証機能や計算結果を照合する機能を組み入れることに成功した。この成功は本研究発表の直前に達成し次年度以降の応用開発に弾みをつけた。

### 7. アナログ式技術伝承に対するデジタル式技術伝承の経営的優位性

アナログ情報（本や人伝えなど）と比較した場合、デジタル化されている情報は、コンピュータを操作しなければ得ることができない。デジタル化されたデータの優位性として、以下の点が挙げられる。

- ページを飛ばし読みするなど、手順を飛ばすことができないので、確実に手順通りに実行させることができる（図6参照）。
- 手順ごとにデジタル処理を施すことにより、完全に終了しないと次の手順に進めないようにすることや、閲覧にパスワードなどの入力を求めることにより、権限以上の作業をさせないようにすることができる。
- 手順完了などの時間や担当者について、記録(log 情報)をコンピュータに保存できる。

デジタルで技術伝承データを作成活用することが効果的であることは、現在のインターネットを援用したインフラ環境の爆発的な普及と広がり大きく依存していると仮定できる。また、技術伝承内容は、新技術の導入などで常に改良が施される。当然そのデータも追従しな

行う。また絶対的な人数が大企業より少ないので、社員間での情報共有が成され易く、会社の全容が把握しやすい。したがって、社内固有の表現や単語を使いまわし、

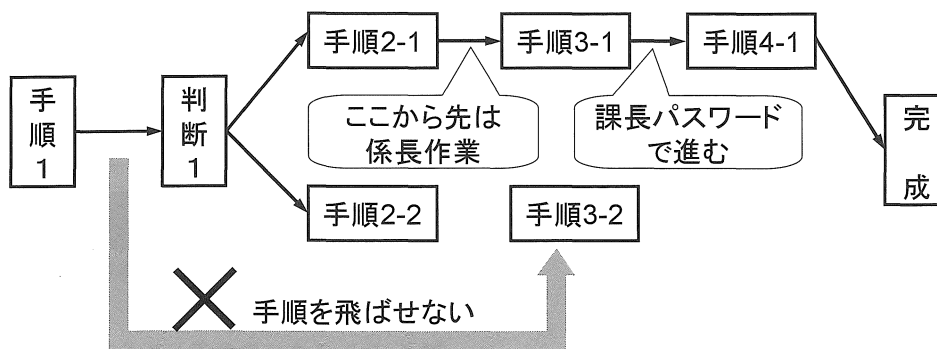


図6 デジタル技術を援用した技術伝承の優位性

ればならない。その観点からアナログと比較した、デジタル化の優位性として、以下の点が挙げられる。

- いつでも修正ができる。
- どこでも見ることができる。
- 何度でも繰り返して見ることができる。

以上により、経営的な優位性は、デジタル手法の方が技術伝承を授ける側と受ける側の同時拘束時間を失くし、かつどちらかが出張して教授する必要がないので、距離的な問題を解決できることにある。ただし、アナログ手法とデジタル手法の情報量が同じという前提である。

## 8. 結 言

本研究では、「中小企業における技術伝承支援デジタルコンテンツの開発およびその経済的効用の検証」として、主に技術伝承情報をデジタル化した場合の効果を実証事例から検証した。人間には理解や表現の個体差といった問題もあるが、デジタル化された情報のそのような問題への優位性についても明らかにできた。従来法である人から人への言い伝えを続けた場合、大きな情報劣化が生じ、人が死ぬという人的リスクまで考慮すると、2007年問題と言われた現象が永遠に続く。本研究でデジタル化された技術情報が中小企業の継続的な事業活動を支える資産となり、インターネットなどを使えば、伝える能力（早く、いつでも、どこでも、正確に）が高いことが検証できた。

また、デジタル化された技術伝承データの資産的な価値についても聞き取り調査をした。8社への聞き取り調査の結果では、300万円程度と軒並み揃った回答であった。これは今回実験に参加した企業の資本金および売上に比例した回答ではないと思われる。基本的に中小企業の心理的負担が少なく、かつ最大限投資できる直観的な金額と考えられる。このことは、技術伝承をデジタル

化することの優位性を結論付けるものであり、この資産的な価値は別途の研究で述べるが、中小企業が人伝えによる経営的なリスクをいかに少額に考えているかといった現状を示すものである。

したがって、経営的な観点から、いち早く企業がもつ、いや人が持つ技術情報をデジタルで残し、人の命のリスクを担保するべきである。

## 謝 辞

本研究は、愛知工業大学総合技術研究所プロジェクト研究の支援を受け行われたものである。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 石川良雄, 『計装エンジニアの人材育成と技術の伝承』, 計測技術, 2007.
- 2) 伊藤実, 『日本における外国人技術者の現状』, 日本機会学会誌, Vol.101, pp.88-89, 1998.
- 3) 木内養育, 『社会・労働運動年表』, pp.130-137, 旬報社, 東京, 2007.
- 4) 黒川清ら, 『今, なぜ, 若者の理科離れか』, 財団法人日本学術協力財団, 東京, 2005.
- 5) 厚生労働省, 『労働経済白書(平成19年版—ワークライフバランスと雇用システム—)』, pp.33-35, 国立印刷局, 東京, 2007.
- 6) 毎日新聞科学環境部, 『理系白書』, 講談社, 東京, 2003.
- 7) 目崎貞義, 『校正技術の伝承と人材育成』, 計測技術, 2007.
- 8) 中川威雄, 『製造業グローバル化の中での日本の素形材産業—知中国進出のすすめ—』, 素形材, Vol.48, pp.2-8, 2007.
- 9) 中部経済新聞, 『技術と知恵をデジタル化』, 第4面, 2007年5月22日.
- 10) 安富歩, 『複雑さを生きる』, 岩波書店, 2004.