

# 1315 新たな価値創造技術を活用した鉄道車両の快適性向上の研究 (鉄道車両室内の快適性向上)

A study of new value management engineering  
applied to improvement of passenger comfort in rolling stocks  
(Improvement of passenger comfort inside the train)

○田中 修司 (JR 東日本)

松野 政夫 (JR 東日本)

井上 敬治 (JR 東日本)

浜本 裕一 (JR 東日本)

Shuji TANAKA, East Japan Railway Company, 2-0, Nisshin-cho, kita-ku, Saitama  
Masao MATSUNO, East Japan Railway Company  
Keiji INOUE, East Japan Railway Company  
Yuichi HAMAMOTO, East Japan Railway Company

As society changes to have diversity of a sense of values, preference for high-quality and respect for individuals become general. Then, to improve passenger comfort, we studied new value management engineering combined with TRIZ-DE (Theory of the Solution of Inventive Problems - Directed Evolution) and VE (Value Engineering). We applied the method to sanitary space design inside the train, and confirmed that the method is effective to realize customer satisfaction. This paper presents the process and the application of new value management engineering.

**Keyword:** passenger comfort, TRIZ-DE, VE, new value management engineering, sanitary space,

## 1. はじめに

個々人がそれぞれの生活スタイルに合わせ、自らの生活を豊かにする空間を志向する現在、鉄道車両においても客室、デッキ、トイレ等様々なスペースでの快適性に対して、お客さまの期待が高まっている。このような背景を踏まえ、JR 東日本研究開発センターでは、鉄道車両室内全般に対して、快適性向上に向けた開発に取り組んでいる。

この取り組みでは、当社をご利用いただくお客さまが求める「快適な鉄道車両室内像」を追求する手段として、TRIZ (トリズ: 革新的問題解決実践理論) を用いた未来予測手法 (TRIZ-DE 手法) と VE 手法 (価値工学) を融合した手法である「新たな価値創造技術」を活用し、有効な成果を得るに至っている。

本報告では、この「新たな価値創造技術」の手法を紹介するとともに、この手法適用によりお客さまに満足していただける快適性を構築することができた事例として、「快適な車両用トイレ空間」の開発について紹介する。

## 2. 新たな価値創造技術の構築

### 2.1 取り組みの経緯

これまで、多くの鉄道車両、設備部門の技術開発に VE 手法を適用してきたが、将来を見据えたアイデアが出にくいなどの課題が表れてきた。そこで、これらの課題を補完するため、図1に示すように TRIZ 手法と VE 手法を融合させ、価値創造とコストダウンを両輪とした「新たな価値創造技術」(以下、TRIZ+VE 手法という) を構築する取り組みを始めた。

また、「鉄道車両室内の快適性向上」のように、開発から導入まで数年を要する開発テーマの場合、現在の時点でお客さまが感じている要望・期待のみを重視して開発を進めると、導入時期には生活環境の変化などにより時代遅れなものとなりかねない。このため、未来予測手法を組み合わせた「TRIZ+VE 手法」が有効であると考え、様々な角度からお客さまの要望・期待を追求する手法の構築に取り組んだ。

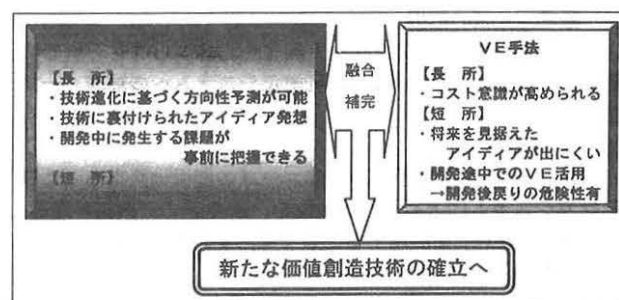


図1 TRIZ手法とVE手法の融合

### 2.2 TRIZ+VE 手法

開発の企画段階で「TRIZ+VE 手法」を活用する場合、開発のステップとしては、図2に示すように大きく分けて3つのステップがある。以下に、各ステップで実施する内容を説明する。

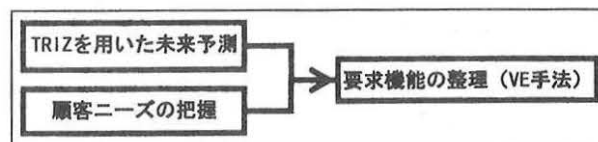


図2 TRIZ+VE手法

#### (1) TRIZ 手法を用いた未来予測

TRIZ とは、ロシア語の「発明的問題解決理論」の頭文字を英語読みしたもので、旧ソ連の特許審議官アルトシュラー氏によって考案された問題解決理論である。その基本コンセプトは、技術問題に関わる革新的な解決案のほとんどは、過去の発明事例から導いた一定のパターンや原理からの類比的発想で導くことが可能というものである。

また、TRIZ を用いた未来予測とは、技術システムは偶然に支配されて進化しているのではなく、客観的な進化のパターンに沿って進化しているという理論 (TRIZ の基本コンセプトの1つである技術進化のパターン) のもと、技術システムに関わる

進化を先取りして方向性を探索し、未来予測シナリオを作成して、そのシナリオに基づいた理想性の高い新製品の開発を行うための手法である。図3に示すように、この未来予測は「過去～現在までの分析」、「未来の予測」、「未来予測シナリオの作成」という3つのステップで進めていく。特徴は、技術進化のパターンを用いること、開発対象システムを取り巻く環境等にまで思考の対象を広げて調査・分析を行なうことで、合理的で幅広い視点でアイデア発想ができる点にある。

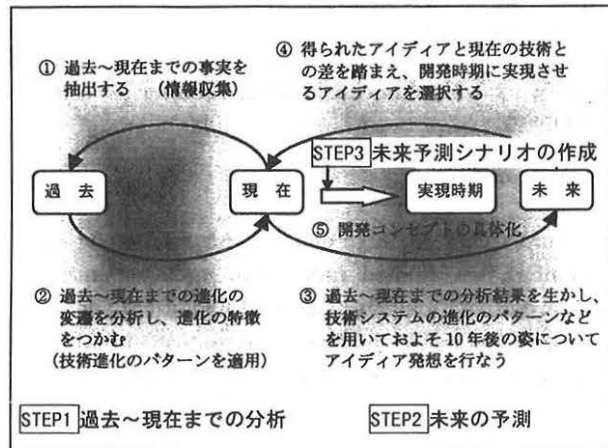


図3：TRIZを用いた未来予測の基本ステップ

## (2) 顧客ニーズの把握

このステップでは、アンケート調査や顧客から寄せられる要望や期待などの分析を行い、開発対象システムへの顧客ニーズを把握する。

## (3) 要求機能の整理

TRIZを用いた未来予測や顧客ニーズの把握結果をもとに開発対象システムに求められる機能を、VE手法の「機能の定義」と「機能の整理」を活用することで明らかにし、開発コンセプトをまとめる。

## 3. TRIZ+VE手法の快適なトイレ空間の開発への適用

### 3.1 車両用トイレ空間の開発概要

車両用トイレに対しては、これまでも臭気防止対策や内装改善などを実施し、イメージアップに努めてきたが、依然として「臭い」「汚い」などのご意見や苦情が数多く寄せられているのが実態である。社会環境が変化し、世の中の価値観が多様化するとともに、お客さまが車両用トイレに求める機能は、単に「用を足すところ」から「快適でくつろげるスペース」「旅の目的に合わせ気分を転換させるスペース」へと、時代とともに大きく変貌している。

このような背景を踏まえ、お客さまが求めている快適性を追求したトイレ空間を開発することとした。開発にあたっては、お客さまが車両用トイレに要求・期待している機能の調査などに重点をおき、「作る立場から見た快適性」ではなく「使う立場から見た快適性」に徹底して取り組むため、「TRIZ+VE手法」を活用することとした。

### 3.2 TRIZを用いた未来予測

#### (1) 過去～現在までの分析

##### ①情報収集

新幹線車両用トイレの過去～現在までの分析を行うにあたり、開発対象システムの構成（上位システム－開発対象システム－構成システム）を表1の通りとした。

そして、情報収集として新幹線車両用トイレの変遷やお客さまの新幹線車両用トイレに対する要望の変化、現在の不具合、清掃スタッフからの情報などを収集した。

表1 本開発で設定した開発対象システムの構成

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| 上位システム<br>(スーパースystem) | 生活様式、駅周辺、駅・ホーム、<br>鉄道車両   |
| 開発対象システム<br>(システム)     | 新幹線車両用トイレ                 |
| 構成システム<br>(サブシステム)     | 便器、手洗い器、照明、<br>汚物処理システムなど |

#### ②過去～現在までの発展経緯の整理

過去～現在までの技術進化の特徴をつかむための準備として、表2に示す方法で、上位システム（生活様式、駅周辺、駅・ホーム、鉄道車両）、開発対象システム（新幹線車両用トイレ）、構成システム（便器、手洗い器、照明、汚物処理システムなど）の歴史を年表形式に整理した。

表2 過去～現在までの発展経緯の整理

|          | 過去 | 現在 | 未来 |
|----------|----|----|----|
| 上位システム   |    |    |    |
| 開発対象システム |    |    |    |
| 構成システム   |    |    |    |

#### ③過去～現在までの技術進化のパターンマッピング

年表形式に整理した過去～現在までの発展経緯を、技術進化のパターンなどを用いて分析し、上位システム、開発対象システム、構成システムが現在までどのように進化してきたのかを把握した。開発対象システム（新幹線車両用トイレ）の技術進化のパターンマップを図4に示す。

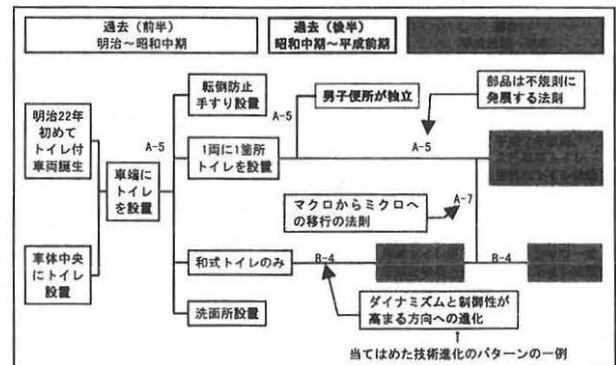


図4 新幹線車両用トイレの技術進化のパターンマップ―抜粋―  
注）新幹線以外の鉄道車両用トイレも含む

#### (2) 未来の予測

このステップでは、「(1)過去～現在までの分析」で行った結果と技術進化のパターンなどを活用して、未来予測を以下の通り実施した。

##### ①未来イベントの創造

過去～現在までの分析を行なった結果、技術進化のパターン及び各種予測資料などを活用して、未来の生活様式などの上位システム、新幹線車両用トイレやその構成システムの姿に関するアイデア発想を行った。過去～現在までの発展経緯に、アイデア発想した結果（以下、未来イベントという）を加えたものを表3に示す。

表3 過去～現在～未来の発展経緯の整理（抜粋）

| 開発対象システムの構成 |          | 過去<br>前半 M22～S39              | 過去<br>後半 S40～H7                      | 現在<br>H7～H13                              | 未来<br>H14～H24                                        |
|-------------|----------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 上位システム      | 生活様式     | 住・食の充実化<br>人口増加               | レジャー・余暇の充実<br>人口増加<br>少子・高齢化<br>ポケベル | 本物志向・個性重視<br>少子・高齢化の加速<br>携帯電話<br>インターネット | ユニバーサルデザイン<br>少子・高齢化が一層加速<br>デジタル放送<br>テレビ電話         |
|             | 駅周辺      | 駅前広場<br>旅館<br>お土産屋<br>大衆食堂    | ターミナル化<br>銀行<br>ビジネスホテル<br>商業スペース    | パークアンドライド<br>CD設置<br>英会話スクール<br>チェーン店舗増加  | 他機関との利便性向上<br>線のある空間、公園化<br>情報収集の場<br>駅前託児所<br>老人ホーム |
|             | 駅・ホーム    | 乗降業務のみ<br>有人改札<br>平場駅         | コンビニ<br>旅行センター<br>自動改札<br>階段         | 構内商業化<br>託児施設<br>スライ<br>エレベーターなど          | プチタウン化<br>チェックゲート<br>モバイルスライ<br>直道水平エレベーター           |
|             | 鉄道車両     | 最高速度 120km<br>木造・客車<br>スチーム機関 | 最高速度 275km<br>車椅子スペース<br>二階建て車両      | 最高速度 300km                                | 最高速度 300km以上<br>可変座席<br>車内LANによるサービス                 |
| 開発対象システム    | 新幹線車両トイレ | 車両に搭載<br>和式中心                 | 男子便所<br>洗面所設置                        | 女性専用トイレ<br>バリアフリー<br>洋式主流                 | リフレッシュ空間<br>サニタリースペース                                |
| 構成システム      | 便器       | 和式（陶器）                        | 洋式（ステンレス）                            | 真空式が主流                                    | クリーニング<br>座り心地の良い便器                                  |
|             | 汚物処理     | 自然落下                          | 汚物タンク設置<br>循環水方式                     | 節水循環式<br>一スプレッダー式（男子）                     | 環境配慮型                                                |

## ②未来イベントの整理とフォーカスマップの作成

多くの未来イベントを創造することができたが、この段階ではそれらが時系列的にどのような順番で並ぶかは明確になってはいない。そこで、技術進化のパターンや各種予測資料などを用いて、未来イベントが実現すると思われる順番を検討し、時系列に整理した。

そして、時系列化を行った後は、現実を引きずらない程度の近未来（本開発では10年後）のイベントのみを抽出したフォーカスマップを作成し、実用化時期を視野に入れ、開発コンセプトになりそうな未来イベントを特定した。作成したフォーカスマップを含む新幹線車両用トイレの技術進化のパターンマップを図5に示す。

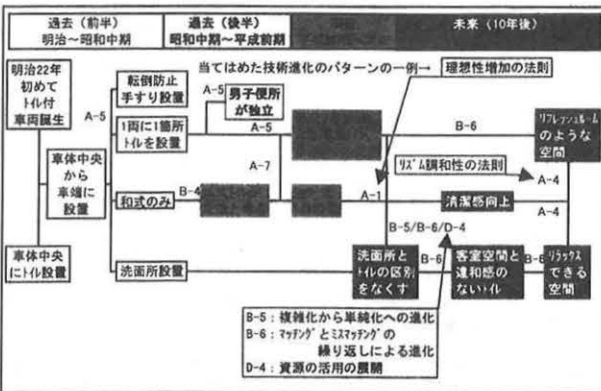


図5 新幹線車両用トイレの技術進化のパターンマップ（抜粋）  
注）新幹線以外の鉄道車両用トイレも含む

## (3) 未来予測シナリオの作成

未来予測シナリオは、図6に示す方法で作成した。

|          | 2～3年後 | 5～7年後 | 10年後                      |
|----------|-------|-------|---------------------------|
| 上位システム   |       |       | 10年後のシナリオ<br>（プライマリーシナリオ） |
| 開発対象システム |       |       |                           |
| 構成システム   |       |       |                           |

図6 シナリオの作成方法

## ①プライマリーシナリオの作成

プライマリーシナリオとは、フォーカスマップ中の個々の未来イベントを活用して、開発対象システムを中心にその上位システムや、構成システムを含めた将来像（本開発では10年後を想定）を文章にしたシナリオのことである。プライマリーシナリオを作成することで、実用化時期よりも将来を見据えた高い目標設定を行い、より革新的な開発を行うことができる。そして、システムとしての全体の整合性を保つため、上位システム→対象システム→構成システムの流れでシナリオを作成する。

## ②デリバティブシナリオの作成

実用化時期（本開発では5年後）を想定して、プライマリーシナリオの内容がどのような姿で実現されるかについてシナリオ化したものを、デリバティブシナリオ（プライマリーシナリオから派生したシナリオ）という。

デリバティブシナリオは、開発の企画段階における基本コンセプトとなるものであり、この基本コンセプトに顧客ニーズ等を加味することで、具体的な開発コンセプトに仕上げていく。

## 3.3 顧客ニーズの把握

新幹線車両用トイレに対するお客さまの要望や期待を把握するため、新幹線に乗り込んでいるお客さまへのアンケート調査や、お客さまから寄せられたご意見や苦情の分析を行った。アンケート調査結果の一部を表4で紹介する。調査の結果、女性からの要望や期待が多様であったため、さらに女性座談会を開催し、より具体的なニーズの把握を行った。

表4 新幹線車両用トイレに関するアンケート調査結果（抜粋）

### 個室トイレに関する結果

- ・ 3人に1人は「できれば使用したくない」
- ・ 圧倒的に女性のイメージが悪く、女性の方がより快適なトイレスペースを期待している。
- ・ 女性の7割が男女共用トイレを使用したくないという意見で、男女の区分を望んでいる。
- ・ 男女とも「利用中落ち着かない」「狭い」「汚い」「臭い」という苦情が多く、共用スペースである通路と扉一枚隔てて用を足すことへの不安や狭さなど、構造に関する改善を期待する声が多い。

## 3.4 VE手法を活用した顧客要求機能の整理

「3.2 TRIZ 手法を用いた未来予測」、「3.3 顧客ニーズの把握」で検討した結果をもとに、5年後の未来を想定して作成した快適なトイレ空間のシナリオを表5に示す。また、快適なトイレ空間が備える機能を、VE手法を活用した機能の定義および機能系統図の作成により整理した。図7に、その機能系統図の一部を紹介する。

表5 「快適な新幹線車両用トイレ空間シナリオ」

新幹線のトイレ空間は、客室のリラックス空間化とともに本来の用途に加え、女性は化粧直し、男性は身だしなみを整えることを目的の中心とした「気分を入れ替え、リフレッシュ＆リラックスできる空間」として位置付けられている。特に、気分転換を強く求める女性用スペースは、充実したパウダーエリアやフィッシングエリアを持つアメニティの高い空間となり、「単に用を足す」場所から、旅・ビジネス・帰省など、お客さまの様々な目的に応じた清潔感とくつろぎ感を合わせ持つ空間となった。個室にはベビーチェアやベビーベッドが設けられている。多目的トイレとして設けられていたスペースは、ユニバーサルデザインと快適性を追求した「だれでもトイレ」のコンセプトに基づくスペースとなっている。

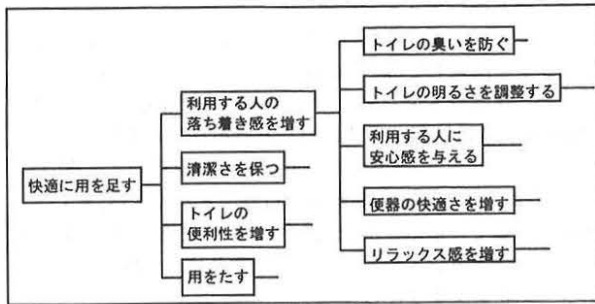


図7 快適なトイレ空間の機能系統図 (抜粋)

### 3.5 開発コンセプト

以上の結果を踏まえて作成した「快適なトイレ空間」の開発コンセプトを図8に示す。

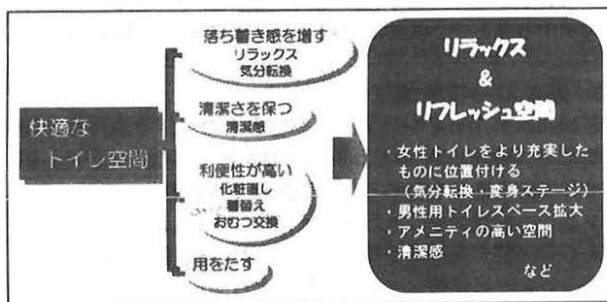


図8 快適なトイレ空間のコンセプト

### 3.6 モックアップ製作

開発コンセプトをもとに、お客さまやメンテナンスサイドの意見等も加味し、さらに改善を加えて将来の車両へ展開するため、図9に示すモックアップを製作した。

このモックアップは、女性用スペース、男性用スペース、共用スペースの3つのスペースで構成されている。全体的に曲線を帯びたデザインとしたことで、実際よりも広く感じられ、リラックス感が高まるようにした。特に、女性用スペースは個室化されたことで、通路からの視線に配慮した構造とした。

#### (1) 落ち着き感、利便性向上に関する機能の充実

女性用スペースには、フィッティングエリアと大型の鏡があるパウダーエリアを設けた。従来の車両用トイレでは考えられなかった女性専用のスペースを充実させることで、リラクゼーションのための空間を演出した。さらに、特に要望の多かったベビーベッド、ベビーチェアをトイレ内に設置した。

#### (2) 明るさ、清潔感に関する機能の充実

##### ①通路

通路は、従来型の新幹線トイレの中廊下式を逸脱して、ソフトなクランク動線を描く片廊下型とした。中央部に光の柱を配置するとともに窓を設置し、単なる通路ではなく、お客さまの気分転換スペースとなるようにした。

##### ②色調

通路はグレー系を基調に落ち着いた雰囲気を出しているが、各個室内については、床面のビビットな配色と壁・天井面を白色で構成することでリズム感を演出し、ウキウキする旅の意欲を掻き立てる効果を狙った。

##### ③照明

照明は、ダウンライトや白色光を組合せ、柔らかさと清潔感を演出した。通路は柔らかさを、その他のスペースは明るさを重視することで、アクセントをつけた。さらに、各トイレはお客さま在室時のみ照度が増す機能を持たせた。

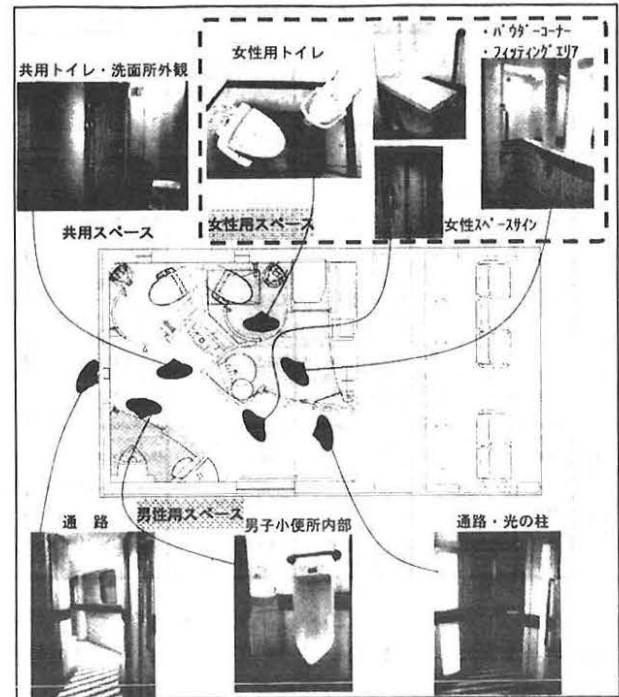


図9 快適な新幹線車両用トイレ空間のモックアップ

### 3.7 今後の進め方

現在は実用化へ向けて、お客さまからの評価、構造の最適化、最適材料の選択による施工性と軽量化、メンテナンス性の向上などについて検討を進めている。

### 4. まとめ

お客さまの快適性・満足度を追求した結果、これまでの車両用トイレ空間のイメージを一新し、お客さまに満足していただける新幹線車両用トイレ空間を構築することができた。また、「TRIZ+VE手法」を適用した結果、表6に示す事項を確認した。今後もこの手法をベースに、「新たな価値創造技術」の確立を目指すとともに、お客さまの満足度向上を追求した開発に取り組んでいく。

表6 TRIZ+VE手法の適用結果

- ・将来の技術進化を見据えた開発項目が明確になる
- ・開発の着手順位が明確になる
- ・顧客像及び顧客の要求機能が明確になる
- ・機能系統図を開発項目のチェックリストとして活用できる

技術進化のパターンに基づく技術アイデアと顧客要求機能を開発項目に織り込む有効な手法であることが確認できた

### 参考文献

- (1) 竹村 政哉：『No.16 TRIZ レター「商品開発とTRIZ～第2回「商品企画におけるTRIZの活用」～」』、学校法人産業能率大学 TRIZ 推進課
- (2) 竹村 政哉、澤口 学：『No.17TRIZ レター「商品開発とTRIZ～第3回「STM-DE手法による商品企画の方法」～」』、学校法人産業能率大学 TRIZ 推進課
- (3) 澤口 学：『VEとTRIZ 革新的なテクノロジーマネジメント手法入門』、同友館