開発のヒント

品質工学等の手法を組み合わせて標準機開発

グループワークによる実践を通じて人材が成長

㈱東伸

「品質機能展開」「TRIZ」「品質工学」「デザイン思考」といった手法を取り入れ、エアフリクションシャフト「TAF」、汎用小型リワインダー「MR」、2軸センタードライブスリッター「eS ！」を開発し、標準機のラインアップ拡充を着実に進めている㈱東伸（藤吉英紀社長、岐阜県大垣市野口3-1、TEL.0584-91-9111、https://www.cstoshin.co.jp/）。これらのマシンでは、トレードオフの課題を解消する新機構導入、堅牢で信頼性の高い最適設計の選定、ユーザーの視点に立ったニーズのリサーチなど、ロジカルな手続きを経ることで生まれた成果が強みとなっている。TAF以降、同社の開発分野を牽引する岩田 哲氏と、岩田氏の下で研鑽を積む栗塚隆臣氏に、それらの手法によって得られる具体的なメリットや手法の習得方法、今後の発展の方向性を取材した。（✎的場大祐）

各種手法を導入し「TAF」「MR」「eS！」開発

東伸は、藤吉英紀社長の祖父に当たる佐南一雄氏が、パールアクセサリー加工機メーカーとして1950年に創業。55年にスリッターを手掛け始めた頃から事業の軸足をコンバーティング業界にシフトし、現在はスリッター・リワインダー専門メーカーとして活動している。

「当社の特色の1つとして、長年にわたり、国内外の市場でスリッターの実績を積み上げてきたことがあります。大量の受注を短期間で対応しなくてはいけないケースも少なくなかったことから、必然的に標準機のラインアップの充実が図られてきました。例えば、軟包装向けのベストセラー機である『SNR』シリーズは、約40年前に初号機が生まれましたが、機能・性能のアップデートを重ね、現在も当社の看板製品として市場での存在感を確立しています。一方、オーダーメイドの専用機の要請にも応えており、標準機とカスタムマシンを両輪として、包装材料やエレクトロニクス部材、汎用フィルムから高機能フィルムまで、市場の要求に幅広く対応できることが強みとなっています」と技術部部長の岩田 哲氏。

技術部の
岩田 哲部長

岩田氏は、大手機械メーカーにおいて開発分野などで経験を積み、2007年に東伸に移籍してきた経歴の持ち主。近年における同社の新規開発品である、エアフリクションシャフト「TAF」（14年）、小型リワインダー「MR」（18年）、2軸センタードライブスリッター「eS！」（19年）の開発を主導する中で、従来の同社にはなかったモノ作りの方法論を導入し、成果を挙げてきた。具体的には、「品質工学（タグチメソッド）」「品質機能展開（QFD:Quality Function Deployment）」「TRIZ（トゥリーズ、発明的問題解決理論）」「デザイン思考」といった、市場要求の的確な把握と製品への落とし込みや、トレードオフの関係にある2つの要素を両立させる新しいアイデアの着想などの諸課題に対し、論理的に結論を導き出すことができる各種手法の導入だ。

開発が変わる契機となったTAF

岩田氏によると、2010年頃から、同社スリッターのフリクションシャフトに関するクレームが徐々に増加してきたという。「顧客の扱う材料が多様化し、従来シャフトの張力レンジでは対応が難しくなり、むりやり適用しようとした結果、エア漏れなどの事故につながっていました」。そこで、改良が行われることになったものの、なかなか良い結果が得られない。結局、設計段階からの抜本的な見直しを藤吉社長に訴えた岩田氏が、一からの開発を担当することとなった。

このとき、岩田氏は、前職からコツコツと勉強を継続していきた品質工学をはじめ、品質機能展開、TRIZを駆使し、従来品に比べ格段の高性能化を遂げたフリクションシャフト「TAF」シリーズを完成。「業界最大クラスの張力範囲をカバーしており、特に極低張力でのウェブ搬送が求められる用途には強く推奨できます。また、張力のバラつきの低減、狭幅ウェブへの適用、易メンテナンス性など、従来の当社製品では十分に満足できていなかった市場ニーズへの対応性も向上しました。2014年春に販売を開始して以来、市場からの評価にも手ごたえを感じています」と、言葉の端々からも自信作であることが伝わってくる。

これら3つの手法は、いずれも数十年の歴史があり、産業界での認知度も高い。「オープンにしていない事例が少なくないのかもしれませんが、コンバーティング関連マシンのメーカー

において、これらを実際の製品開発に応用しているという話はほとんど聞いたことがありません。一方、TAF 以降、手法を応用した製品開発に取り組み続けた結果、現在の当社の技術陣は、種々の手法を当たり前に使いこなせるレベルに達しており、製品開発上の特色として打ち出せる段階に入っています」。

品質機能展開で企画、TRIZでアイデア、品質工学で最適化

TAF 開発において、これらの手法はどのように使われたのか。「開発のフェーズにおいて、使用する手法が異なります」と岩田氏。

「まず、品質機能展開では、市場の様々な要求品質を数値化して重要度を明らかにし、優先順位の高い要求事項と、これと関連する技術的事項の関係性を見える化することができます。具体的には、品質機能展開表に必要事項をまとめていく作業となります。下の表はその一部ですが、狭幅ウェブの巻き取りができる、張力範囲が広い、低張力で巻き取れる、紙管ズレがない、エア漏れがないといった要求品質の重要度が高くなっており、これらはまさに TAF の特長になっています。また、競合他社の既存製品との比較も行っており、市場における差別化ポイントを明確に浮き上がらせることにも役立ちます」

次いで、これらの要求品質の実現において技術的な課題にぶつかったときに使うのが TRIZ だ。「巻取コアを確実にチャックし、狭幅ウェブの巻取性能を向上するため、チャック部分に新機構を導入する必要があり、TRIZ の発明原理 No.14『曲面原理』を使用しました。これは、直線や平面的な発想を、回転や立体の視点から捉え直すというもので、既存製品のチェック部で多く採用されているクサビ方式に代わり、回転の動きで動力を伝えるリンク機構を見出すことにつながりました。効

対応関係
◎:5強い対応
○:3対応あり
△:1対応を予想

要求品質展開表

1次(原始データ)	2次(要求項目)	3次(要求品質)	重要度	1mあたりの最大トルク	ピストン径	ピストン個数	ピストン摺動半径	摩擦面表面処理	摩擦相手面表面粗さ	最大空圧	摩擦材摩擦係数	1mあたりの最低トルク	ピストン径	ピストン個数	ピストン摺動半径	摩擦面表面処理	摩擦相手面表面粗さ	制御圧力最低値	摩擦材摩擦係数	摩擦材ロット間μバラツキ	各部接触抵抗	ベアリング嵌合	トルク用エアーのシール性	最低巻取巾	モジュール幅	ツメ形状	ツメ配置	ツメ休止機構	モジュール連結機構	倍力機構〈リンク・テーパ〉	ピストン受圧面積	ツメ個数	リフト量	最大空圧	バネ力バラツキ	各部摺動抵抗	各部摺動抵抗	ピストン受圧面積	エアー系統数	把持方法〈順動・逆動〉	ツメ個数	ツメ鋭角さ	ツメ材質摩擦係数	最大空圧	同期機構の有無	シール摺動抵抗	ピストン摺動抵抗	バネの寿命	把持用エアーのシール性
		1次		巻取張力																				巻取巾						チャック性能																			
		2次		最大トルク								最小トルク								トルクバラツキ				モジュール巾		最小把持個数		把持個数合せ機構		把持力					把持力バラツキ		把持力安定性								同軸度	着脱時応答性		着脱挙動確実性	
巻きたい製品が巻ける	製品巾での巻取ができる	狭巾巻取ができる	5																					◎	◎	△	△			◎																			
	大径巻取ができる	巻取軸がたわまない	3							△																																							
	適正張力で巻ける	広い張力範囲をもつ	5	◎	◎	◎	◎	○	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	△	◎																				◎										
巻きに問題が無い	巻締まりが無い	低い張力で巻取できる	5									◎	◎	◎	◎	○	△	△	◎		○	○																				△	△		○	△			
	巻ズレが無い	紙管がずれ無い	5																							△				◎	○	○	○	○	△	△	△	○	◎	△	△	◎	◎			△			
		硬く巻ける	4	◎	◎	◎	◎	○	△	△	◎																													○		△	△						
		張力が安定している	4					○	○							○	○					△	○																						○				
	巻き硬さがバラつかない	モジュール毎に張力がバラつかない	4																	○	○																								△				
		製品毎に張力がバラつかない	4																									○	○																				
使いやすい	紙管を入れやすい	紙管が引っ掛らない	3																												△	△	○		○	△						△	△			◎	△	○	○
		紙管が位置決めしやすい	3																												△	△	○													◎	△	○	○
	製品を取出しやすい	製品取出しに力が要らない	3																																														
長く使える	故障しない	エアー漏れしない	5							○													◎											○					△					○					○
		部品が外れない	4																																														
	経年変化しない	張力の経年変化がない	3					◎	△							◎	△																																
		使用環境の影響を受けない	2																				○																									○	△
		把持力の経年変化がない	3																							△															○	○							○
		清掃の必要が無い	2																							△																							
		異常発熱しない	1																																														
安全に使える	軸に問題無い	軸が折れない	3																																														
	ツメに問題が無い	ツメが外れて飛ばない	3																																														
		ツメに触っても怪我をしない	3																																														
	巻き込まれない	衣服が引っ掛らない	3																																														
		指が巻き込まれない	3																																														
環境を汚さない	摩耗粉を発生さない	摩耗粉を外に出さない	2																																														
	紙粉を出さない	ツメが紙管を削らない	3																																								○								
	金属片を残さない	紙管にツメの金属片を残さない	2																																														
不快にならない	異音がしない	エア漏れの音がしない	5																				◎																										◎
		摩擦の音がしない	3																																														
修理しやすい	修理に出しやすい	修理が安い	1																																														
		修理が早い	1																																														
	自前で修理出来る	部品が安い	1																																														
		部品が直ぐ手に入る	2																																														
		不具合箇所がわかりやすい	3																																														
		入替方法が簡単	1																																														
		修理方法が簡単	1																																														
導入しやすい	安い	モジュールが安い	1																																														
		巻取軸が安い	1																																														

【品質機能展開表の作成の流れ】

①顧客のデータを原始データとして把握
②原始データを分析して具体的な要求品質に変換
③要求品質をグルーピングして要求品質展開表を作成
④要求品質から品質要素を抽出して品質要素展開表を作成
⑤要求品質・品質要素展開表を二元表（クロス表）の形にして品質表を作成
⑥要求品質に関する情報を整理して企画品質を設定
⑦要求品質重要度を品質要素重要度に変換
⑧重要品質要素を具体化して設計品質を設定

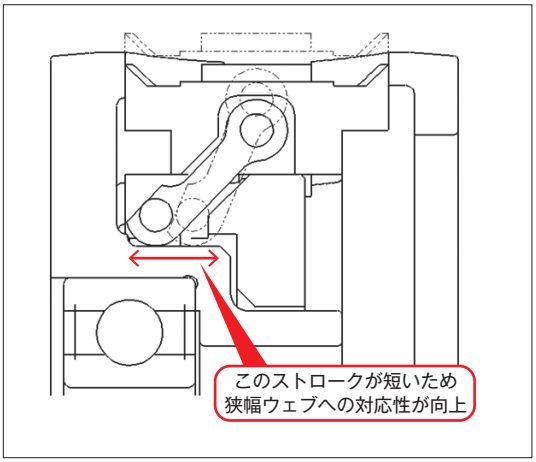
TAF 開発で作成された品質機能展開表の一部

果の１例として、クサビ方式のゴミの噛み込みに対する弱さが克服され、確実なチャック力を生み出すことができます」。

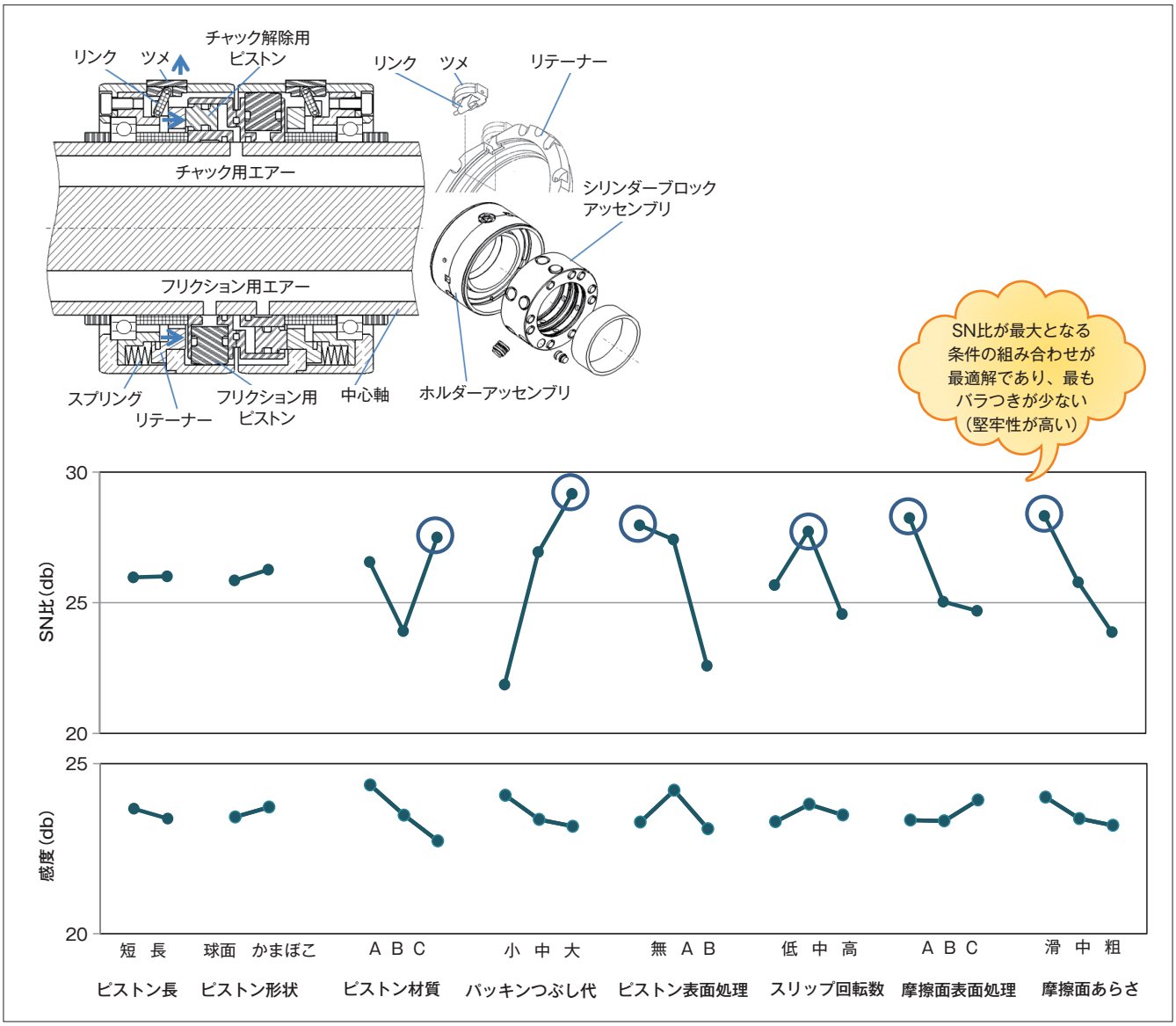
品質工学は設計の最終段階で用いられる。「コスト削減や開発期間短縮化、市場要求にかなう堅牢な設計など、品質工学のメリットは多岐にわたります。端的に言えば、統計的処理により数回～数十回の実験の実施で各種パラメータの最適解を割り出すことができ、想定される多種多様な使用状況における性能・機能のバラつきが最小で、長く安定して使えるマシンの実現につなげられます。これはクレームの低減にもつながります」。

グループワーク等を通じ実践で身につける

岩田氏は、技術者としてのキャリアをスタートしたばかりの時期から新規製品開発に携わってきたが、当初は戸惑うことが多かったという。「勘やコツに頼る部分が非常に大きく、様々



TAF における TRIZ の応用例。TRIZ の発明原理 No.14「曲面原理」を源泉として、回転の動きが従来課題の解消につながるリンク機構を発想



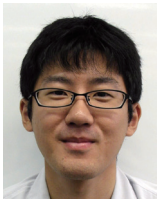
フリクション部の構造（上）と、この部分の SN 比および感度の要因効果図（品質工学「L18 直交表」）

なパラメータをどう設定すれば最適なのかという指針もないので、手探りで仕事を進めるほかありませんでした。広範な可能性に対し、統計的に総当たりの検証を行える品質工学に着目したのは、自然な流れであったと思います」。

TAF の開発において、品質機能展開、TRIZ、品質工学という複数の手法を取り入れた理由については、こう説明する。「技術的なスペックを高めれば製品が売れた時代は、品質工学だけで十分に差別化が図れたかもしれません。しかし、今や、国内・海外を問わず、企業間の技術力の差は小さくなってきています。これにより、企画段階から品質機能展開のような手法を取り入れ、より論理的にモノ作りを進めていく必要性が高まっていると考えます」。

各手法は膨大な内容を含んでいるが、どの程度の勉強期間が必要なのか。「確かに、品質工学でも、田口玄一先生の思想から何からすべてを学ぶのは非常に大変です。しかし、製品開発への応用だけにフォーカスし、エッセンスを抽出して学ぶことは、それほど時間をかけなくても可能です」。

社内での教育はどのように行っているのか。「最初から実践です。開発はクリエイティブな作業であり、頭で考えるだけでは成果に結びつきません。実際に手を動かしたり、ディスカッションを行ったりしていく中で自然と体得していくのが最も効率的だと考えています」。



技術部の栗塚隆臣氏。「MR」開発では中心的役割を担った

数年前から岩田氏の下で開発業務に携わっている技術部の栗塚隆臣氏は、自身の経験を踏まえ、こう感想を述べる。「品質機能展開表の作成など、グループワークを行うことが非常に多いことが、それまで自分が行ってきた業務と大きく異なっていると感じました。最初は、訳も分からずに参加していましたが、慣れてくるにつれて、まず、自分の頭の中には色々なアイデアがあるものの、それらはバラバラの状態でまとまりがないことが分かります。その後、言葉に変換して書き出したり、他のスタッフと意見交換したりすることで整合性が生じ、形になっていくことが理解できるようになります。手法の本質まで理解しているかは別として、有用性に対しては確信が持てますので、手法を使うことに負担を感じることはありませんね」。

小型リワインダー「MR」。巻き直し以外の多様な用途に使えるなどの特長がある

ちなみに、岩田氏によると、手法を身につけるに当たり「出身が文系・理系であるかはあまり関係ないのでは」と述べる。「例えば品質機能展開と TRIZ は、複雑な対象を構造化・単純化して理解するためのツールだと言えます。例えば、米メジャーリーグで活躍する大谷翔平選手が使っていて話題になった『マンダラチャート』と近いものと考えていいと思います」。

標準機開発には必須

2020 年から本格的な市場展開を開始した 2 軸センタードライブスリッター「eS !」。この企画・開発には、多種多様な

豆知識…… 品質工学、品質機能展開、

東伸の開発陣が取り入れている様々な手法のうち、今回の記事では「品質工学」「品質機能展開」「TRIZ」「デザイン思考」を取り上げている。以下にそれぞれの概要を簡潔に記す。いずれの手法も非常に奥深い内容を含んでいるが、関連書籍やウェブサイト、セミナー等が充実しており、これらへのアクセスで詳細情報を容易に入手できる。

品質工学：田口玄一氏（1924～2012年）が発明。大手自動車メーカーをはじめとする多くの国内企業で成果を挙げたほか、米国の自動車産業の発展への貢献が認められていることなどから、海外では「タグチメソッド」の名で知られている。高品質と高生産性を両立するための技術的方法論で、製品の「本来の働き」に対する評価方法として、ユーザーにおいて使用・環境条件はそれぞれ異なるが、その違いからの「影響の受けにくさ」「バラツキにくさ」≒「安定さ」「トラブルの起きにくさ」を重視し、「SN（Signal/Noise）比」といった尺度で表すといった特徴がある。また、直交表という表を用いることで、パラメータの組み合わせの最適解を非常に少ない実験回数で導き出せる。

品質機能展開：日本の製造業から生まれた品質管理技法。要求品質（目的とする品質）と、これの実現

2軸センタードライブ方式の汎用スリッター「eS！」。
「機能性などの使い勝手はもちろん、外観の格好良さにもこだわっています」と岩田氏

製品が身の回りにあふれている現代社会において、顧客に選ばれる製品を生み出すための考え方や行動の指針となるデザイン思考を取り入れた。

「保有技術や引き継いできたこだわりといった自社都合を中心とするモノ作りから、ユーザー目線を基本とするモノ作りへの移行が狙いでした。ユーザーの生産現場におけるオペレーターの動きを観察したり、対話を行ったりすることで、『汎用スリッターに対し真に求められていることは何か』をより深く理解するといった過程を経て、オペレーターの安全かつ合理的な作業性の確保、生産性向上、新素材対応のための高精度化などと共に、あらゆる部分においてシンプルであることを徹底するとのコンセプトを導き出し、これらを達成しています」

モノ作りに役立つとされる手法は世の中にいくつも存在するが、どういった基準で選定しているのだろうか。「インターネットで簡単に情報収集が行えますので、目的に合った手法があれば、まずは実践で試し、自分たちに合う・合わないを確認しています。これまで、品質工学やデザイン思考など４つの手法を取り入れていることを公表していますが、これら以外の検討も進めています。『その手法が本当に役に立つのか』を十分吟味した上

操作パネルにカメラモニターシステムによる監視システムを搭載。付加価値を生まないオペレーターの移動動作の最小化が図れる

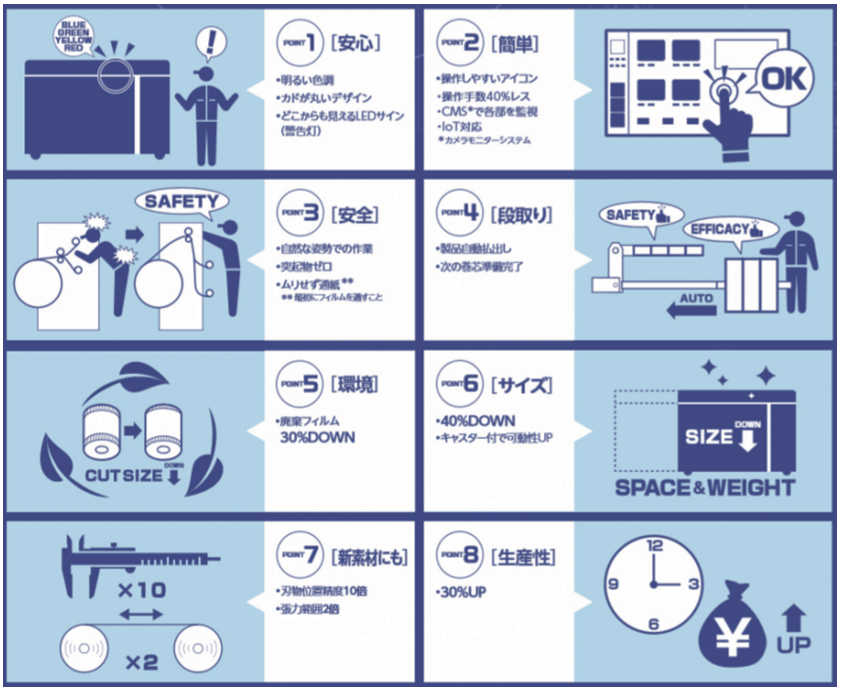
TRIZ、デザイン思考とは？

に必要な技術といった事項（品質要素）を品質機能展開表にまとめ、関係する情報の因果関係を明確にし、各事項の重要度や優先順位などを把握するのに役立つ。

TRIZ：旧ソ連発祥の問題解決理論。革新的技術においては、トレードオフ（矛盾）の関係にある事柄が従来にない新しいアイデアで克服されていることが多く、こうしたアイデアには共通した発想の切り口があることに着目。矛盾した問題を解決に導くための思考プロセスを40の発明原理にまとめている。

デザイン思考：観察や会話などを通じて顧客を深く理解（共感）することから出発して問題解決を図る手法。「共感」「問題定義」「創造」「プロタイプを作る」「テストする」という5つのカテゴリーを意識して進めていく。

東伸がこうした手法を用いて開発した製品の詳細については下記を参照のこと。
フリクションシャフト「TAF」：『実践 ウェブハンドリング』（ウェブハンドリング技術研究会編著・加工技術研究会刊）
小型リワインダー「MR」：『コンバーテック』2018年3月号
2軸センタードライブスリッター「eS！」：『コンバーテック』2020年1月号



eS！の特長。デザイン思考による市場ニーズの把握がベースとなっている

で取り入れるのも大事ですが、『役立つように実践する』ことも大切だと思っています」。

岩田氏は「標準機の開発においては、各種手法の導入・実践はプロジェクトの成否を左右する重要な要素になります」と力説する。「売れる標準機を造るには、市場が求める品質・機能の水準を徹底的にリサーチし、スペックに落とし込む必要があります。想定スペックが市場の要求水準より低ければ誰も振り向いてくれませんし、過剰品質であれば利益を損なうことになります。このため、標準機の設計は非常にシビアな判断が求められますが、個人の開発者に任せた場合、その開発者が培ってきたノウハウや経験則に依拠せざるを得ないため、上手くいくときもありますが、思い至らない点や抜け落ちてしまう部分が出てしまうリスクを排除しきれません。手法の導入は、ロジカルに物事を突き詰め、あらゆる事柄に対して抜けや漏れがなく目配りできることにつながりますので、安定した成果が得られやすくなるのです」。

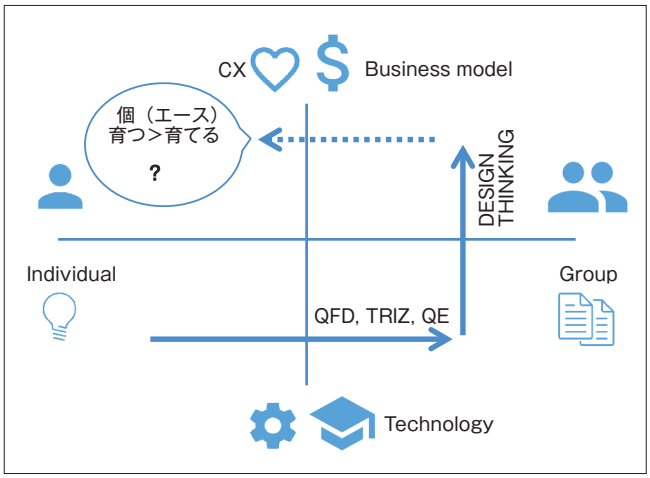
集団から卓越した個人が生まれる段階を目指す

TAF 開発を皮切りとする岩田氏を中心とした取り組みにより、現在では、栗塚氏をはじめ、各種手法を使いこなせる人材が育ってきている。今後はどのような発展を見据えているのか。「これまでは、優秀な開発者が 1 人いたとしても企業の開発力の底上げにはつながらないという考えから、手法を駆使できる人材を複数育ててグループで開発を行う仕組みを構築してきました。次の段階では、グループを突き抜けて活動できる個人の成長に期待しています」と岩田氏。

「今後、コンバーティング業界を含め、あらゆる産業分野において、開発の様々なフェーズで各種手法を応用することが当たり前になるのではないでしょうか。現在、国内はもちろん、海外からも優れた品質の製品が市場に持ち込まれており、技術力以外の要素を備えていないと競争を勝ち抜けないと考えられます。さらに、開発分野への AI の応用が進み、ロジカルな分析を担うようになれば、これまで手法の利用によって得られていた成果が、驚くほど簡単に入手できるようになるはずです。これらの結果、差別化が難しくなり、多くの企業が横並びとなる状況が生まれてくると予想します。そうした時代には、傑出した能力を持った個人の力が、頭一つ抜け出すための原動力となるイメージを描いています。例えば、既存の手法から離れ、自ら手法を創造できるエースの登場です」

こうした期待は、次代を担う中堅・若手技術者に向けられているわけだが、栗塚氏は「(岩田氏の意向は)何となく感じていますが (笑)、今のところ、目の前の課題に一生懸命取り組んでいくことに専念しています」と苦笑する。

岩田氏は「開発ができる人材を育てるのは本当に難しい」と繰り返す。「世の中や業界の常識を疑う視点は非常に重要です。私はコンバーティング業界の外からきた人間ですので、市場の慣例やこだわりから一歩離れて物事を見ることができましたが、この業界だけの経験しかない場合、多角的な視野を得るのは難しいケースもあると思います。手法を取り入れることは、客観的データを根拠として物事を捉える視点を養えますので、この点も大きなメリットであると思います」。



東伸の技術開発進捗の概念図。個人から集団へ、さらに集団を突き抜けるエースの成長を見据えている