

大学教育における発明創造技法の活用

松原 幸夫 (新潟大学)

概要

新潟大学では、2007年度より、文部科学省科学研究費補助金（萌芽研究）を受け、「学校教育等における発明創造技法の活用」について研究および検証授業を進めている。学校教育の中に TRIZ 等の創造技法を導入するにあたっては、学習者中心の教授法等も併せて取り入れながら、学生の主体性を引き出すことにより、豊かな創造性開発をすることをめざしている。以下では、はじめに形式知と暗黙知という観点から、欧米型の発明創造技法とわが国の伝統技術の技術伝承法について概観¹した上で、日本の教育制度の変遷²について考察する。次に「食感の評価基準および評価方法の改善」をテーマに、新潟大学農学部藤村忍准教授と共同で実施した研究授業を紹介する。

1. はじめに

本稿では、欧米諸国で生まれた発明創造技法とわが国のものづくりの技術伝承法を比較し、今後の学校教育における発明創造教育のあり方について検討する。これらの発明創造技法は多数あるので、欧米型の創造技法の典型例としては、ロシアの科学者 Genrich Altshuller が 250 万件にのぼる特許の統計的分析に基づき提唱した発明的問題解決理論 TRIZ について考察する。

TRIZ は、日本に紹介され一部の企業で導入され始めているが、当初期待されたほどにはその普及は進んでいない。一方、わが国独自の職人文化に根ざす熟練技能の技法は、最先端の技術分野においても技術革新をもたらす事例も出てきており、徐々に見直されはじめている。

TRIZ 等の発明創造技法は、発明の方法に係わる形式知を集大成したものであるが、本来発明という人間の活動の深遠にかかわるものについての方法論の集合体であり、暗黙知とも密接不可分の関係にあり、科学の対象になりにくいものである。一方、実際の研究開発、ものづくりの現場では、知識ベースへの過信から来ると思われる様々な問題が発生してきている。形式知への過信による問題は学校教育においても発生している。以下では、報告者の限られた経験と知見に基づき仮説を述べるが、かかる状況のもとでは、それなりの意義があると考えられる。

2. TRIZの現状

以下は、報告者のこれまでの TRIZ を活用した経験等に基づき、その長所と短所をまとめたものである。

2.1 TRIZの効果があると思われるケース

- 1) 短納期の技術課題の解決において熟練技術者と力量のある指導者等が協力できる場合は成果が出ることがある。
- 2) 技術課題について長期間考え抜き、解決策が得られない場合に利用すると、技術革新が得られることがある。
- 3) コンサルタント等の支援を受けず自力でこれを利用する場合は、矛盾マトリックスと 40 の発明原理だけを用いる等、簡易な利用法で効果が出ることがある。
- 4) 特許出願明細書を作成する際に代替可能な技術要素を補強でき、権利範囲を拡充することができる。また、改良発明を見出す場合もある。
- 5) 技術についての深い洞察力と知識ベースを駆使する能力を併せ持つ熟練技術者には、単独で TRIZ ソフトウェア等を利用して成果が出る場合がある。

2.2 TRIZ利用で問題があると思われるケース

- 1) TRIZ の矛盾マトリックス等の用語が難解であり、初学者の独学を困難にしている。
- 2) 各技術者毎には個性があり TRIZ に対する適性も異なるので、すべての技術者に対し TRIZ の研修を一斉に実施しても効果が期待できないケー

スがある。

- 3) 若手の技術者が、TRIZのような膨大な知識ベースを早い段階で学習すると、暗黙知の形成に支障を来す場合がある。
- 4) 熟練技術者も、直面する新しい技術課題について開発現場で十分な検討を行うことなくいきなりTRIZを利用すると、現場での技術課題そのものも把握が浅くなる場合がある。
- 5) TRIZの体系の中には各技法間の運用そのものをガイドする技法も用意されているが、一般の技術者がさらにこれまで使いこなすことは通常困難であり、消化不良を起こす危険性がある。
- 6) TRIZを活用し良いアイデアが得られても、それが革新的であればあるほど納期・開発コスト等との関係で、試作・実験すらされない場合がある。
- 7) 良いアイデアがあっても現場を十分知らない設計者は、それを十分評価することができないことがある。
- 8) TRIZとの相性が非常にいい技術者が形式知の中だけで知のスパイラルを急展開させ、燃え尽きてしまうケースもある³⁾。(TRIZウィルス)
- 9) 学校教育においては体系的な知識ベースの教授は、学習意欲の減退を引き起こす場合がある。

3. 日本の伝統的技術伝承法

以下では、日本の伝統的な技術伝承法およびその流れをくむ現代の日本的なものづくりについて、その概要を簡単に紹介する。

3.1 守破離の思想

「守破離」の思想は、東山文化（足利八代将軍善政時代）から生まれたもので、能楽（観阿弥）から出て茶道へ波及し、それを武芸者が援用したとするのが通説である。その精神は、日本の江戸時代から現代に至るものづくりにおける徒弟制度にも引き継がれている。以下は「山上宗二記」の中にある茶道の守破離についての記述の要約である⁴⁾。

- ・ 15～30歳 「守」の段階。師の教えに従い「守」の稽古に専心する。
- ・ 30～40歳 「破」の初段階（十の内半分くらいは自分の方式を出す）。
- ・ 40～50歳 「破」の中段階。創意工夫に努める（師とは全く反対の方式を用いる）。
- ・ 50～60歳 「破」の最終段階。師（名人）の所作

を究尽再吟味し、次の飛躍へ備える。

- ・ 70歳 「離」の段階は精進努力するだけでなく才能に恵まれ、すでに離のレベルにある師に巡った場合にのみ、極まれに到達する。

3.2 江戸時代の徒弟制度

以下は江戸時代の徒弟制度についての概要である^{5) 6)}。

- ・ 徒弟制度は職人を目指す者が、親方や兄弟子らと一緒に生活しながら修行をする仕組み。12歳ごろ弟子入り。
- ・ 「技」は見て体が覚えるまで繰り返す。師はまず自分らのやっているところを見せる。
- ・ 10年が修行期間で、10年目に1年間礼奉公し、年季明けする。
- ・ その後、技術を磨き人間を練るために、しばらく渡り職人を経験し、一人前の職人となる。
- ・ その後も多くは元の親方のもとで働いたり、その下請けとなる。
- ・ 職人たちは、同業者同士の利益を図るため仲間組織である「講」を結成し、力を合わせて仕事をす

3.3 ドイツのマイスター制度

日本の制度ではないが、ドイツのマイスター制度も日本の徒弟制度に共通することが多いので、以下にその概要を述べる。ベンツやBMWができるのもマイスター制度に負うところが大きく、ドイツの国際競争力の源泉はマイスター制度にあるとドイツ国内では認識されている^{7) 8)}。

- ・ マイスター制度の起源は中世にさかのぼる。
- ・ 現在は義務教育を終えてから、職業基礎教育を最低3年受ける。
- ・ その後企業で実務経験を最低3年積み、マイスター試験を受ける。（中世のドイツでは、徒弟が優れた技術者を求めてマイスター（親方）を訪ね歩く職人遍歴の修行の旅があった。ドイツでは、ほぼ全域でほとんどの職種の手工業にこの「遍歴強制」が導入され19世紀まで続いた）
- ・ マイスターの称号が与えられると、一流企業の人間と全く同等かそれ以上の存在として社会から認められる。
- ・ ドイツでは雇用問題を解決するために、2003年に手工業法が改正され、53業種でマイスター資格取得義務が免除されることになったが、自動車、金属加工、電気関係など主要な業種については技術力維持のため、従来の制度が維持されている。

3.4 岡野雅行氏

岡野雅行氏は金属加工会社、岡野工業(株)の社長であり、金属深絞り加工の世界的職人として知られる。従業員数6人の東京都墨田区の町工場でありながら世界の大企業やNASAなどに注目され、製品が次々に採用される実績を持つ(ウィキペディア)。岡野氏のものづくり、人材育成のあり方は、日本の伝統的な徒弟制度と共通するものがある。以下は、関連ホームページからの抜粋要約である⁹⁾。

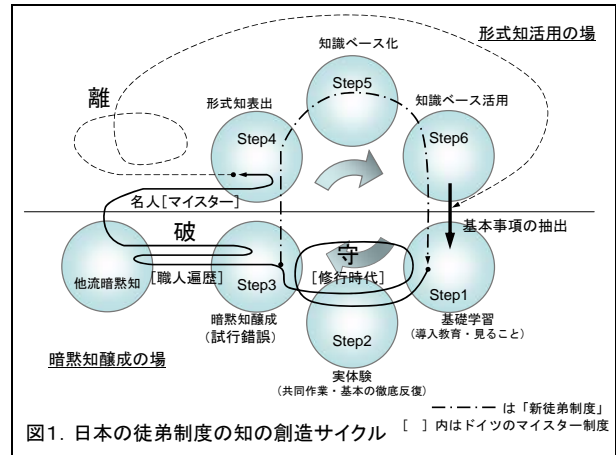
- ・ 入社後1年間は何も教えない。岡野氏の仕事ぶりを見て、会社での仕事はどんなものなのか、自分自身で学び、感じ取ってもらう。岡野氏を見ていることが仕事になる。
- ・ 1年辛抱できたら、仕事らしいことをさせる。この時もあれこれ教えることはせず、各自の工夫に任せる。そのときうまくできるかどうかは、それまでの1年間どれだけ真剣に仕事を見ていたかで決まる。見ていたことを再確認するテーマを与え、1つのテーマをやり遂げたら、次のテーマを与える。これを4年くらい続ける。
- ・ あえて困難な課題に取り組み、徹底的に試行錯誤を繰り返す。
- ・ 同業者、大手メーカーとの信頼関係に基づく情報収集力で、世の中の流れ、技術の流れを的確に読み取る。

4. 形式知と暗黙知から知の創造サイクル

「暗黙知」とは、言語等で表現できない経験や勘に基づく知識のことで、ハンガリーの哲学者・物理学者であるマイケル・ポラニー(Michael Polanyi)によって1996年に提唱された概念である。これに対する概念が「形式知」である。日本では一橋大学大学院の野中郁次郎教授が、優れた業績を上げている知識創造企業の中で行われている暗黙知と形式知の変換・移転プロセスを説明するため、「SECIモデル」を提唱している。

以下では、これらの概念を参考にした上で、形式知と暗黙知の形成と活用という観点から検討を行う¹⁰⁾。

図1は形式知と暗黙知の循環を以下の6ステップに分け、徒弟制度の技術伝承のプロセスを模式的に示したものである。



- ①第1段階、基礎事項の学習(基本事項の習得、口伝、見ること)
- ②第2段階、実体験(基本の徹底反復、共同作業)
- ③第3段階、暗黙知醸成(試行錯誤、直観力、洞察力の醸成)
- ④第4段階、形式知の表出(ノウハウの言語化、数値化、図表化)
- ⑤第5段階、知識ベース化(形式知の体系化、IT化)
- ⑥第6段階、知識ベースの適用(組み合わせ、応用)

伝統技法の「守」の段階では、①、②、③のサイクルを繰り返し、「破」の段階で他所の技法も学んでいく。この「守」「破」のプロセスはドイツのマイスターの「職人遍歴」と相通するものがある。

一点鎖線で示した「新徒弟制度」は、岡野工業等の先進的な中小企業の事例に相当し、「守」の暗黙知活用の形成が一応終了した段階で、④、⑤、⑥の形式知のサイクルに入っていく。形式知と暗黙知の両方の領域でかなりの深さをもって循環できるので、知識ベースだけの活用では成し遂げられなかった技術革新も可能になる。

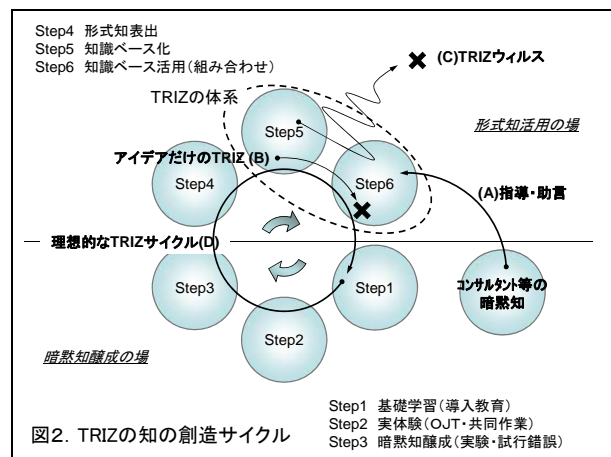


図2は、TRIZの「知のサイクル」を同じ6段階のサイクル図上で示したものである。TRIZの体系は、⑤と

⑥をカバーしている。⑥の段階がうまく機能するためには、コンサルタント等の外部の暗黙知による支援が必要になるケースが多い(図2のA参照)。

図2のBの矢印は、仮によいアイデアが出てもその技術を具体化するための試作、実験まで行かないケースを示す。

図2のCは、⑤、⑥のステップだけで「知」が循環し、燃え尽きてしまうケースである。TRIZにおいても、Dのように、暗黙知と形式知の両方のステップを循環していくことが理想的な技術革新のサイクルであると思われる。

5. わが国の学校教育の変遷

暗黙知と形式知の観点から前述の6段階のステップを用いて、江戸時代から現代に至るまでの日本の学校教育の変遷のイメージを図示したものが図3である。

先ほどの6段図では、step1からstep6までの各工程をどのように一人の技術者またはプロジェクトが推移していくかを示したものであるが、図3では、各時代の教育が、この6段階の工程のどこに重点を置いて取り組んでいたかを示している。この図は、報告者の限られた知見と主観に基づき描いたものである。

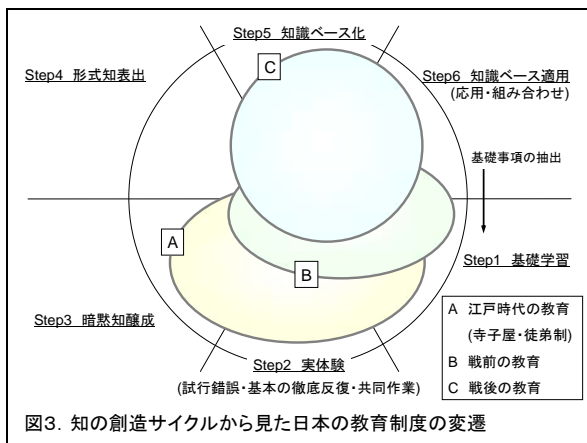


図3. 知の創造サイクルから見た日本の教育制度の変遷

図3中Aの円は江戸時代の寺子屋と徒弟制度における教育を図示したものである。基礎の徹底反復により暗黙知の醸成がなされており、そこでは学ぶ喜びもあった。ただし形式知を共有するための情報インフラの整備が十分ではなく、技術革新のスピードは遅い。

図3中Bの円は戦前の学校教育を図示したものである。

図3中Cの円は、戦後の教育を図示したものである。過度の知識伝達により暗黙知醸成の場が減少し、学ぶ喜びも失われつつある¹¹。ゆとり教育では、Cの円のStep5、6

の部分で形式知の学習量は緩和されたものの暗黙知醸成のための十分なプログラムは組まれておらず、基礎鍛錬が不足し学習意欲も高まっていない。

日本の伝統的なものづくりにおいては、「守破離」の「守」の段階で基礎事項の習得を徹底する一方で、本当に重要なことは教わるのではなく、自ら感じとり、考え、学び取っていくプロセスがしっかり守られている。欧米の「学習者中心者の教授法」やPBLと日本の伝統的なものづくりのあり方とは、「人が自ら考え、感じとる力を育てる」ことを重視する点で相通ずるものがあると思われる。

また、暗黙知の醸成については、内面的、文化的なものにも関わるので、国ごとの風土や国民性にあった独自の学習カリキュラムを開発していく必要があるものと思われる。

6. 新潟大学農学部における研究授業

新潟大学農学部藤村忍准教授と共同で、学生が「自ら考える力」を身につけられるよう「学習者中心の教授法」とTRIZ教育を組み合わせたカリキュラムを作成し、以下の研究授業を行った。

(1) 日時、参加者

- 第1回 2007年6月8日 14:00~16:00
参加者：大学院生
- 第2回 2007年12月12日 15:30~17:00
参加者：大学院生、地域住民
- 第3回 2008年2月6日 14:40~16:10
参加者：学部1年生

(2) テーマ「肉のおいしさについて考える」

(3) 授業方針

- ① 学生にはまずテーマを提示し、そのテーマについて適宜問いかけをし、まず学生自らが考え、その後グループで討議するようにする。
- ② 知識の伝達は講義の最後に行う。
- ③ ①と②の時間配分の比率は約8：2程度
- ④ グループ討議はまず2人ずつペアで話し合いをすることから始める。
- ⑤ 自ら感じ考える力を育成するため、発明原理等は実習に関連するもののみを実習後教える。

(4) 授業構成

- ・ 感性トレーニング
- ・ 食感の評語の自由作文
- ・ 問題演習
- ・ 食感の仮定義
- ・ 試食
- ・ アンケート記入
- ・ 現行技術の解説
- ・ TRIZの原理の学習
- ・ 従来技術の改善案の検討

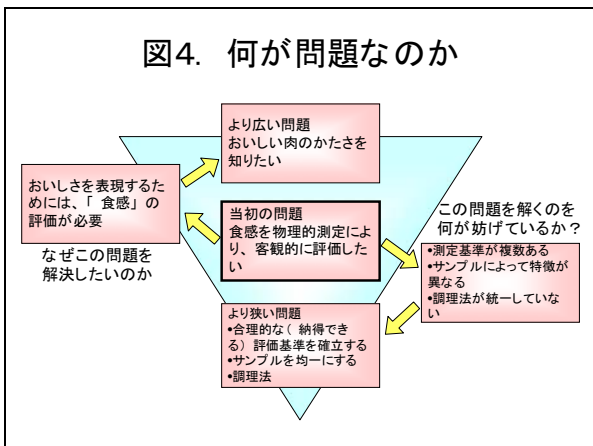
(5) 現行の技術課題

- ・ JIS等により、食感の物理的測定法の一応の定義はあるが、実際の官能評価の結果と乖離するケースが多く、問題となっていた。
- ・ 調理法試食時のサンプルの状態、評価者の選定によるバラツキが大きい。
- ・ 同じランクの和牛でも、産地、生産者、団体、部位によりバラツキが大きく、比較が困難である。
- ・ 「食感」「おいしさ」の定義、評語も、通説となるべき確立されたものはできていない。
- ・ 「感性工学」においても、十分な検討はなされていない。

(6) アイデアの自由発想

- ① 「肉のおいしさ」評語の自由発想
従来「うま味」、「ジューシー」等だけで評価していたが、これらのほかに酸味、苦味等の新しい評語も多数提案された。
- ② 肉の固さの測定方法の自由発想
従来の測定法の他に、「肉のはじける音」「曲がり角度」「曲げた後の戻り角度」等の新しい測定法の提案があった。

(7) TRIZを利用した技術課題の解決



今回の研究授業の当初の問題は「肉の固さをいかにして測定するか」であった。しかし、この問題に入る前に、図4に示すとおり、より広い問題である「そもそも肉のおいしさとは何か」というところから検討を行った。

研究授業の準備段階で、図5のとおり、まず、矛盾マトリックスを使用し、関連する発明原理の洗い出しを行った。マトリックスを使用するにあたっては、劣化特性と改善特性の組み合わせが複数考えられるので、これらをすべて組み合わせた上で、出てきた発明原理を頻度順に並べ替えた。頻度順にソートされた発明原理について関連する事例を「TRIZ 実践と効用(1)体系的技術革新」(Darrell Mann 著 中川徹 監訳、2004年)で調べ、技術課題への発明原理の適用または援用を検討した。その結果、17個の発明原理から、食感評価システムへの改善提案が12件想起された。

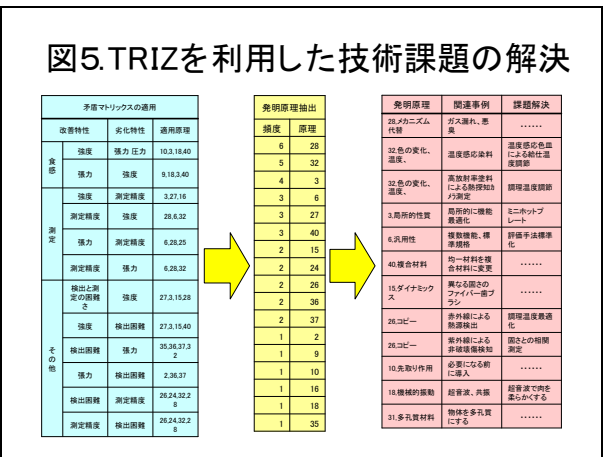
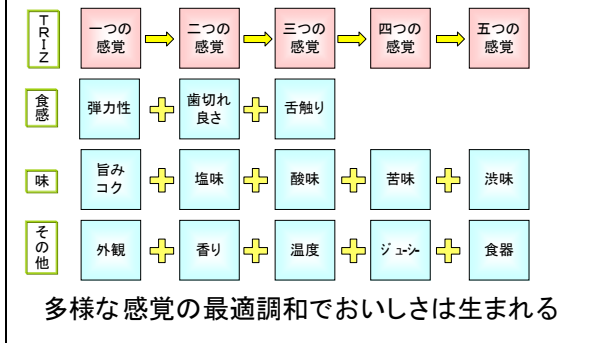


図6は肉のおいしさに関する技術進化のトレンドを示す。多くの感覚を使えば使うほど、より複雑な味が表現できる。おいしさには食感や味以外に色や香り等様々な感覚があり、各感覚毎にさらに要素となる感覚が広がっている。食感については、「弾力性」と「歯切れ」という一見矛盾する要素がおりなすハーモニーが「おいしい」食感を生み出している。これに類似する例としては、和食の麺類の「こし」がある。これは、麺の「柔らかさ」の中にある「こし（歯切れにくさ）」が逆に麺のおいしい食感を作り出している。フランスパンなども、表面の「パリパリ感」、中の「柔らかさ」、噛み切るときの最後の「こし」がおいしい食感の要素となっている。

図6. 技術の進化のトレンド／肉のおいしさ



今回の授業の食感の評語の自由発想からも肉のおいしさについて、「酸味」や「苦味」が新たに想起された。これらの新しい評語は、その後食肉のおいしさの研究の際に評価項目として追加された。

(8) 研究授業の改善

上記の検討結果を踏まえ、以下のとおり研究授業の改善を実施した。

第1回研究授業

【反省点】調理後冷めて香りがなくなってから試食したため、国産交雑牛の方が和牛より高い評価となった。

第2回研究授業

【改善点】小型のホットプレートを複数用意。国産牛>国産交雑種>輸入牛の評価になる。

【反省点】同じ和牛でも、部位によって、脂身の比率がばらつき、食感評価がぶれる。

第3回研究授業

【改善点】複数種のソーセージで実験評価の信頼性高まる。固さの物理的測定法の検討が可能となる。

(9) 補足説明

① 資料の準備

グループ討議に十分時間が割けるように、知識として伝えたいことはあらかじめパワーポイントで数十枚の資料を作成しておき、簡単な説明さえあれば詳細は後で自分でわかるようにした。

② ペアによる討議

グループ討議については、これまで討議に参加できないメンバーが数人残ってしまうケースがよくあったが、2人ペアにすることで一人残らず全員が自分の意見を述べる事ができた。自分の考えを人に話すことで、気づきが得られたとの感想もあった。

7. 考察

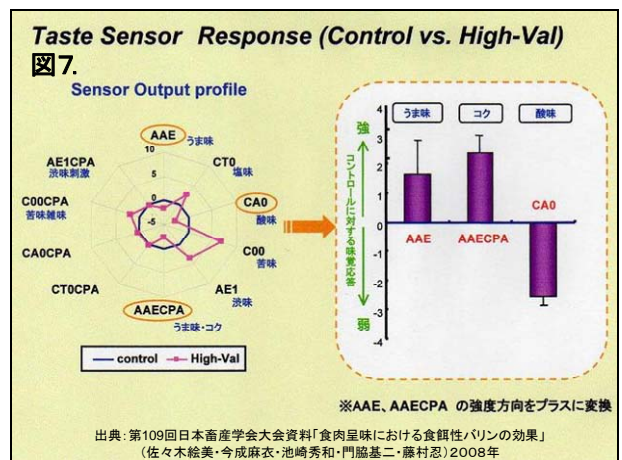
(1) 専門知識と自由発想

この研究授業では、課題解決のための自由発想を行った。第1回と第2回はフードサイエンスについて専門知識のある大学院生を対象とし、第3回目は、専門知識がまったくない学部の1年生を対象とした。第1回から第3回までを通して、感性トレーニングを交えながら行ったためか新しいアイデア、評語が多数想起された。特に第3回目は専門知識のない学部学生であり、従来技術からはまったく思いつかないような斬新なアイデアが多数出された。例えば、肉の固さの測定においては、従来の測定法の他に、「音」「ソーセージの曲がり角度」「曲げた後の戻り角度」等も提案された。

(2) 後続研究

第109回日本畜産学会において、「食肉呈味における食餌性バリンの効果」(佐々木絵美・今成麻衣・池崎秀和・門脇基二・藤村忍)について研究発表がなされた。これまで食肉の「うま味」を測定する際には、「うま味」だけで測定するのが通例であったが、この研究においては、前述の研究授業の成果を踏まえ、「うま味」のほか、「塩味」「酸味」「苦味・雑味」「渋味刺激」についても測定した。

その結果、高 Val 飼料の給与は、食肉呈味に「うま味・コクが強く、酸味が弱い」という特徴を与え、総合的に食味が向上することが明らかとなった。



(3) 形式知表出ツールとしてのTRIZ

これまで、TRIZは、技術課題の解決にヒン

トを与えることが、その主たる機能と考えられていたが、今回の作業を通してもう一つの機能があることが分かった。今回出された様々なアイデアや改善提案は、TRIZの発明原理により直接生まれたものもあるが、その一方でTRIZを使うことなく直感により解決案を想起し、TRIZの各技法はそれを表現するためのツールとして用いたケースも多かった。

前述の6段階からわかるとおり、暗黙知ですでにつかんでいるものを形式知に表出するプロセス(Step 4)があるが、この作業は通常多大な努力を要する。仮に形式知に表現できたとしても当初の表現はきわめて稚拙なものであるが、関連するTRIZの技法に乗せることで事案が整理され、第三者への伝達も可能となる。これにより改善案を想起するケースもあった。

(4) 究極の理想解

現在、世界規模での人口増加、地球温暖化に伴う、農作物のBDF化(穀類の燃料化)が進む中、大量の穀物を消費する肉食そのものが問題視されてきている。人類にとっての究極のおいしさの一つは食肉であるが、これは、健康上の理由からも大きな問題をはらんでいる。これをTRIZの究極の理想解の考え方を使えばどうなるであろうか。

日本の寺院の精進料理においては、大豆や麦を食肉の食感に近づけるために、様々な努力が積み重ねられている。もし、今回の研究がさらに進展し、食肉のおいしさが科学的に解明され、それによって和牛のようなうまみと食感をもつ大豆等加工食品が開発されれば、食糧問題と健康問題の解決に貢献することが期待される。

(5) TRIZと経験主義～歴史は繰り返す～

近年、最先端の科学技術でもなし得ない技術革新が熟練技能によってもたらされている例¹²⁾は多い。

西欧の17世紀科学革命は、中世の知識人が文書偏重から経験重視に移行することによりもたらされた¹³⁾が、現代においては、職人や技能者が科学技術の分野に踏み込むことにより、同じような状況が起きているのではないだろうか。

以下は、「一六世紀文化革命2」(山本義隆、2007年)からの抜粋である。

「科学と技術の関係は、一九世紀以降には科学の成果を技術的に応用するという形が通常である

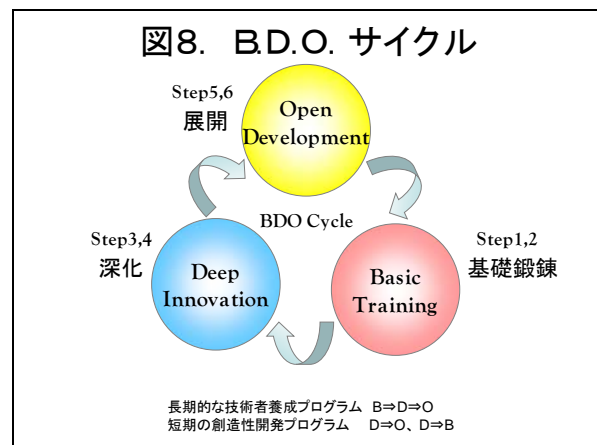
が、一七世紀にはむしろ科学が技術を学ぶ、ないし先行する技術を科学研究に用いるという形でおこなわれたのである。それは一六世紀に職人や技術者からなされた提起を一七世紀の先進的な知識人たちが受け止めたことに始まる。」

21世紀においても、TRIZが、経験主義的な技術者養成システムとスパイラルな関係を構築できれば、17世紀の科学革命のときのように形式知と暗黙知の適正なバランスが回復され、TRIZのさらなる発展が可能になるのではないだろうか。

(6) B. D. O. サイクル

図8は、前述の6段階の知の創造サイクルの各工程を基礎鍛錬(Basic Training)と深化(Deep Innovation)と展開(Open Development)の3つのステップに単純化したものである。

長期的な人材養成プログラムの場合、このB→D→Oの順に回していくことが望ましいと考えられるが、今回は1回数時間で完結せざるを得ない短期の学習カリキュラムであったので、はじめから深化から展開へと進むように構成した。展開が深化や基礎鍛錬の後に来た方が、創造性開発、人材育成の観点からは、効果的と思われる。



8. まとめ

- ・ 食感の測定のような人間的な要素が多いフードサイエンスの分野においても、TRIZの発明原理、矛盾マトリックス等の技法が有効であることがわかった。
- ・ 学校教育の分野では、実験、演習、体験学習等の後、それに関連するTRIZの原理を教えると、効果的であった。
- ・ 特定課題の自由発想においては、専門知識のない学

部の1年生の方が専門知識のある大学院生よりも、従来技術にとらわれない斬新な発想が得られた。

9. 謝辞

本報告は、文部科学省科学研究費補助金を受けて行った研究成果の一部である。学習者中心の教授法については、加藤かおり氏にご助言いただいた。TRIZについては、富樫伸行氏にご助言いただいた。この場を借りてお礼を申し上げる。

(原稿提出日 2008年7月28日)

注・参考文献

-
- 1 拙稿「欧米型発明創造技法と日本の伝統的創造技法との比較」第5回日本知財学会予稿集(2007年)
 - 2 拙稿「学校教育等における発明創造技法の活用」第5回日本知財学会予稿集(2007年)
 - 3 Darrell Mann 著 中川徹監訳「TRIZ 実践と効用(1)体系的技術革新」(創造開発イニシアチブ、2004年)
 - 4 藤原綾三「守破離の思想」(ベースボールマガジン社、1993年)
 - 5 島田輝子「日本人の職業倫理」(有斐閣、1990年)
 - 6 日本取締役協会編著「江戸に学ぶ企業倫理～日本におけるCSRの源流～」(生産性出版、2006年)
 - 7 風見明「『技』と日本人」(工業調査会、1995年)
 - 8 寺田盛紀「近代ドイツ職業教育制度史研究—デュアルシステムの社会的・教育史的構造—」(風間書房、1996年)
 - 9 岡野雅行「『町工場の雄』『未来の読み方』語る」(Innovation One インタビュー記事、2005年)、
岡野雅行「あえて変わり者になれ」(NB online インタビュー記事、2007年)
 - 10 村川英一「熟練技能の継承と科学技術」(大阪大学出版会、2002年) 41頁図24、図25参照
 - 11 西之園晴夫・宮寺晃夫編著「教育の方法と技術」(ミネルノ書房、2004年)
 - 12 拙稿「新潟県における熟練技術の育成法についての研究」第6回日本知財学会予稿集(2008年)
 - 13 山本義隆「一六世紀文化革命2」(みすず書房2007年) 686頁