

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 ～快適な鉄道車両トイレ空間の開発～

東日本旅客鉄道株式会社
JR東日本研究開発センター

発表内容

1. 新たな価値向上技術 (TRIZ + VE) の導入経緯

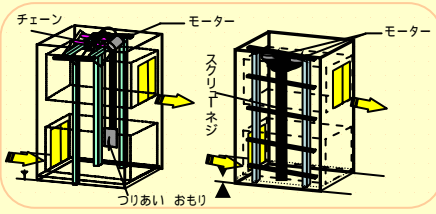
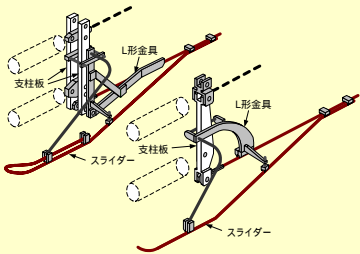


2. TRIZ 未来予測手法の適用事例

～ 快適な鉄道車両トイレ空間の開発～

● 研究開発テーマへのVE活用状況

平成8年度より研究開発テーマへVE手法活用

【主な開発事例】

件名	低コスト駅用エレベータ	交流用同相セクション	新幹線用VE座席	パンタグラフ 屋根上構造の変更
VE 適用 事例				
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄塔の一部と外装のパネル化 (ガラス組込などのアウトワーク化) ・工期の短縮 ・コスト低減 	<ul style="list-style-type: none"> ・構造の簡素化 ・材質の変更 ・部品点数 50% 	<ul style="list-style-type: none"> ・E2-1000系、E4系に採用 ・リクライニング、座面スライド ・価格 30% 	<ul style="list-style-type: none"> ・E231系などに採用 ・部品点数 40% (360 226) ・価格 20%

● 技術開発へのVE適用の弱点

【技術開発へのVE適用の弱点 (これまでの経験より)】

【現状のVE活用課題】

将来を見据えたアイデアが出にくい
ブレーストーミングによるアイデア出し
現状改善的アイデアとなりがち

多面的なアイデアが出にくい
チームデザインを実施しにくい
担当者の知識範囲のアイデアとなりやすい

新たに発生する問題への対応困難

開発途中段階でのVE適用
開発自体の後戻りを生ずる

VE = 製造方法変更、コストダウン



- ・材質変更
 - ・形状変更 (一体化、部品点数削減)
 - ・工法変更
- etc



新たな創造に結びつける手法としてTRIZに着目

● TRIZの概要

未来予測手法

技術進化のパターンに基づいた
将来の技術的方向付け

Classical
TRIZ

技術課題解決手法

技術(法則、原理、特許事例など)
に裏付けされたアイデア発想

IWB、TOPEなどのソフトウェア活用

不具合分析 / 予測 手法

「資源」と「逆転発想」による不具合
分析 / 予測

サポータージュアナリシスによるリスク
マネージメント

● 新たな価値創造技術



V E (Value Engineering)

：価値工学

機能とコストでものを考える技術

$$V(\text{価値}) = \frac{F(\text{機能})}{C(\text{コスト})}$$

価値向上(Vを上げる)を目指す

【長所】

- ・コスト意識が高められる
- ・必要な機能を明確化できる

【短所】

- ・将来を見据えたアイデアが出にくい

融合・補完

TRIZ：革新的問題解決実践理論

（問題解決手法）

技術に裏付けされたアイデア発想

（未来予測手法）

技術進化のパターンに基づいた
将来の技術的方向付け

【長所】

- ・技術進化に基づく方向性が予測可能
- ・技術に裏付けされたアイデアが出る
- ・開発中に発生する課題が事前に把握可能

【短所】

- ・コスト意識が低い

新たな価値創造技術の構築

当社独自の「バリューマネジメント技術」

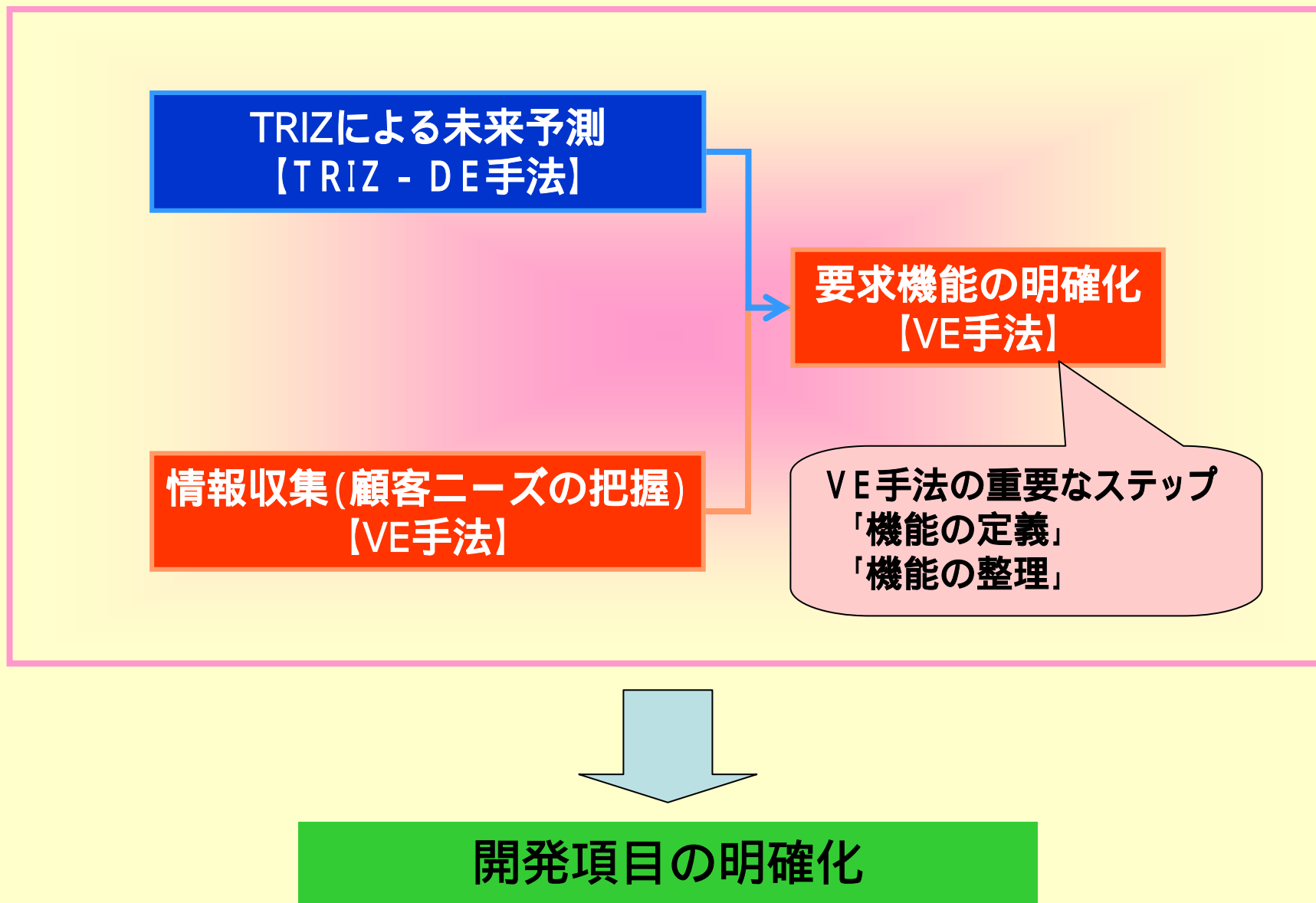
● TRIZ / VEを融合した新たな価値向上技術 活用パターン



各パターン体系表

活動段階	パターン	適用目的	適用ツール	適用対象業務
企画段階 未来予測	A	[ゼロスタート] ・企画書作成 (未来予測シナリオ)	TRIZ (未来予測) 0 Look VE	・研究開発の方向付け ・研究開発項目・件名の選定
	B	[ゼロスタート] ・企画書作成 ・設計案作成	TRIZ (未来予測) 0 Look VE TRIZ (問題解決)	・研究開発の方向付け ・研究開発項目・件名の選定 ・研究開発項目・件名の構想設計～
開発段階	C	[企画書既存スタート] ・設計案作成	TRIZ (問題解決) 1st Look VE	・研究開発項目・件名の構想設計～ ・現場段階の技術開発
現状改善	D	[既存品スタート] ・設計大幅改善	TRIZ (問題解決)	・既存品を大幅に変更する開発 ・現場段階の技術開発
	E	[既存品スタート] ・設計中幅改善	TRIZ (問題解決) 2nd Look VE	・既存品の一部を変更する開発 ・現場段階の技術開発 ・日常業務の改善
	F	[既存品スタート] ・設計中～小幅改善	TRIZ (問題解決) 2nd Look VE	

● TRIZ + VE 手法（企画段階）



技術進化のパターンに基づき、将来の技術的方向付けを行う 開発対象の未来像の明確化

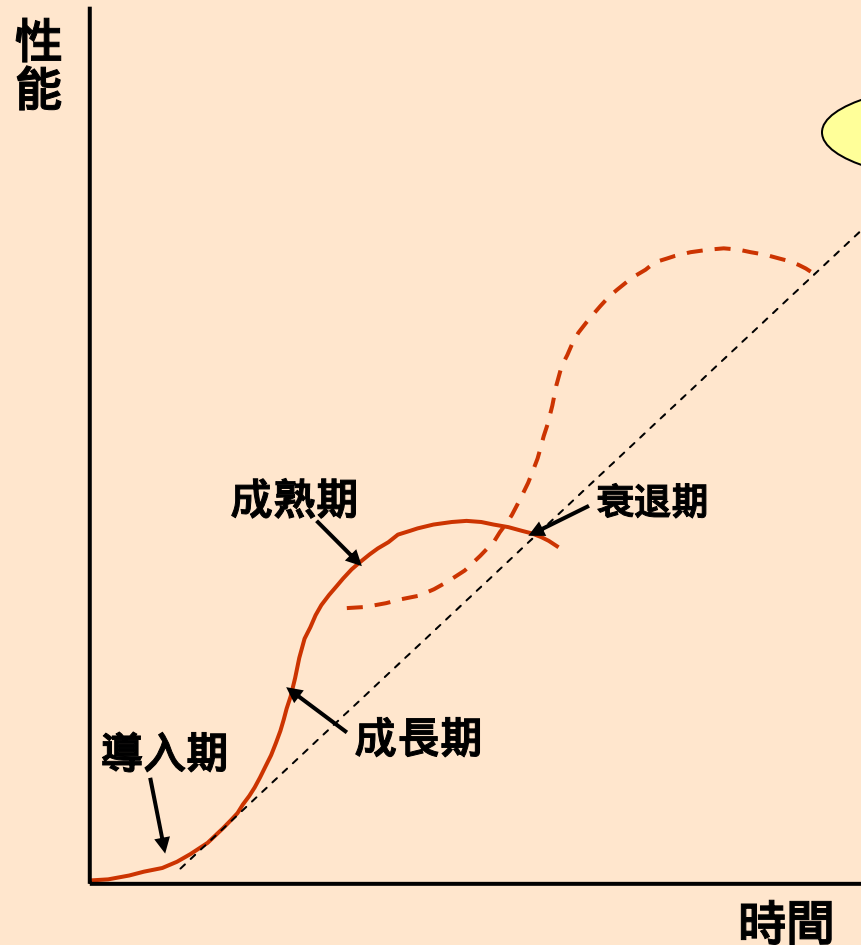
技術進化のパターン：製品をはじめとする数多くの技術システムは、偶発的に進化しているわけではなく、ある一定のパターンに従って進化する



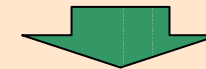
- 1) 技術システムの進化は、Sカーブ理論に従って進化する。
(技術進化のステージ)
- 2) 技術システムの進化パターンは、複数の観点から整理することができる。

● TRIZ 未来予測手法 - 2 (TRIZ - DE)

技術システム進化のパターン = Sカーブ理論 =
(技術進化のステージ)



- ・技術システムは、Sカーブに従って進化する。
- ・そのシステムがSカーブの進化を終えると、最終理想解に向かい次のSカーブへ移行しながら進化を続ける。



対象の製品(システム)が現在Sカーブのどこの位置にいるか確認
今後、どのように進化していくかのイメージを作る

● TRIZ 未来予測手法 - 3 (TRIZ - DE)



技術システムの進化パターンは、複数の観点から整理することが可能である。

【技術進化のパターン(初期バージョン)】

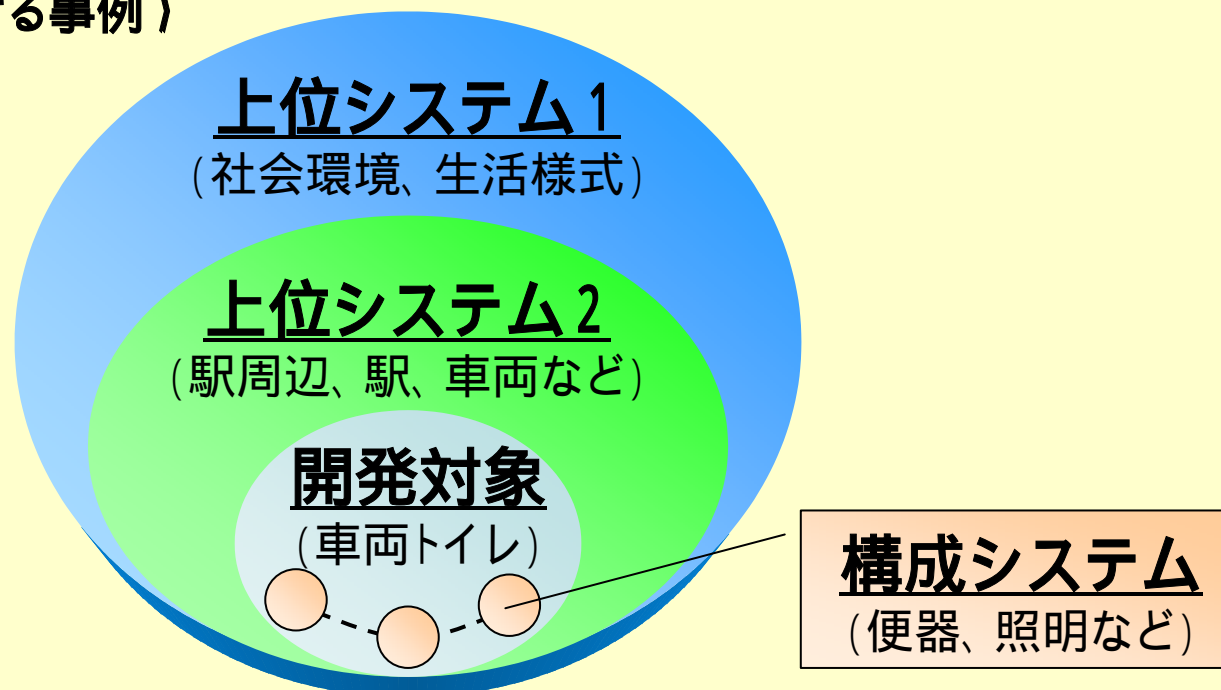
	進化のパターン	進化のパターン概要	進化の事例
1	理想性増加の法則	技術システムは、理想性を高めること(有益機能を高め、有害機能を減らす)で進化する	液晶プロジェクター：小型・軽量・省電力化を図りながら解像度をアップさせる 有益機能：解像度アップ 有害作用：軽量化、小型化、省電力、安価
2	システムパーツ完全性の法則	技術システムは、個々に分離している部品を一体化することでできている。このシステムを有効なものにするため、個々の部品がそれぞれ完全になる方向で進化する	パソコン：パソコンを構成する電源部、ディスプレイ、CPU、伝達系の個々のパーツそれぞれが完全になる方向で進化し、その結果パソコン全体として進化する
3	システムでのエネルギー伝達性の法則	エネルギーの伝達は、物質(歯車やシャフト等)や場(磁界や空間など)及び物質-場を通して行われる。技術システムはエネルギーの伝達効率を高める方向で進化する。	音声信号の伝達：パイプ式(音響の場) 電気信号式(電気の場) 光信号式(光の場) 光源：たいまつ ロウソク 白熱電球 蛍光灯
4	リズム調和性の法則	システムはその要素(部品)の持つリズムや自然の周波数との調和を高める方向で進化する	・自動車室内の静粛性向上のため、逆位相音を発生(ANC) ・発電システム：火力 原子力 風力(自然環境との調和)
5	部品が不規則に発展する法則	個々の要素(部品)が同時に改善されるのではなく、個々が突然的に別々に改善され進化する	パソコン：CPU処理速度やHDメモリ容量は飛躍的に進歩しているが、入力方法は今でもキーボードが主流
6	スーパーシステム移行の法則	システムがそれ自身の発展の限界に達すると、より上位システムのサブシステムとなることでさらに進化する	携帯電話：家庭用電話 コードレス電話 携帯電話 電話機能として発展してきたが、近年は情報システムの中の端末として飛躍的に進化している
7	マクロからマイクロへの移行の法則	システム機能実行部分の発展が、まずマクロレベルで進み、その後マイクロレベルへと移行する	・電気部品：真空管 トランジスタ IC LSI ・切断方法：のこぎり 水切切断 レーザー切断
8	物質-場包含増加の法則	場を通じて相互に作用する2つの物質が完全に向かうと、場も物質も変化していく この場合、場の特性は機械的、熱的な場から電氣的、磁氣的な場へ進化する傾向	・通信方法(通信エネルギーの場の観点)： 電気通信方式(電気的場) 光通信方式(光学的場) ・体温計： 水銀体温計(温度的場) デジタル体温計(電氣的場)

● TRIZ 未来予測手法の特徴

主な特徴

- ・開発対象だけではなく、**対象を取り巻く環境まで幅広く視野を広げ**調査分析を行う
- ・検討結果を未来予測シナリオで表現

〈「快適トイレ」における事例〉



● TRIZ-DEの基本ステップ



過去～現在までの事実を抽出する(情報収集)

で得たアイディアと現在の技術との差を踏まえ、開発時期に実現させるアイディアを選択する

STEP3 未来予測シナリオの作成

過去

現在

実現
時期

未来



シナリオを作成し、開発対象の未来像を明確化する

過去～現在までの進化の変遷を分析し、進化の特徴をつかむ(技術進化のパターンを適用)

過去～現在までの分析結果を生かし、技術システムの進化のパターンなどを用いておよそ10年後の姿についてアイディア発想を行なう

STEP1 過去～現在までの分析

STEP2 未来の予測

TRIZ

鉄道車両室内の快適性向上

～快適な車両用トイレ空間の開発～

VE



●快適な車両用トイレ空間の開発

車両用トイレの問題点

- ・お客さまの改善要求が常に高い
- ・満足度がなかなか高くない

お客さまからの苦情
「臭い・汚い・触りたくない」



ホテル・デパート等のトイレ

「単に用を足すところ」??



お客さまのニーズと共に変化

快適な車両用トイレ空間の開発
使う人の立場にたった快適性を追求！

● 価値創造技術を活用した開発のプロセス



TRIZ
手法

過去～現在までの情報収集

- ・トイレの変遷
- ・メンテナンス情報

過去～現在までの分析

- ・発展経緯の整理
- ・進化の特徴を把握

未来予測

10年後の姿のアイデア発想

未来予測シナリオ作成

未来型トイレ空間のシナリオ作成

技術進化のパターン適用

情報収集

- ・新幹線トイレに関するアンケート調査
- ・女性座談会

機能の定義

トイレ空間の機能を定義

機能の整理

トイレ空間の機能系統図作成

V
E
手
法

● 過去～現在までの情報収集



調査分析対象システムの構成

上位システム (スーパーシステム)	社会環境、生活様式 駅周辺、駅・ホーム、鉄道車両
開発対象システム (システム)	車両用トイレ(新幹線)
構成システム (サブシステム)	便器、照明、手洗い器、汚物処理システム等

●過去～現在までの分析



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 社会環境、生活様式など	時系列的に発展経緯(事実)を整理(進化の背景を含む)		
開発対象システム 車両用トイレ(新幹線)	→		
構成システム 便器、照明など	→		

技術進化のパターンを適用し、進化の特徴を把握

● 未 来 予 測 (アイデア発想)



過去～現在の発展経緯や技術進化のパターン等をもとにおよそ10年先を見据えたアイデア発想を行なう

およそ10年先を見据える

	過去	現在	未来
上位システム 社会環境、生活様式など			→
開発対象システム 車両用トイレ(新幹線)			→
構成システム 便器、照明など			→

● 過去～未来までの発展経緯の整理



一部抜粋

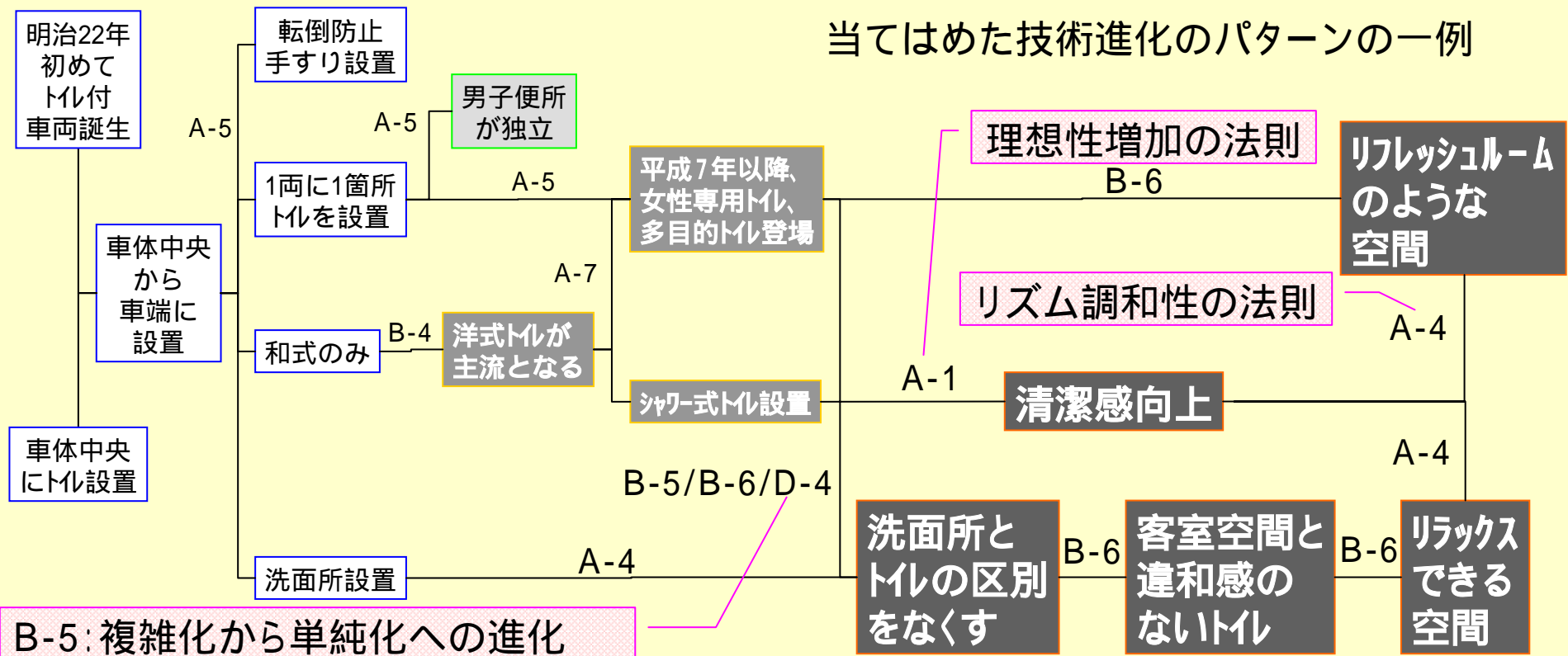
開発対象システムの構成		過去(前半) (M22～S39)	過去(後半) (S40～H7)	現在 (H8～H15)	未来 (H16～H27)
上位システム	社会環境生活様式	住・食の充実化 人口増加	レジャー・余暇の充実 人口増加、少子・高齢化 ポケベル	本物志向・個性重視 少子・高齢化の加速 携帯電話 インターネット	ユニバーサルデザイン定着 少子・高齢化が一層加速 デジタル放送 テレビ電話
	駅周辺	駅前広場 旅館 お土産屋 大衆食堂	ターミナル化 銀行 ビジネスホテル コンビニ 旅行センター 商業スペース	パークアンドライド CD設置 英会話スクール チェーン店舗増加 託児施設 構内商業化	他交通機関との利便性向上 緑のある空間、公園化 情報収集の場 駅前託児所・老人ホーム プチャウン化
	駅・ホーム	乗降業務のみ 有人改札 平場駅	自動改札 階段	Suica エレベータなど	チェックゲート モバイルSuica 垂直水平エレベータ
	鉄道車両	最高速度120km/h 木造・客車 スチーム暖房	最高速度275km/h 車椅子スペース 二階建て車両	最高速度300km/h	最高速度300km/h以上 可変座席 車内LANによるサービス
開発対象システム	車両トイレ (新幹線等)	車両に搭載 和式中心	男子便所 洗面所設置	女性専用トイレ バリアフリー 洋式主流	リフレッシュ空間 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)	洋式(FRPカバー付)	クリーニング 座り心地の良い便器
	汚物処理装置	自然落下	汚物タンク設置 循環水方式	真空吸引式が主流 節水循環式 スプレッ ダー式(男子)	環境配慮型

● 過去～未来までの分析

開発対象システム: 車両トイレ(新幹線等)の例

一部抜粋

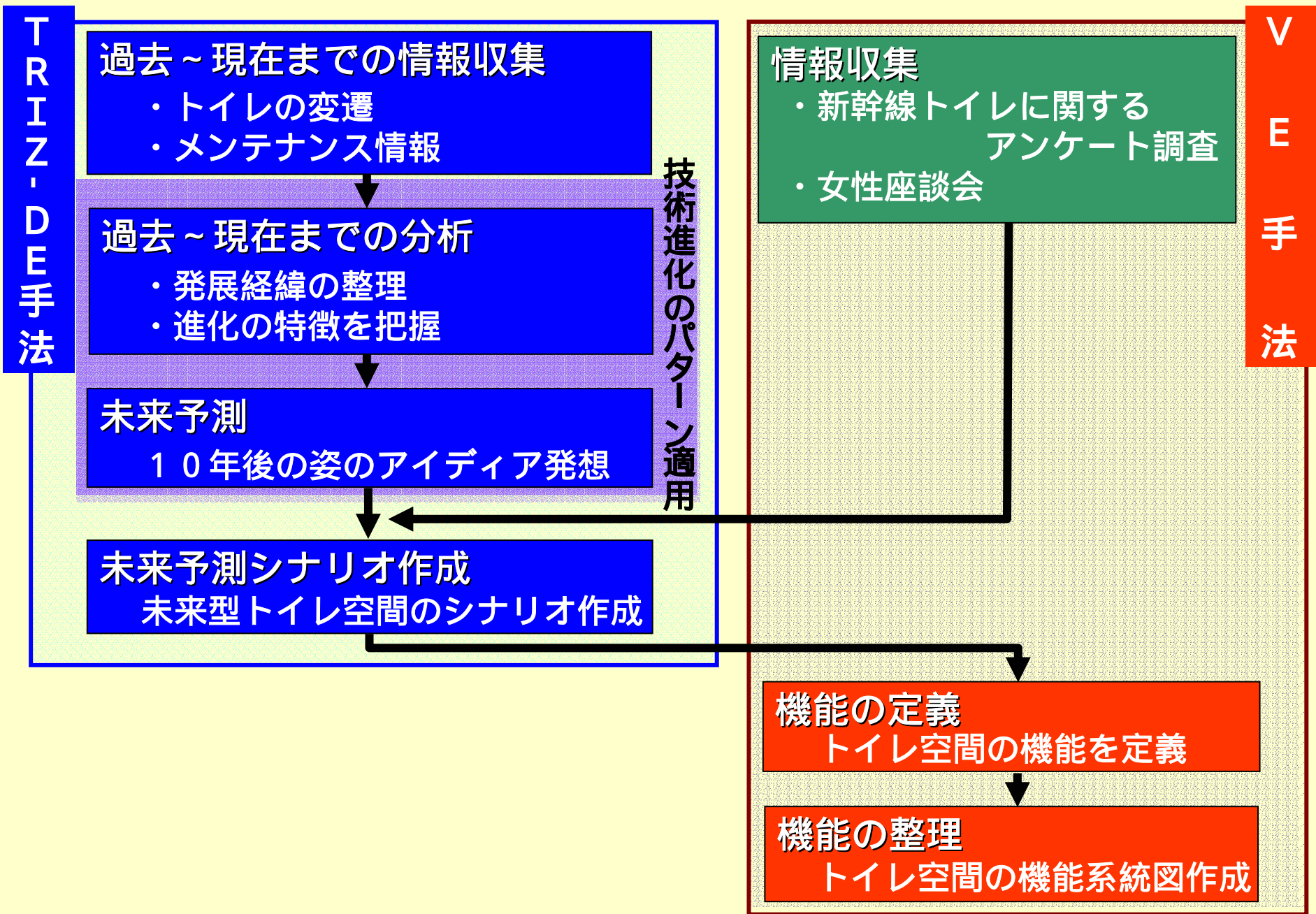
過去(前半) M22 ~ S39	過去(後半) S40 ~ H7	現在 H8 ~ H15	未来 H16 ~ H27
事実			未来予測アイディア



B-5: 複雑化から単純化への進化
 B-6: マッチングと mismatching の
 繰り返しによる進化
 D-4: 資源の活用展開

事実と未来予測アイディアを技術進化のパターンで
 関連付けてマップを作成

● 価値創造技術を活用した開発のプロセス



● 情報収集（アンケート調査結果）



- 調査期間：平成14年2月17日(日)～18日(月)
- 調査区間：東北新幹線 東京～仙台間
「やまびこ」 3往復/日 合計6往復
(朝・昼・夜)
- 調査車両：E2系
- 有効回収数：約3,500名(男性60%、女性40%)

● 情報収集（アンケート調査結果）



- ・ 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割が男女共用を使用したくないという意見で、男女の切り分けを望んでいる。
- ・ 男性の意見では、狭い、臭いが多い。
- ・ 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、狭さなど構造改善を期待する声が多い。

女性のトイレに対する要望や期待が非常に大きいことが分った。



女性座談会開催決定！

● 情報収集（女性座談会の結果）



全体

新幹線のトイレはできるだけ使わない
トイレへの出入を他人に見られたくない
照明が暗い。色合いも暗い
空間が閉鎖的

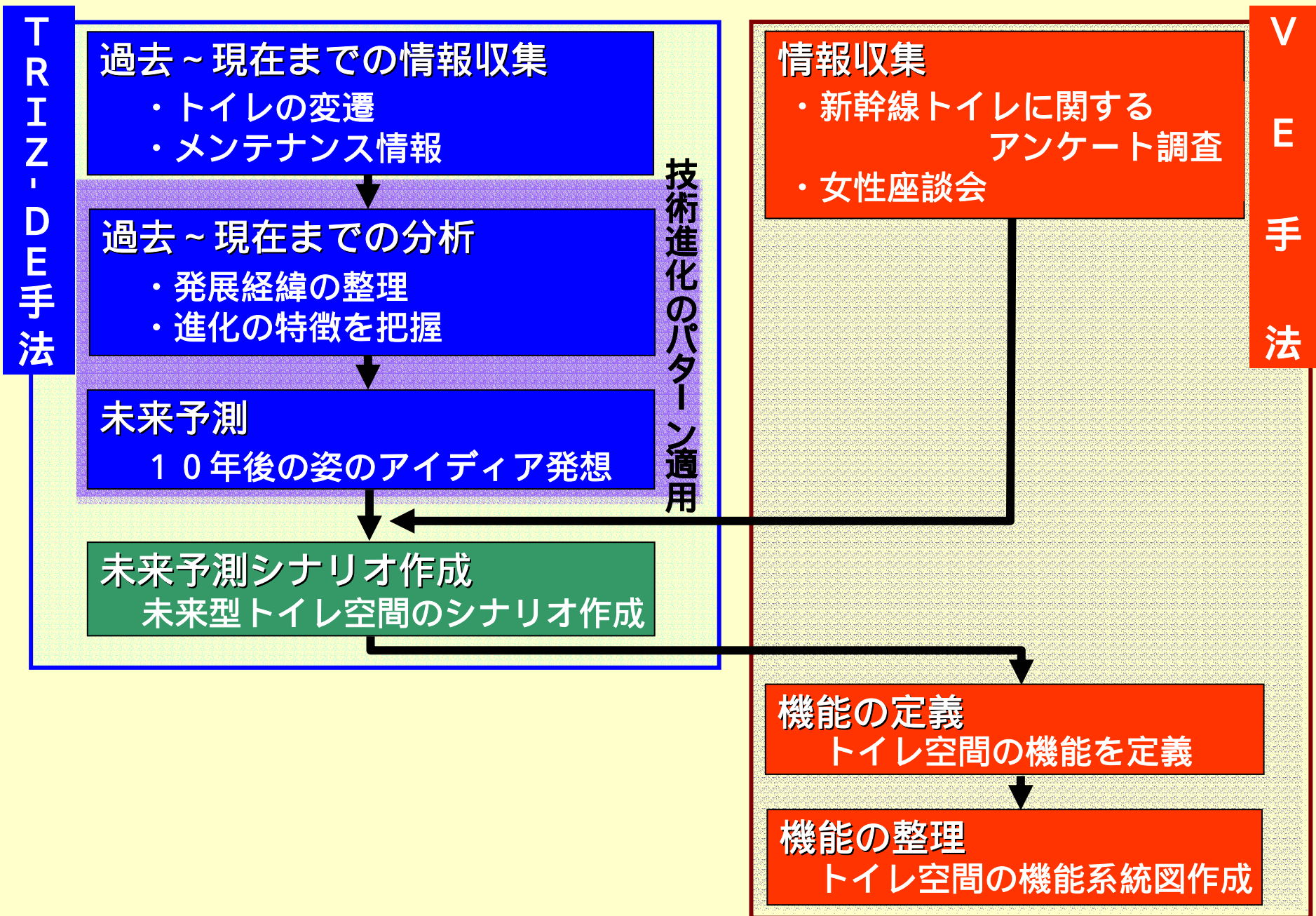
トイレ

簡単な着替えスペースが欲しい
子供を待たせておく場所がない
おむつの交換ができない
公共のシャワー式トイレは使用
したくない

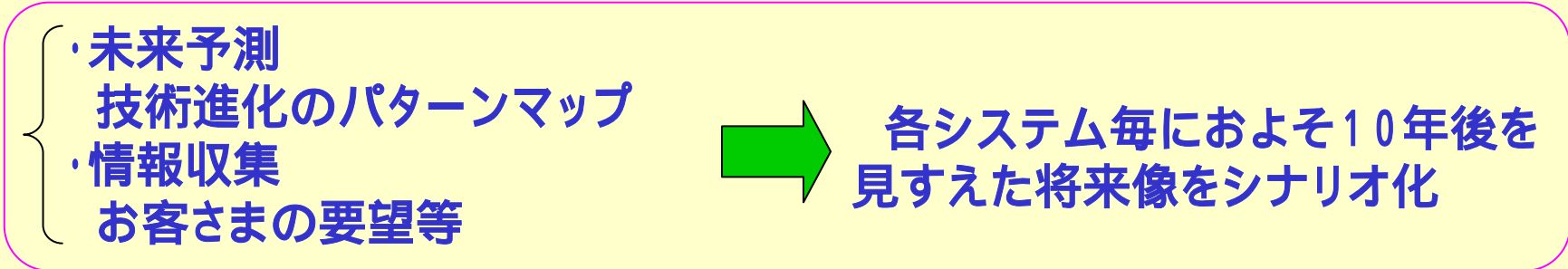
洗面所

洗面器周りが水はねして汚い
パウダーコーナーの利用時間が
圧倒的に長い
荷物置きが必要

● 価値創造技術を活用した開発のプロセス



● 未来予測シナリオの作成



	開発対象の実現化時期	
	5 ~ 7年後	10年後
上位システム 社会環境、生活様式など	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> 5 ~ 7年後のシナリオ (デリバティブシナリオ) </div> <div style="text-align: center;"> ← </div> <div style="text-align: center;"> 10年後のシナリオ (プライマリーシナリオ) </div> </div>	
開発対象システム 車両用トイレ(新幹線)		
構成システム 便器、照明など		

● 未来予測シナリオ（5年後のトイレ空間）

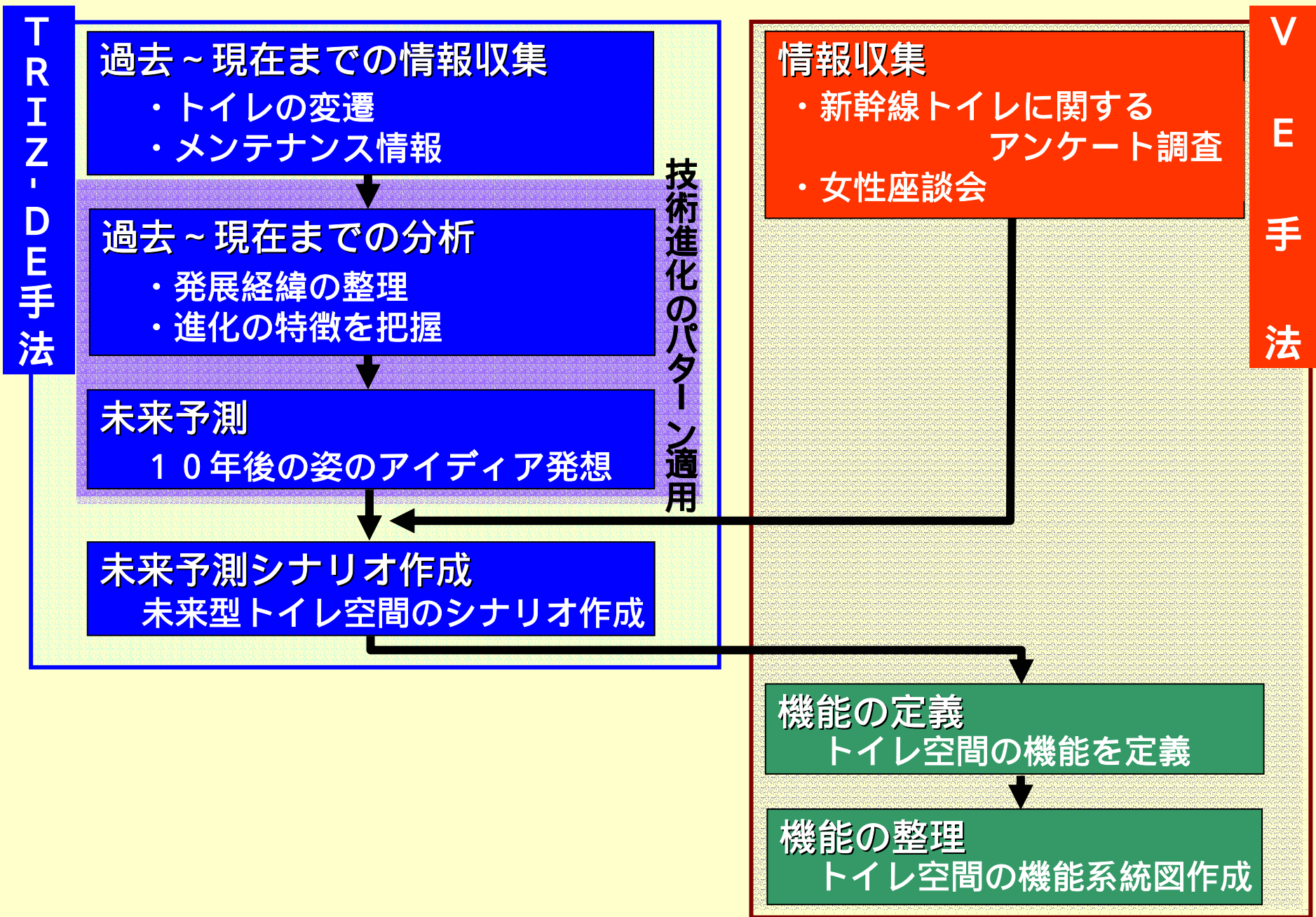


一部抜粋

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、「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アメニティの高い空間となり、「単に用を足す」場所から、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。

● 価値創造技術を活用した開発のプロセス



● 要求機能の定義

5年後のトイレ空間

一部抜粋

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、「気分

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。

便利性を増す

特に、気分転換を強く求める女性用スペースはアメニティの高い空間となり、

用をたす

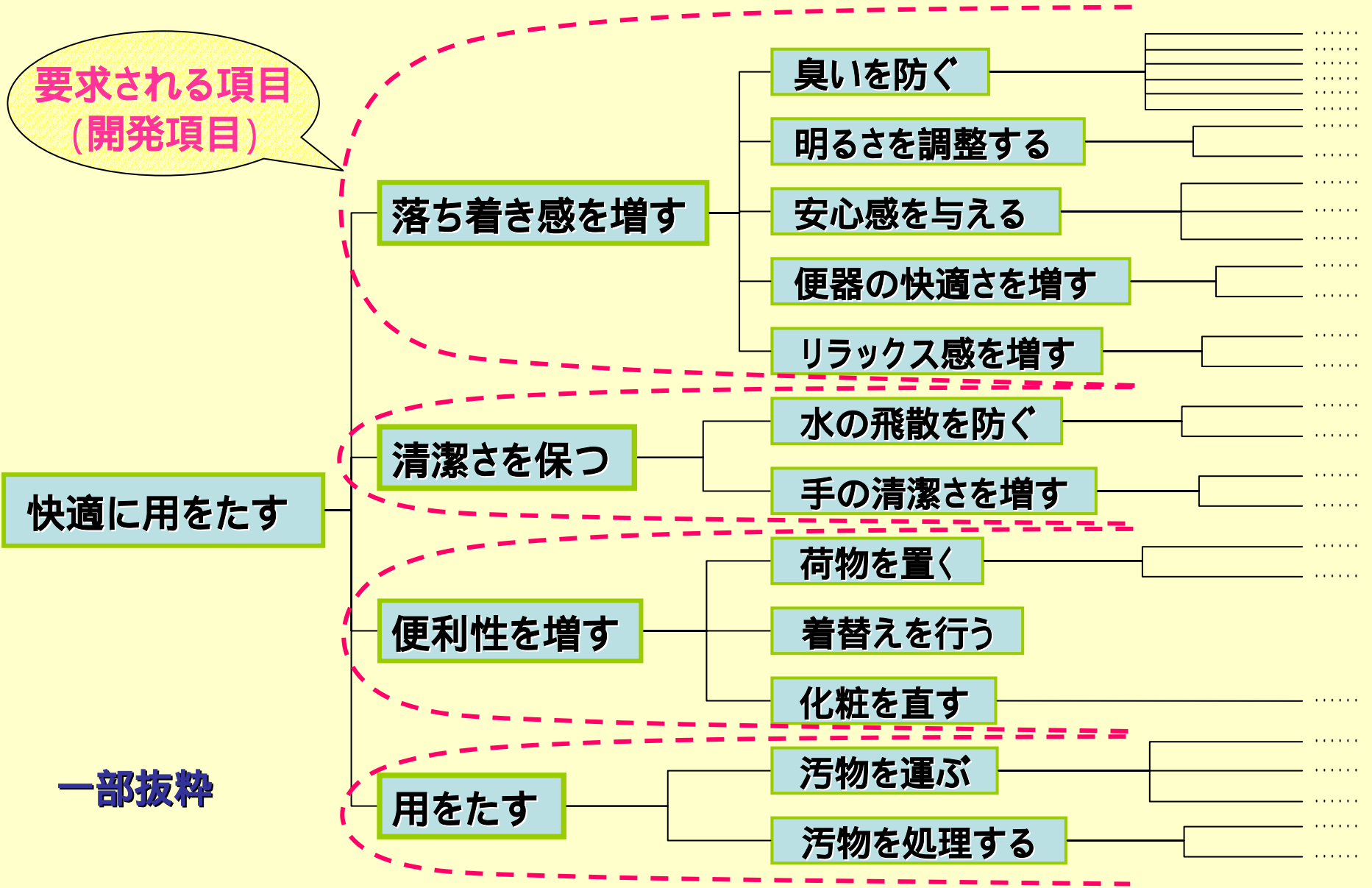
清潔さを保つ

「単に用を足す」場所から、お客さまの様々な目的に応じた清潔感とくつろぎ感を

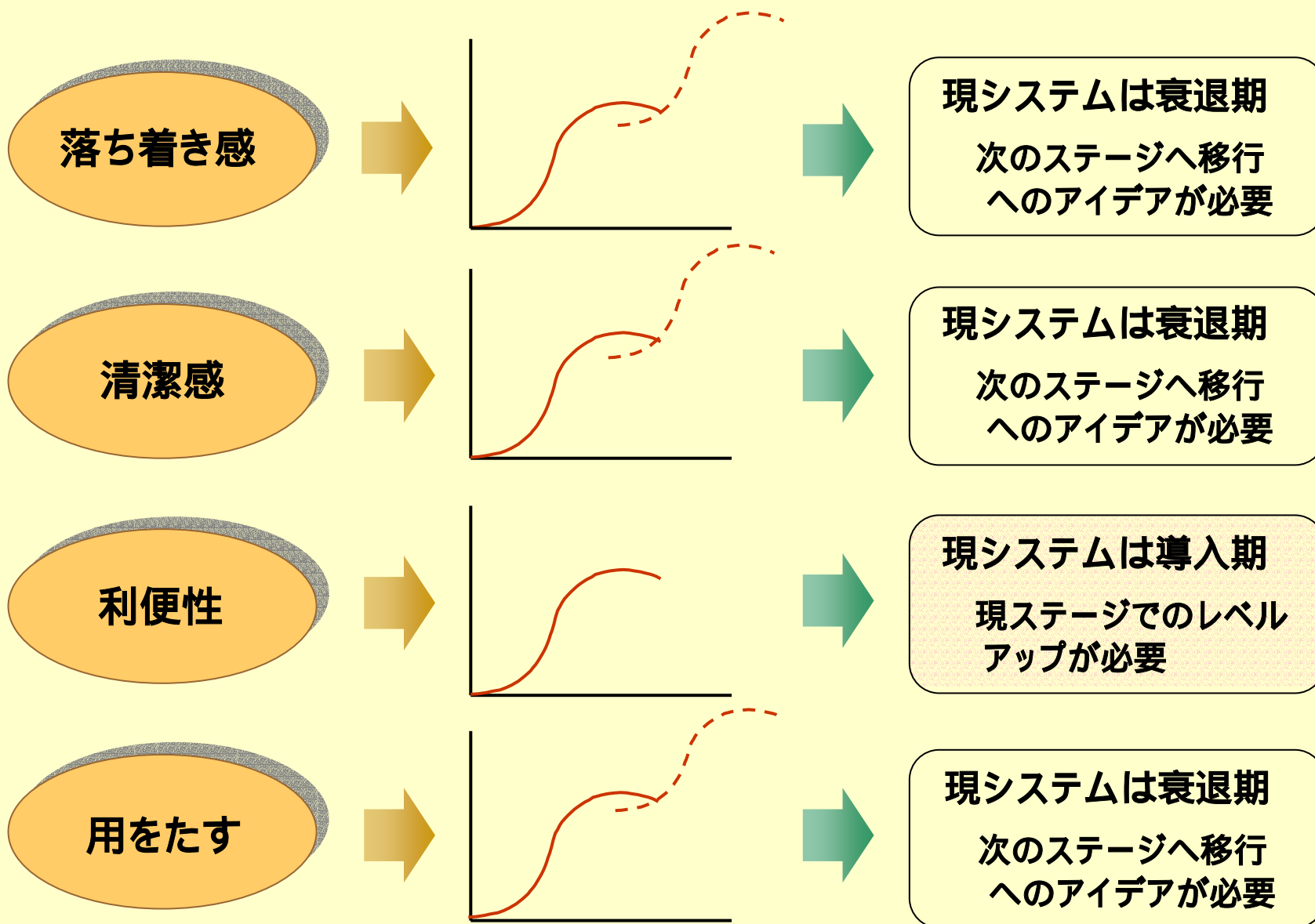
落ち着き感を増す

合わせ持つ空間となった。

● 要求機能の整理（機能系統図）



● お客様要求項目の進化ステージ(現在の位置付け)



● 開発コンセプト



落ち着いた感
リラックス
気分転換

用をたす
機能向上
(便器・処理装置など)

清潔感
清潔さの維持

快適な
サニタリースペース

利便性の向上
化粧直し
着替え・おむつ交換
ユニバーサルデザイン

リラックス
&
リフレッシュ空間
(気分転換・変身ステージ)

- ・女性トイレの充実
- ・男性小用トイレのスペース拡大
- ・アメニティーの高い空間
- ・だれもが使いやすい構造
- ・清潔感

新しい方向性として…

トイレ利用のもう一つのモチベーションは気分転換
女性は化粧を直し、男性は身だしなみを整え気分
を入れ替える。

旅・ビジネス・帰省 あらゆる目的に対応するくつろぎ感と清潔感…
あらゆるお客さまへ、ゆとりの空間を提供する

● 快適なトイレ空間のモックアップ



共用トイレ・洗面所外観



女性エリアサイン



・パウダーコーナー
・フィッティングエリア



女性用個室

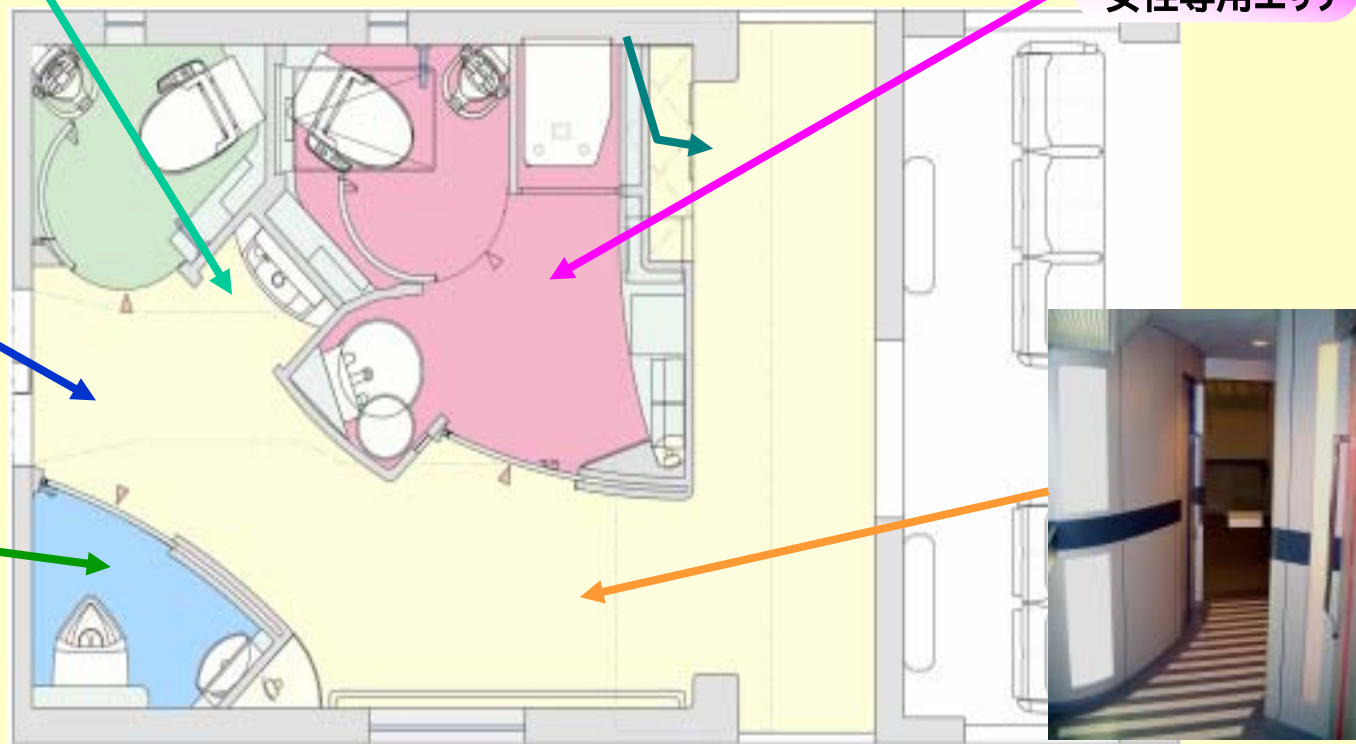


女性専用エリア

通路・男子小便所サイン



男子小便所内部



車両用快適トイレアウト

通路・光の柱

TRIZ + VE手法は、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

- ・ 将来の技術進化を見据えた開発項目が明確になる
- ・ 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

● TRIZ + VE手法の展開 鉄道車両室内の価値創造



快適な室内空間の研究

〈未来(5年後)の社会環境〉

- ・急激な少子化と高齢化社会
- ・女性の社会進出と団塊世代の定年
- ・ユニバーサルデザインの定着
- ・余暇時間の増大(レジャー志向)
- ・地球環境問題
- ・クリーンな循環型社会
- ・情報化社会

心豊かな移動空間

～ 私だけの特別な空間 ～

- ・目的に合わせた時間を過ごせる空間
- ・リラックス感、自由感を増す空間
- ・利便性に富んだ空間
- ・感動を与える空間

お客様の多様な価値観

- ・個人重視
- ・自己実現
- ・健康志向
- ・本物志向
- ・自然志向

〈心豊かな生活空間〉

360Km/h...それは特別な経験
速いスピードで移動するだけでなく
私だけの特別な経験

一度だけしか乗らないかもしれない...
毎週のように乗るかもしれない...
あるときふと気付く...
新鮮な発見、素敵な驚き

照明

空調

サニタリースペース

室内
デザイン

座席

情報

目的別
スペース



TRIZ

鉄道車両室内の快適性向上

～快適な車両用トイレ空間の開発～

VE

