| | 知的財産創造フェーズの理論(等価変換理論)

等価変換理論へのご招待[最終回]

4回目執筆責任者

等価変換創造学会 技術士(経営工学部門) 春山 丈夫

本連載では、異分野の事象や存在の基本構造に等価性を見出して、着目分野での問題解決に活用する 体系的で実践的な理論である「等価変換理論」を紹介します。今回は最終回です。

第1回:創造理論の系譜、等価変換理論が出来た経緯、等価変換理論の概要(1号掲載)

第2回:等価方程式とフローチャート (2号掲載)

第3回:フローチャートによる発明・開発事例の紹介(3号掲載)

第4回:創造工学技術論による技術・技能の伝承

本連載を通じて、IP 技能士の皆さんが知的財産創造のフェーズに必要な知識を体系的に学んでいただくことを期待します。

『IPマネジメントレビュー』4号には、「等価変換第1理論、等価変換第2理論、等価変換言語処理法」を掲載する予定であった。しかし、連載の締めくくりとしては、創造工学技術論の観点から具体的な実践事例をお示しすることが良いと考え、予定を変更して、より広い視点から技術・技能の伝承事例を選んで紹介することとした。

本稿は、日本生産管理学会・第28回全国大会講演論文集(2008年9月13日・於:大阪工業大学)で発表したものに、本連載のために加筆したものである。

要約

変化の激しい時代に「技術・技能の伝承」が 叫ばれて久しい。伝承すべきものとは何か。出発 系(原点)に立ち返って見直してみることが必要 ではなかろうか。

長年の体験事例を出発系として、生産管理に

おける IE・QC・VE など方法論の適用に「創造 工学技術論」の視点を加えて考えていきたい[1]。

創造工学技術論は、技術発達論と技術構造論 を骨子として枝分かれしたところに、技術・技 能の伝承に役立つ多くの経験則が潜んでいる。

ささやかな体験事例であっても「ものづくりの知恵」というのは長年月生き続けている。中でも若者時代に体で覚えた技術・技能は貴重である。時代の変遷、企業環境の変化に対応する、新製品の開発、生産方式の設定にどれほど役に立ったことか。

これらの創造的手法による吟味・考察を行いたいと思う。

1. 創造工学技術論

創造工学技術論は道具の発明からオートメーションに至る「技術発達論」と、I (入力系)·T (変換系)·O (出力系)·C (制御系) で構成される「技

16 | IPマネジメントレビュー 4号

術構造論」を骨子として、ここから枝分かれしたところに「ものづくりの知恵」と言うべき、以下のような多くの経験則がある「2〕。

- *最適規模のもとに最適方式あり
- *往復運動系は回転運動系に移行する
- *摺動方式はタッチレス方式に移行する
- *バッチ方式は連続方式に移行する
- *中間系(形)は捨てがたい特徴がなければ二極分化をたどる
- *制御は電気または光を使うのが進歩の方向である
- *最終到達系の理論

経験則は「技術・技能の伝承」を考えるとき、「ヒントからアイデアへ」の発想とか、「開発シーズと市場ニーズ」の解析に役立っている。いくつかの体験事例に潜む「伝承」すべき技術・技能を掘り起こしてみたい。

1) 先人の教えと働く哲学

「経験則」は、時代の変遷と企業環境の変化に対応すべきものである。「安全(健康)第一」「整理整頓」「能率向上」「創意工夫」などの標語一つにも、古今を通じて「伝承」すべき「先人の教え」や「働く哲学」があると知る。生産管理の方法論は経験法則の体系であり、創造工学技術論また然りである。

- *安全(健康)第一:ものづくり人生の「働く 哲学」、日常、如何に実現するか。
- *整理整頓:ムリ・ムダ・ムラの排除、IT 時 代では情報の選択と集中。
- *能率向上:PDCA・ITOC など創造的手法、 ニーズ・シーズの観点から。
- *創意工夫:ヒントからアイデアへ、本稿では 体験事例を主として論述したい。

さて、体験事例の最初に挙げるべきは、現今の「ものあまり」時代とは異なる、困苦欠乏に耐え、ゼロからの出発の戦中・戦後の体験であ

ろう。わけても学業の途次での学徒勤労動員体験は私のものづくりの原点と言えよう [3]。

2. 戦時学徒勤労動員体験 ものづくりの原点

戦時中の中学生時代、農事奉仕の稲刈りで鎌や脱穀機の使い方を覚え、砲兵工廠で弾磨きや木箱梱包の鋸引き・釘打ち作業、夏休みは海軍工廠で機銃弾組立のベルトコンベア作業に従事した。風雲急を告げる昭和19年は通年動員となり、艦上攻撃機「天山」外翼の「リベット打ち作業」を1年余も体験した。

およそ5 m長の鉄骨組立治具に主桁を水平に保持し、リブを立て、機体の骨組をつくる。その外翼骨組にジュラルミン製の外板を張る。外板には予めリベット孔が格子状にたくさん開けられており、精密に孔位置を合わせ、リブにドリル孔を開け、3~5ミリ径のリベットを挿入してカシメ作業を連続的に行う。リベットは

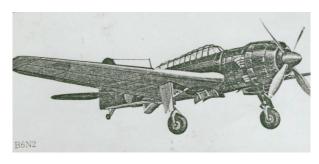


図1「ものづくり」の原点 艦上攻撃機「天山」

「沈頭鋲」と呼ばれ、飛行中の空気抵抗をなく すため、鋲頭が翼表面に出ないように平滑化し た当時の画期的なハイテク設計であった。

この「生産方式」は、戦後の自動車産業に広く普及した。航空機産業系の「機体」から自動車産業系の「車体」へ、「リベット打ち」から「シーム溶接」へと等価変換展開をしているのである[4]。「バッチ方式は連続方式へと移行する」のである。

1) 摺動方式はタッチレス方式へ移行する

「リベット打ち作業」には体で覚えた様々なノウハウがある。2人1組のリベット打ち作業である。一人がニューマチック・ハンマー側(コッター・雄型)、もう一人が「当て盤」側(雌型)で2人の呼吸がぴったり合わぬと上手くいかない。外板で遮られて顔が見えないから音で合図する。

「ビッ!」:ハンマー側は、沈頭鋲にコッターを軽く当て、リベットと外板・リブとを馴染ませる。同時に当て盤側はカシメ部分を当て盤ガイドに挿入し、鋲―板間を密着する。ここは1箇所の不良も許さない「カシメ具合」の重要ポイントとなる技能である。「ビッビビー!」:続いて本番カシメに即応する。

この「ビッ!」「ビッビビー!」のカシメ音が1日中続く。耳をつんざくコンプレッサーの轟音の中で、1本1本のカシメ具合が聞き分けられたら一人前である。厳格な検査に一喜一憂しながらも、中学生だけの班編制で「一機でも多く一発でも多く」の増産命令に応えていた。指導員は次々に応召された。やがて下級生が外翼組立ラインに配属され治具・工具の取り扱い要領を会得させる。機械工場に通ってコッターや当て盤の製作に励んだ。

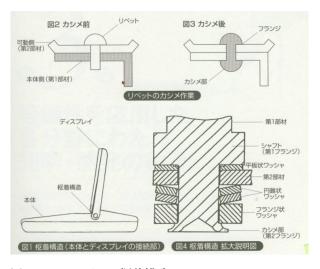


図2 ディスプレイ枢着構造

何よりも治具・工具の出来・不出来が品質を 左右すると知った。ドリルチャックの芯出し・ ドリル研ぎ・ヤスリ掛け・板金仕事・熱処理・ コンプレッサーの圧力調整等々とやってのけ、 工場長から熟練工並みと評価されたのである。

この体で覚えた「カシメ技術」のノウハウは「摺動方式からタッチレス方式へ」であり、材料・治具・工具の摩擦部分の技能がヒントとなって蓄積された[5]。

2) リベット打ち作業からディスプレイ枢着構造 の発想へ

ワープロ・ノートパソコンなどのディスプレイ(パネル)と本体との接合部分を「枢着構造」と呼ぶ。 如何にして棒状の細長く狭い空間に枢着構造 を組み込むか? パネル角度保持の固定性とパネル開閉の可動性(円滑性)とをどの様にして 両立させるか? しかも長期寿命とコストダウンが求められていた。

この問題解決は「カシメ技術」のノウハウにあった。本体の固定軸にカシメ部を設け、可動部のパネルとの間に各種ワッシャーを挟持して固定性と可動性とを両立させる構造にしたのである。ものを言ったのは「カシメ具合」である。リベット打ちと同様に、「ビッ」:挟持する各種ワッシャーを馴染ませる、「ビッビビー」:本番カシメと続く「カシメ技能」の効用である。10万回の開閉テストに合格し、ヒット商品となり、実に50年後には特許取得ができた[6]。「ものづくりの知恵は長年月生き続けている」のである。

3. 国産テレビ第1号 偏向コイル巻戦機の開発 戦後、動員先から浜松高工(現静岡大学工学部) に復学。教科書もノートも配給のハングリーな教 室ながら、空襲の爆音から解放され勉学できる安 心感で講義の一語一語が頭に滲みた。食糧確保 のためにせっせとアルバイト。プレス仕事では金型のセット要領を教えられ、廃材処理では火花の識別法を知った。賠償機械の仕様書づくりに応募して疎開工場に遠征した。当時、日本に数台しかない最新鋭機が多く、我が国の機械技術が持ち去られてしまう無念さがあった。しかし、仕様書づくりによって工作機械を学ぶ絶好のチャンスであった。

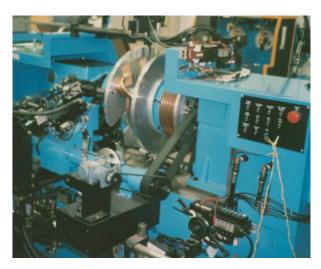


図3 偏向コイル巻線機

早川電機(現シャープ)に入社。国産テレビの研究開発が待ち受けていた。「イの字」の高柳健次郎教授の門下生、笹尾研究部長の指導のもとでテレビ部品の試作・実験、「テレビを作る機械」の取組みが早速開始された[7]。

1) アナログルートとデジタルルート

最初に手掛けたのが「スピーカー用自動糊付機」である。スピーカーは紙と金属の接着で作られる。スピーカーフレームとコーン紙の接着は「糊つぼ」から接着剤を運んで「筆ぬり」をしていた。この手作業を機械化できないか?

*アナログ(定性的)ルートの思考過程:

糊つぼ・筆ブラシ→ローラーで接着剤を運ぶ →ロータリーキャリアの発想 *デジタル (定量的) ルートの思考過程:

スピーカーフレーム→上向き→横向き回転→ 下向き・ディッピングの実験

両ルートを組み合わせて自動糊付機が完成した。ヒントになったのは歯磨きチューブである。この先にローラーを取り付けたらどうだろう?このアイデアは学生実習での「印刷紙ローラー送り」からきている。接着剤は日常生活で親しみ深いものであるが、このテーマで、熱硬化性樹脂・熱可塑性樹脂のあることを知った。接着剤メーカーと連携して各種の試作・実験を繰り返した。

予め糊付けをしておき、溶剤で熱圧着する工程を生産ラインに組み込んだ。この思考過程は「デジタルルート」と呼び、研究所のモデルとなる「8」。

次の着手が「偏向コイル巻線機」の開発である。当社では鉱石ラジオ時代から、トランス・コイル・シャーシ・キャビネットなどの製造設備を揃えておりテレビ時代に対応できた。厄介だったのがブラウン管のネック部に装着される偏向コイルである。鞍型の複雑な形状をしており、1コ2コの試作は出来ても品質レベルは一定せず、画像は歪む。

作り方が全く解らず、どのテレビ関係文献を調べても載っていなかった。

笹尾先輩は「技術者は1日に100頁の技術文献を読め」との高柳教授の教えを実行されていた。

ある日、米技術雑誌の1行の文章「コサイン巻き」からアイデアが閃いたという。学生時代の「ニポー円板」の実験がヒントとなって、二対の円板に、コッペパン型の巻線ガイドを組み込んだ巻枠モデル(アナログルート)を部下に示された。連日連夜の試作・実験を続け、まん丸い画像が得られた(デジタルルート)ときの創造の喜びは永く忘れられない「9]。

2) 量産試作から標準化手法へ

せっかくの偏向コイル巻線機の試作成功も、翌日からは量産体制づくりが待ち受けていた。 初期の量産試作は、日産50コ作るためにスペアを入れて3台の巻線機が必要で、3台とも一定の品質とスピードアップが得られるかどうかである。

巻枠モデルの試作機は、ヤスリ掛けと研磨を繰り返してようやくできた苦心の作だけに、金型や治具・機械の同一性能が危ぶまれた。ヒントになったのは学徒動員の「リベット打ち作業」で体得した「標準化手法」である。つまり、基準品を選定する、基準面を揃える、巻線張力の許容範囲を設定するなどの対策であった。こうして月々倍増のテレビ需要に応えたのである「10」。

4. 最適規模のもとに最適方式あり

「技術発達論」によると、技術発達の要因は 方式(システム)と規模(能力)の根本矛盾で あり、すべての方式に「最適規模範囲」が存在 するとしている。したがって、その規模・能力 の範囲を超えると必然的に新しい方式の出現が 要請される。多くの体験事例について適用でき る経験則ではなかろうか「11」。

1) テレビ組立エンドレスコンベア

組立工場のレイアウト原則は、一方通行の流れにして逆流の「復動ロス」を避けることである。日産数の少ない「手送り」の量産試作の間はよいが、生産数が倍増するにつれて、カラ台車などの逆流が目立ちはじめた。ライン間の往来も増えてくる。部品搬送は立体コンベアにして物流の交差を無くした。

そこで「エンドレスコンベア」(特許名:循環移動式作業台装置)を開発して、日産数の増減に対応できた。さらに生産規模増大の時点で

コンベアの復列化をはかった展開となったのである [12]。「最適規模のもとに最適方式あり」である。

2) 台車コンベアシステム

1970年代前半、複写機の組立ラインは従来のスチールスラット・コンベアから「供給兼組立台車」に変更した。部品点数は1000コを越え1台の重量は80~100kg、移載の作業性が悪く、新しい組立システムの出現が望まれた。

着眼したのは「配膳方式」と呼ばれる部品供給用台車である。台車を回転自在のフリーフロー式にして作業域をひろげ、作業面高は製品機種によって可変にするなどの組立性を向上させた。

ここにひとつの工夫があった。最初に包装 パッケージをセットしておき、その空間を利用 して、1 台分の組立部品を全部収容してしまう アイデアである。

1 台分の部品収容方法は、QC サークルの絶好の改善テーマとなった。機種ごとに異なる部品形状や組立順序を見事に捉えて、各チームそれぞれ成果を競い合った。入賞チームには数々の傑作が生まれた。さらに協力会社との連携で、荷姿や「通い箱」の標準化が達成され、流通システムが確立したのである。

技術論で言えば経験則の適用である[13]。「バッチ方式は連続方式に移行する」のである。

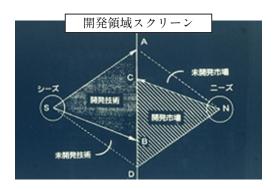


図4 ニーズ・シーズ カップリング図

5. 開発シーズと市場ニーズの対応

1950年代後半の当社は、テレビの研究開発に集中・特化したため電化製品の市場ニーズの対応が手薄であった。如何にして特徴のある洗濯機を上市するか。特許公報がうず高く積まれた中での開発着手で、何を考えても「コレ」というアイデアは他社特許が先行していた。こうなると何もかも洗濯機に見えてくる。「洗う」という会話に聞き耳をたて、新聞の「洗」の字が眼に飛び込む。

ある日、水流実験中にホースを踏んだら水が止まった。当たり前の話であるがこれがヒントとなって「1本のホースの洗濯機」が生まれた。当時、他社の洗濯機は何れも「排水」と「すすぎ」の2本のホースであった。これを1本にすればコストダウンになろう、そのためには安価な排水弁の開発が必要となる。自転車用チューブを採用し、「1本のホース」をPRする特徴商品となった。

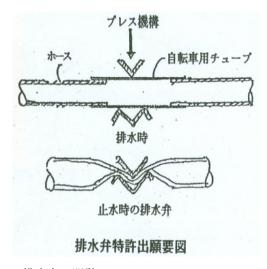


図5 排水弁の開発

1) 往復運動系は回転運動へ移行する

鋸の「手ノコ」は「復動ロス」を無くして「丸 ノコ」へ、さらに「帯ノコ」へと移行するのは その好例である。前述の「エンドレスコンベア」 も復動ロスを無くす発想から一方通行のレイア ウトになった「14」。 2) 洗濯機排水弁からロータリーポンプの発想 排水弁に採用の自転車用チューブを順次しご いたら中の水は移動する。弁の先をローラーに したらポンプにならないか? というヒントから 「ロータリーポンプ」を発想した。これを逆転す れば給水ポンプになるというアイデアである。

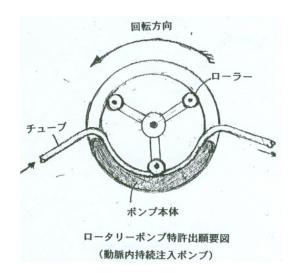


図6 ロータリーポンプ

往復運動系の排水弁が回転運動系の給・排 水ポンプへ等価変換した発想で特許出願して おいた。

意外な分野に市場ニーズがあった。医療機器の点滴とか、制ガン剤などを投与する「動脈内持続注入ポンプ」に商品化され現在も小型化が続いている。

3) 中間系 (形) は捨てがたい特徴がなければ 二極分化する

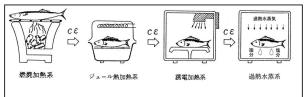
1960年代前半は、白黒テレビの需要が一巡してカラーテレビ時代までの間、いわゆる「三種の神器」ブームに続く、厨房機器分野の新しい市場に登場したのが「電気魚焼器」である。

七輪(カンテキ)でサンマを焼くと台所に煙が 充満して困る。「煙の出ない魚焼器」は作れないか? という問題提起が「ヒット商品」を生んだ。戦後、 電化製品の普及で「台所革命」がおこり住宅環境も厨房機器も様変りした。最近では、調理機器事業部→健康環境事業部に名称変更する程である。

在職中は電子レンジまで手掛けけたが、ホームグランドでは、その< cε >を受け継いで、過熱水蒸気オーブン「ヘルシオ」が登場した。 因みにヘルシオの名付けは、健康食品「減る塩」 からきているという。

七輪の炭火→(やぐら炬燵)→電気魚焼器→

電子レンジ→過熱水蒸気オーブン



燃焼加熱系→ジュール熱加熱系

→誘電加熱系→過熱水蒸気系

図7 魚焼き調理の等価変換展開

以後の新展開を中間系(形)と考えると、家庭用と業務用の二極分化も見られるが、ここでは、エネルギー源が異なる系に等価変換して新しい市場ニーズを開拓している中間系商品と考えたい。

これが等価変換展開の発想である。

多年に渡って引き継がれてきた、これらの発展過程は、つねに最適規模・最適方式を求めて 等価変換展開を遂げていると知るのである。

すなわち、現今の省エネ・健康食品志向の環境変化に対応し、エネルギー源を次々と変革して開発シーズと市場ニーズの一致を図っているのである。

現役時代に私が手掛けたのは、魚焼器の開発 から電子レンジまでであった。研究開発は試行 錯誤と失敗の連続と云われる。失敗の教訓が活 きて環境変化や偶然に助けられたこともまた何 度か。当社の次世代は「研究開発の技術技能の 伝承」が盛んに続いていると知り、誠に喜ばし い次第である「15」。

6. 最終到達系を目指して

最終到達系とは、ひとつの方式・原理をもつ 技術体系が究極行き着く姿を構想し、これ以上 の開発努力は意味をなさない理想の目標として いる。

IT 時代、ロボット化の時代を迎えて、FA (ファクトリオートメーション)をはじめ、より効率的な生産システムの構築は開発無限を思わせるものがある。しかしながら、FA の「目標と範囲」を限定して考えれば、最終到達系に近づきつつあるものも少なくない。反面、ペーパーレスとか、ロボット化によって、手作業の担当範囲が少なくなり、技術・技能の伝承に事欠くことも想定される。

1)液晶電卓ディスプレイ製造法

液晶電卓の開発当時、液晶空間の微小間隙は10ミクロン、画面の大きさはせいぜい6インチが限度と云われていた。それから35年後の現今、ガラス板間の微小間隙は4ミクロン、液晶画面は100インチを越える大きさになり、開発無限を思わせる。ガラス原板を運ぶには、もはや陸上輸送では限界を超えており、海上輸送に頼らざるを得ない。そのため、港湾施設に隣接して工場展開する時代なのである。

すなわち、1970年代初期の液晶電卓ディスプレイは、2枚のガラス板の10ミクロンほどの間隙に液晶を注入するものであった。この微小間隙を確保するため、雲母を「サイの目切り」したスペーサーを真空ピンセットとルーペを使ってセットする精密手作業がある。この人海戦術作業の自動化が必須のテーマとなった。

自動化に適するスペーサーに粒状のグラスビーズを採用し、接合剤とよくかき混ぜ、適所に接合層を配置するスクリーン印刷の自動化ラインを開発した。ヒントになったのは「芝生の種蒔き」である。種(スペーサー)と砂(接合剤)を良くかき混ぜ、地面(ガラス板)に均等分布する知恵がアイデアとなった。

8 桁電卓から始まった液晶ディスプレイは 100 インチ液晶テレビにまで発展した。当時は 誰しもが想像さえしなかったこと、「伝承」の 賜物である[16]。

2) 電卓無人化組立ラインの開発

シャープが 1964 年に電卓を開発したときの部品点数は 5000 余点を数えたが 20 年後には 1 枚のカード電卓に部品は 10 数点で構成されている。これは、半導体技術·液晶表示素子・太陽電池などの裾野の広い技術革新の成果である。

電卓無人化組立ラインの取り組みは、このような変化対応の連続といえる。商品企画や生産技術のメンバーでプロジェクトチームを編成した。刻々変化する市場ニーズを見通して、電卓の形状・寸法を割り出し、これをたたき台にして組立自動化に適合するように再設計する大仕事であった。

自動化対応設計は「積み重ね方式」に行き着いた。パレット上に、電卓ケース・キーシート・液晶ディスプレイ・太陽電池・ムーブメント・・と順次に積層・位置決めする。CAD / CAM システムを運用した。従来、100 名を要した組立ラインが 5 名の保安要員で運用できた無人化ラインとなった。

テレビの「エンドレスコンベア」のときの、 計画性を持った段階的な取り組み運用の体験が ここでも活かされたわけである。

3) 制御は電気または光を使うのが進歩の方向である

発達過程の中で回転速度切り替え装置のひとつをみても、その制御機構はメカニズム方式より電気回路方式のほうはスピードがはるかに勝れているし、経済効果も大きい。今日、光学系のパターン認識技術が発達して各種センサーが開発され、いわゆる「眼のついたロボット」は対象機器や応用分野に急速な広がりを見せている。これによって知能化が進み、従来は困難視されてきた、検査・調整工程の自動化も着々と実現してきた「17」。

しかしながら、五感に頼る検査などの自動化 には自ずから限界がある。のみならず、人間だ けしかできない仕事は無数にあるはずである。

自動化が進むと、「機械を使う」のでなく「機械に使われている」という錯覚に陥る「愚」を警戒せねばなるまい。機械が高度になればなるほど、技術・技能の伝承はより高度なものへと進化すべきであると考えるものである。

7. 次世代へ技術・技能の伝承を

ものごとは「出発系」と「到達系」と対比し て考えるのが分かりやすい。

人生の到達系に近づきつつある者にとって「温故知新」という言葉はぴったりである。と同時に、次世代に「伝承」すべき言葉ではなかろうか。

本稿初出の日本精算管理学会・第28回全国 大会の統一論題は「技術・技能の伝承」であった。かねがね温めていたテーマだけに心惹かれた。振り返ってみると、その時は見過ごしていた事柄が貴重な体験事例に思えてきて、ここに新しい再発見がある。若者時代に体で覚えたことの大切さを改めて知る。始めて接する新しいことへの問題提起のしかたはどうか? 共通の 問題意識をもつ、問題解決に行き詰まったときには失敗の知恵に学ぶこと。それを乗り越えた喜びを分かち合うチームワーク、人の人との「ふれあい」の大切さ。

本稿を綴るうちに自分自身にも問い掛けていると気付いたのである。

理論と実際の穴を埋めることの難しさはどの 仕事にもある。創造工学技術論は理論通りでは ない例外も多くあろう。この観点から技術・技 能を見直してみる。ヒント探しを試みる。本稿 の体験事例が何らかの参考になれば幸甚である。

8. 『IPマネジメントレビュー』1号から4号 での「等価変換理論へのご招待」を終える にあたって

等価変換理論の創造者である市川亀久彌先生の著「獨創的研究の方法論」は、実に、戦争さなかの終戦1年前に出版されている。その改訂増補版が昭和38年に出版され、大阪科学技術センターの長期講座「企業における創造性開発コース」のテキストになった。以来、連綿と等価変換創造学会会員による学究的活動が続いている。

本連載は、そのエッセンスを紹介したものである。知的財産創造フェーズにおける知的財産 管理技能士の今後の活動を通じて、社会に等価 変換理論が貢献できる範囲が広がることを願う しだいである。

(了)

【執筆者情報】

等価変換創造学会

http://jcdc.jp/

【引用・参考文献】

- [1] 市川亀久彌:「創造工学」, pp.65-100, ラティス刊, 1977
- [2] 春山丈夫:「経営工学体系に組み入れるべき技術論」, 経営工学会誌, Vol.37, No.5B, pp.B8-B9, 1986
- [3] 豊橋中学 47 回文集編集委員会編:「戦闘帽の中学生」, 成工社出版部, 2000
- [4] 春山丈夫:「創造工学技術論の事例研究」, 等価変 換創造学会, 創造科学, No.208, 2008
- [5] 等価変換創造学会編:「図解でわかる等価変換理 論―技術開発に役立つ 70 のポイント―」, 日刊工 業新聞社, pp.42-51, pp.132-139, 2005
- [6] 春山丈夫:「ものづくり人生の原点」, 浜松工業会誌, 佐鳴, No.111, pp.38-40
- [7] 春山丈夫:「OB 短信 シャープ技報と共に」, シャープ技報, No.92, pp.87-89
- [8] 市川亀久彌:「創造性の科学」, 日本放送出版協会, pp.163-204, 1970
- [9] NHK プロジェクト X 制作斑編: 「プロジェクト X 挑 戦者たち-18 勝者たちの羅針盤-執念のテレビ 技術 者魂 30 年の闘い-」, 日本放送出版協会, pp.69-115, 2003
- [10] 春山丈夫:「創造的実践の工業経営」, 等価変換 創造学会刊, No.11, 1994
- [11] 石谷清幹:「工学概論」, コロナ社, pp.175-214, 1972
- [12] 日本機械学会編:「ファクトリオートメーション―組立システムの構築と運用―」, コロナ社, pp.1-21, 1987
- [13] 日本能率協会編:「シャープの技術戦略-開発から生産までの全貌-」, pp.45-85, 1986
- [14] 春山丈夫: 「発想法 等価変換理論」, マネジメントガイド―特集・日本人の創造性―, 産業能率短期大学, 69-1, pp.117-123, 1969
- [15] 春山丈夫: 「IE と IT における変換系の一考察」, 工業経営研究, 工業経営研究学会, pp.102-106, 2000
- [16] 春山丈夫: 「液晶ディスプレイ製造法の開発」,等 価変換創造学会モノグラフ,創造科学, No.60, 1990
- [17] 日本経営工学会編:「経営工学ハンドブックー第23章 創造的手法-」, 丸善, pp.945-969, 1994