

USIT適用事例 3. 水洗トイレを節水化する問題

適用事例： 水洗トイレを節水化する問題

出典：

- [1] 事例作成・発表： 'Practical Case Study of Resolving the Physical Contradiction in TRIZ; Super Water-Saving Toilet System Using Flexible Tube', Hong Suk Lee and Kyeong-Won Lee (Korea Polytechnic Univ., Korea), TRIZ Journal, Nov. 2003
- [2] 和訳紹介： 「物理的矛盾を解決したTRIZの实地適用事例： フレキシブル・チューブを使った超節水型トイレ・システム」、Hong Suk Lee & Kyeong-Won Lee (Korea Polytech. Univ.、韓国)、福澤英司・中川徹 訳、『TRIZホームページ』掲載、2004年 1月 8日
- [3] 事例紹介： 「新しい世代のやさしいTRIZ」、中川 徹、第1回TRIZシンポジウム、基調講演、2005年 9月 1日～3日、ラフォーレ修善寺；『TRIZホームページ』掲載、2005.9.20
- [4] 今回記述： 中川 徹、2015. 5.13

USIT適用事例 3. 水洗トイレを節水化する問題

はじめに： 本適用事例の概要と意義

この事例は、韓国のProf. Kyeong Won Leeのグループが開発し、2003年に（オンラインの）TRIZ Journal で発表したものである。

水洗トイレというのは、1874年の特許であり、その後 100年余世界中で使われている。

便を流すときの使用水量を減らすことは、水需要が緊迫している世界の多くの地域での重要問題であり、世界の人々が永年知っていて、十分解決されなかった問題である。

その問題は、便器の後ろのS字管が、「必要なのだが、便を流すときには邪魔になる」ことに起因することは誰もが知っている。

これを、TRIZでいう「物理的矛盾」だと認識し、アルトシュラーの「分離原理」で解決した。単純で、明快であり、その考えるプロセスは広い応用を持つ。

この事例は、TRIZの「物理的矛盾」とその解決法を学ぶ最良の素材である。

本USIT適用事例集は、(狭いUSITではなく)「創造的な問題解決の方法」一般を「6箱方式」で説明するものであり、本件を適用事例の第3に採録した。

原著者らの発表は、商品化のための検討もいろいろ記述している。

日常の重要な問題を、物理的矛盾としてとらえ、解決した例

USIT適用事例 3. 水洗トイレを節水化する問題

目次

タイトル・出典・はじめに・目次

Step1: 問題を定義する

- (1) 準備: 開発プロジェクト
- (2) 問題意識を明確にし、焦点を絞る
問題を捉える、QFD、課題宣言文、
スケッチ、根本原因、

Step2: 問題を分析する

- (A) 現在のシステムを理解する:
 - (A1) 空間に関する特性を知る
 - (A2) 時間に関する特性を知る
 - (A3) 属性(性質)の分析
 - (A4) 機能(働き)の分析
 - (A5) 問題の本質の理解: 矛盾の確認
物理的矛盾
- (B) 理想のシステムをイメージする
 - (B1) 分離原理による考察
 - (B2) Particles法による考察
望ましい振舞いと、望ましい性質

Step 3: アイデアを生成する:

- (1) 分析結果を活用する
分離原理からのアイデアの発想、
分析を統合した基本的なアイデア

Step 4: 解決策を構築する:

- (2) 解決策(案)を構築する
解決策を構築した、ひとりでに上げ下げ
- (3) 報告をまとめる
問題解決プロジェクトとしての結論

Step 5: 解決策を実現する (USIT外の企業活動)

- 設計と試作、
性能テスト・信頼性テスト、
特許と実用化・製品化のその後

適用事例全体像 (「6箱方式」でのまとめ)

[事例3 水洗トイレ] Step 1: 問題を定義する (1) 準備: 開発プロジェクト

現実世界で問題を捉え、問題解決のプロジェクトを起こす

(1) 準備: 水洗トイレの節水化技術を開発するプロジェクトを立てる

このページは、原著論文と、原著者からの聞き取りに基づいて、中川が記述した。

状況: 水洗トイレの消費水量の大きさは重大な世界的。社会的に問題であり、これを解決するアイデアを作って、特許ライセンスでビジネスにしたい。

目標: 習得済みのTRIZを使って、水洗トイレの「超節水化」の技術を開発する。その成果を特許化して、メーカーにライセンスしビジネスの利益を得る。

プロジェクト: Prof. K.W. Lee が起こしているStart Up 企業 (Korea Item Development, Inc.) 内の一つの開発案件として行う。

形態など: 不詳。少人数(2人~数人)での技術開発プロジェクト。

チーム: 不詳。 Hong Suk Lee 氏が主担当。Prof. K.W. Leeが指導。

テーマ分野: 衛生設備。日常必須の生活用品である。

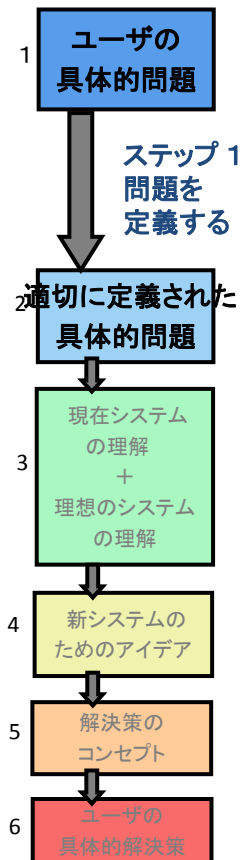
[事例3 水洗トイレ] Step 1: 問題を定義する (2)問題を明確にし、焦点を絞る

問題を明確にし、焦点を絞る

原著論文の記述によると:

- ・ 韓国は、水不足の国の一つであり、水不足は重要な社会問題である。
- ・ さまざまな節水技術が必要だが、その中で、水洗トイレの節水化が重要。
- ・ 家庭で消費する水の27%がトイレ、商業ビルでは50%以上がトイレの水だという。
- ・ 従来便器では一度に13リットルの水を使う。(節水型でも 6リットル)

また、原著論文では、顧客ニーズの理解と問題の絞り込みに、QFDを使ったという。



顧客ニーズ

1. 汚物の除去
2. 便器容器の洗浄
3. 汚水浄化槽からの悪臭防止
4. 水不足時代における最近の洗浄のための節水
5. 洗浄時の騒音の低減

設計パラメータ

.....	ストラップ構造
	ない方がよい	
	ない方がよい	
	必要	
	ない方がよい	
	ない方がよい	

しかしこのQFDは論文の体裁上の追加であり、実際にはS字管の問題に直接に問題を絞ったという

[事例3 水洗トイレ] Step 1: 問題を定義する (2)問題を明確にし、焦点を絞る

日常の重要な問題を、物理的矛盾としてとらえ、解決した例

Hong Suk Lee & Kyeong-Won Lee (韓国), TRIZ Journal (2003年11月)、
『TRIZホームページ』(2004年1月)

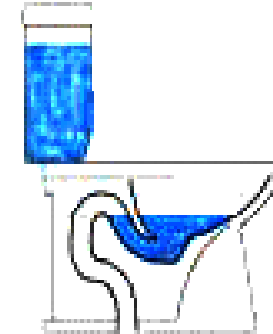
USITの標準書式による
問題定義

Step 1: 問題を定義する

(a) 望ましくない効果: 水洗トイレは、清潔で便利だが、便を流すときに多量の(6~13ℓ程度の)水をどっと流す必要があり、貴重な水を浪費する。特に世界には乾燥地帯/期間があり、重要な問題である。

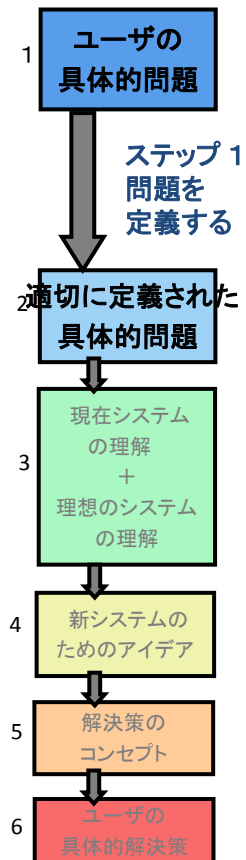
(b) 課題宣言文: 水洗トイレで、便を流すときに必要な水の量を、大幅に削減する。

(c) 図解: 便を流すときは、貯水槽の水をどっと便器に入れて、流す。



(d) 考えられる根本原因: 便器の後ろで配管をS字状に高くしているため、これを乗り越えて便を流すために多量の水を要する。

(e) 関連する最小限のオブジェクト: 便器、便、水(便器内に貯めてある水、追加の水)、S字管、下水または汚物層、貯水槽

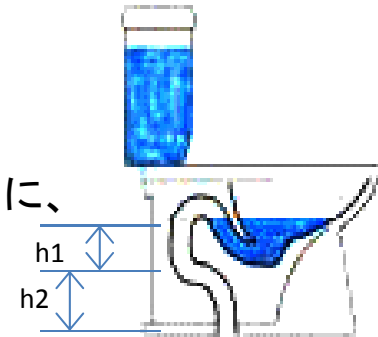


[事例3 水洗トイレ] Step 2: 問題を分析する (A) 現在のシステムを分析する

Step 2: 問題を分析する (A) 現在のシステムを分析する

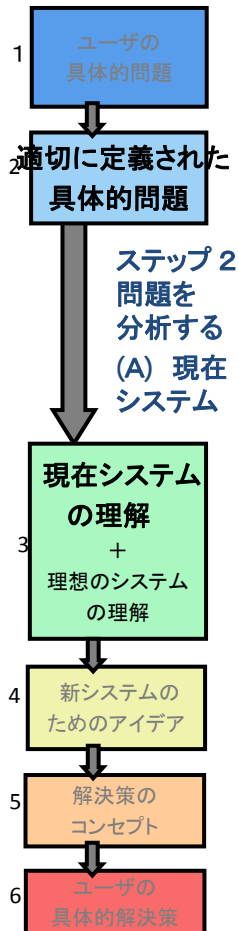
(A1) 空間に関する特性を知る

便器後部の配管をS字形にしているのは、通常時(特に便器使用時)に便器内に水を溜めておくために、便器の底の出口 + 15cm程度の高さが必要、便を流すときにサイフォン効果を利用するには、管の最下端は便器の底の出口 - 10~20cmが必要。



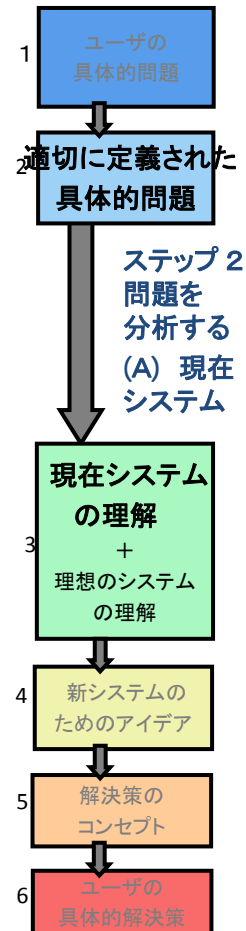
(A2) 時間に関する特性を知る

つぎのサイクルを繰り返す：
平常時： 便器内に水を張っておく（臭気を絶つ、乾かさない）
使用時： 便器内の水に便を落として保持（器壁に付かない）
使用終了時： 人がレバーを回し、便器内に追加の水をどっと入れる。
水面がS字管の山を越えて、水と便が流れていく。
サイフォン効果により水が全部流れて、空になる。
その後、水を入れて、S字管の山の位置まで水を張る。



[事例3 水洗トイレ] Step 2: 問題を分析する (A) 現在のシステムを分析する

(A3) 属性(性質)の分析



オブジェクト	水の必要量を助長する属性	水の必要量を抑制する属性	水の必要量に直接関係しない属性
便	硬さ、量		
水	追加の水量		水質
便器	底部分の容積(水の保持量)	器壁の滑らかさ、便器内の水流設計	上部分高さや形、材質、色
S字管	最上部の高さ(h1)、太さ	最下端の位置(h2)	材質、色、

(A4) 機能(働き)の分析

便器の後ろの管をS字にしている目的は、

平常時と便器使用時に便器内に水を張っておく。

(排便管の先は汚物槽または下水だから、その悪臭を断つ。

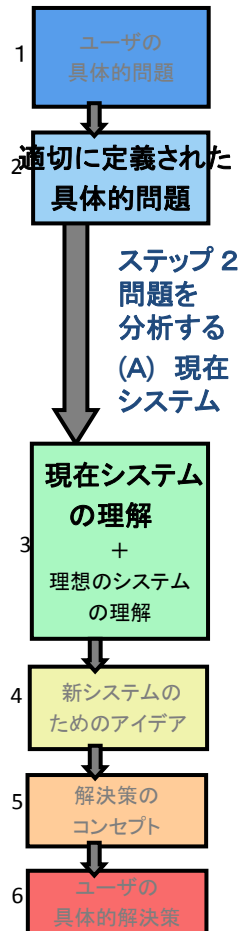
便を受けても器壁にこびり付かないようにする。)

便を水で流すとき、サイフォン効果で全部が一旦流れるのも利点。

ただし、S字にしているために、水をどっと流す必要があるのが欠点。

[事例3 水洗トイレ] Step 2: 問題を分析する (A) 現在のシステムを分析する

(5)問題の本質の理解： 矛盾の確認



問題の本質(困難さの本質的な理由)は何か？

==> S字管が、有用なのだが、便を流すときは「邪魔」になる。

そのことをもっとはっきり言え：

==> S字管は、必要であり、また、無い方がよい。 (<=「邪魔」)

これを「矛盾」として認識せよ：

==> 「S字管の存在」を要求する かつ 「S字管が存在しない」ことを要求する。

==> これは、「S字管の存在／非存在」に関する(TRIZでいう)「物理的矛盾」である。

この矛盾する要求は、時間、空間、その他の条件で分離できないか？

==> 時間(そして条件)で分離できる。

平常時： 「S字管の存在」を要求する

便を流すとき： 「S字管が存在しないこと」を要求する

このページが、TRIZの問題解決法の真骨頂である。

[事例3 水洗トイレ] Step 2: 問題を分析する (B) 理想のシステムをイメージする

(B) 理想のシステムをイメージする

(1) 「物理的矛盾」に関するアルトシュラーの方法(「分離原理」)での考察

時間(=条件)で分離して、要求を別々に完全に満たす解決策を作れ:

==> 平常時: S字管有り(現在の状態)

便を流すとき: S字管なし。便器の後ろで管をそのまま下ろす。

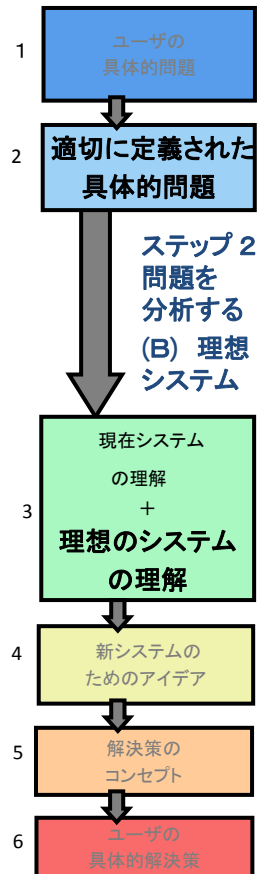
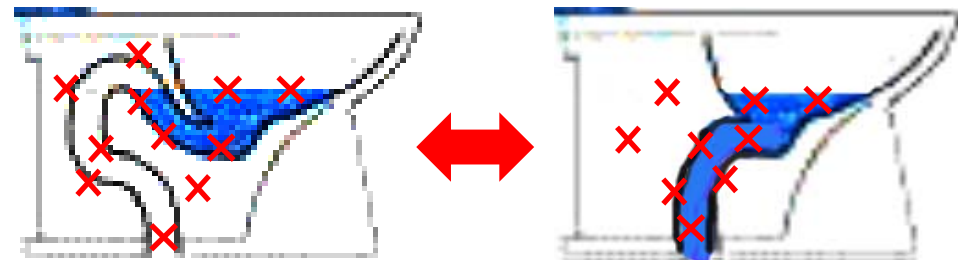
これらの解決策を同時に待たず解決策を作れ(この要求での「理想」):

==> 「平常時はS字管が存在し、便を流すときはS字管が存在しない」

注: この理想を実現するには、Step 3のアイデア発想に進み、
なんらかの発明原理を参照することを薦める。

(2) Sickafus のParticles法を使った考察

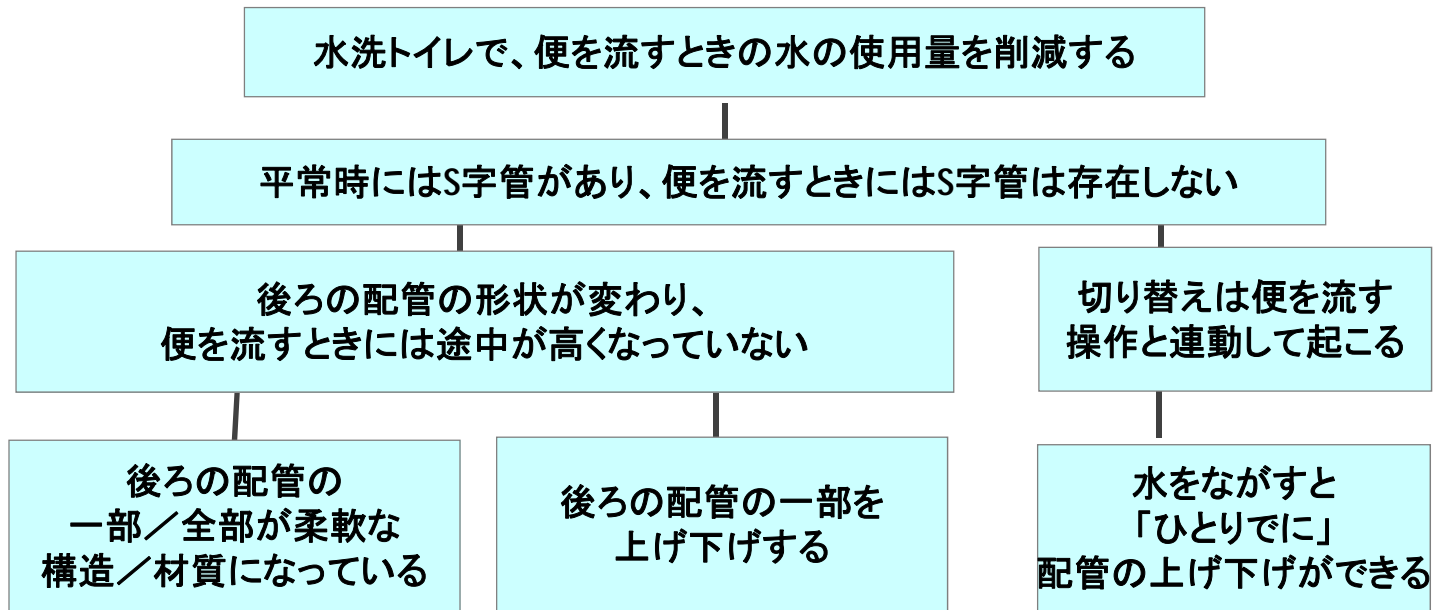
理想のシステムの
スケッチ
[上記の理想の考察による]



[事例3 水洗トイレ] Step 2: 問題を分析する (B) 理想のシステムをイメージする

Particles法による考察 (続)

望ましい振舞いの体系

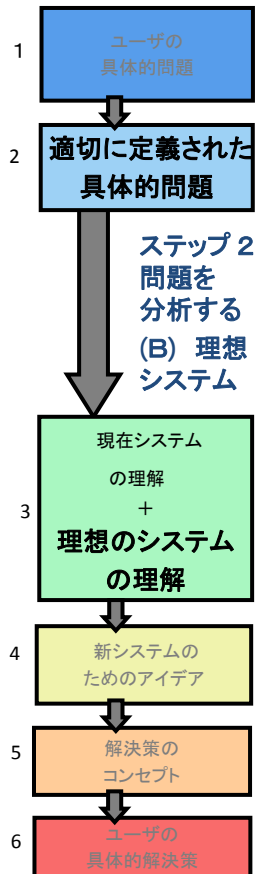


望ましい性質の列挙

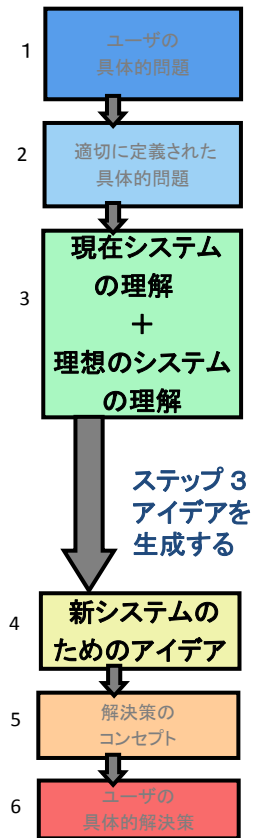
配管全体をプラスチック
 配管の一部をプラスチック
 蛇腹構造
 伸びちぢみ
 曲がる
 二股配管で切り替え

引っ張り上げる
 棒で支える
 バタンと倒れる
 鎖

機械的に連動
 鎖での連動
 電気仕掛け
 スイッチでモータ
 重りと滑車で動作
 配管内の水の重さ



[事例3 水洗トイレ] Step3: アイデアを生成する (1) 分析結果を活用する



(1) 「物理的矛盾」に関する「分離原理」からのアイデアの発想

要求: 「S字管」が、平常時には存在し、便を流すときは 存在しない

==> 「S字管」とは、現在の「金属の管」を意味しているわけでない。
管の途中が高くなっているからS字管と言っている。形状のこと。

==> 後ろの配管が、平常時にはS字状(途中が高い)、
便を流すときは、S字でない(途中が高くない)

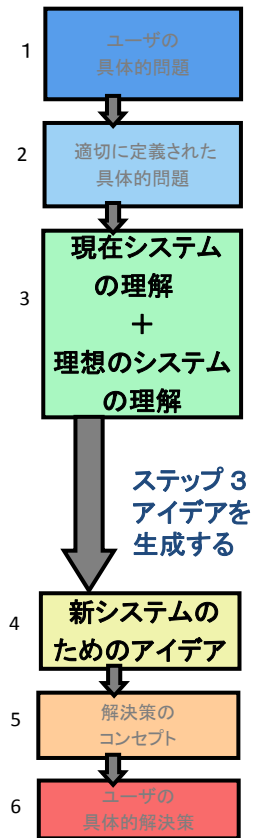
==> このように、時間帯(条件)に応じて、形状が変わればよい。

==> そのためには、管を柔らかい材料(プラスチックなど)で
作ればよい

これ以後の考察は、前のステップ(Step 2B)のParticles法での考察と同じ。

ここに記述しているような、観点の転換ができることが大事。
いくつもの例を学ぶとできるようになる。
発明原理を探してくるという考え方よりも、応用性がある。

[事例3 水洗トイレ] Step3: アイデアを生成する (1) 分析結果を活用する

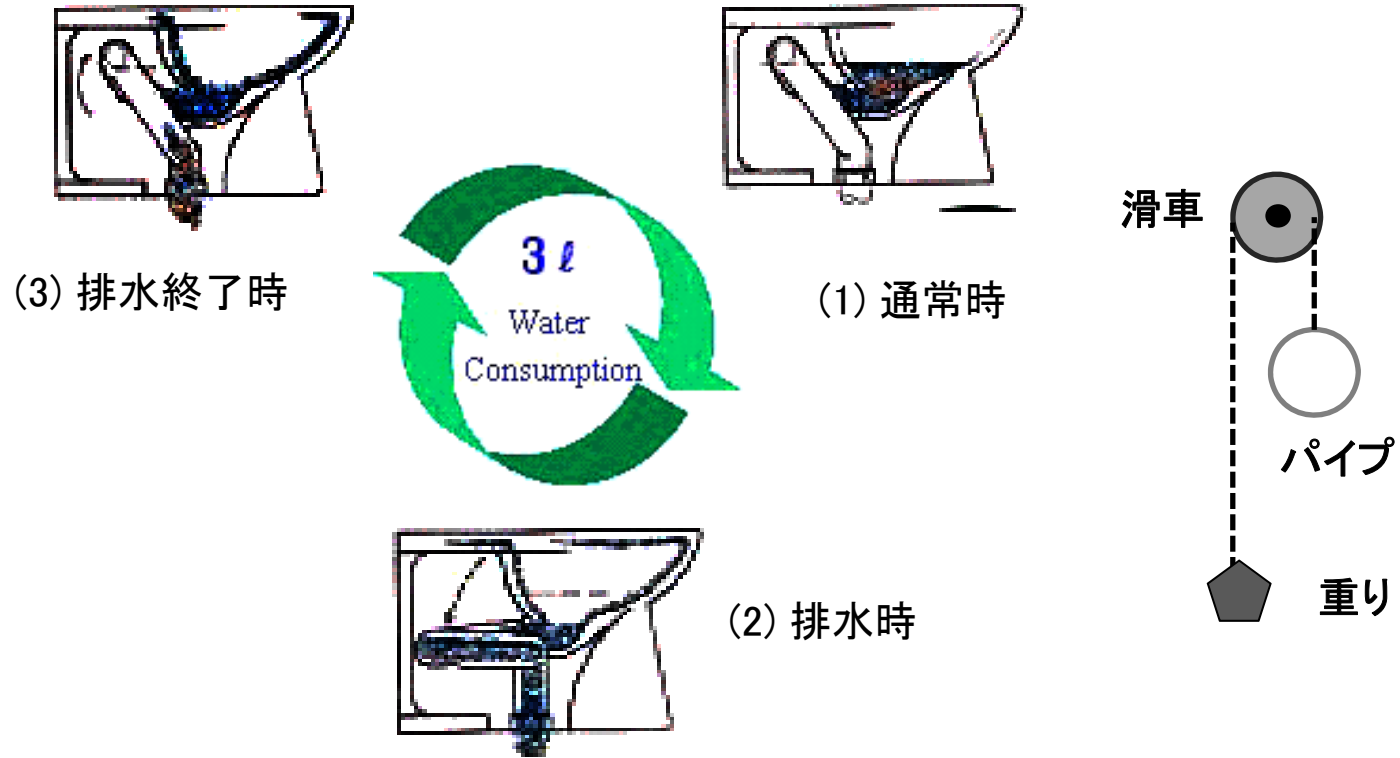
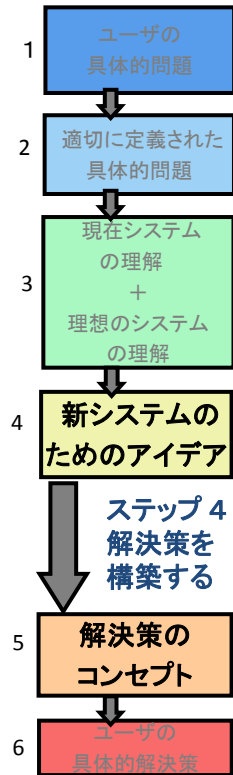


(2) 分析を総合した上での基本的なアイデア

- 後ろの配管を、平常時には途中を高くし(S字形)、便を流すときは下げる。
- このためには、配管の全部(または前後の2か所)を柔軟なプラスチック製にする。
- 配管の上げ下げでは、無理が掛からない(不都合が起こらない)ように、部分が適切に曲がることで実現する。
- 下げるときに「ボタンと倒れる」のがよい。
- 上げ下げは、便を流す操作と連動させる。
機械的リンクや電気など使わないのがよい。
- 鎖と滑車で配管を引っ張り上げ、
配管に水が入るとその重みで「ひとりでに」配管が下りる。

[事例3 水洗トイレ] Step 4: 解決策を構築する (2) 解決策(案)を構築する

前ステップの基本アイデアに基づき、解決策を構築した:

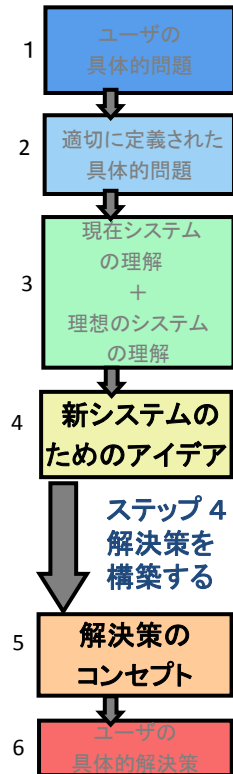


便を流すために水を入れると、配管内の水の重みが重りよりも重くなって、配管がバタンと倒れる。流れ終わるとひとりでに起き上がる。

「ひとりでに」は、TRIZの求める理想の一つ。

[事例3 水洗トイレ] Step 4: 解決策を構築する (3) 報告をまとめる

問題解決プロジェクトとして、全体をまとめた報告・提案を作る



本件は、小規模なStart up 企業で実施されたプロジェクトであるから、通常「問題解決チーム」から「親プロジェクト」への社内報告と、親プロジェクトによる意思決定というプロセスを取らなかったと思われる。

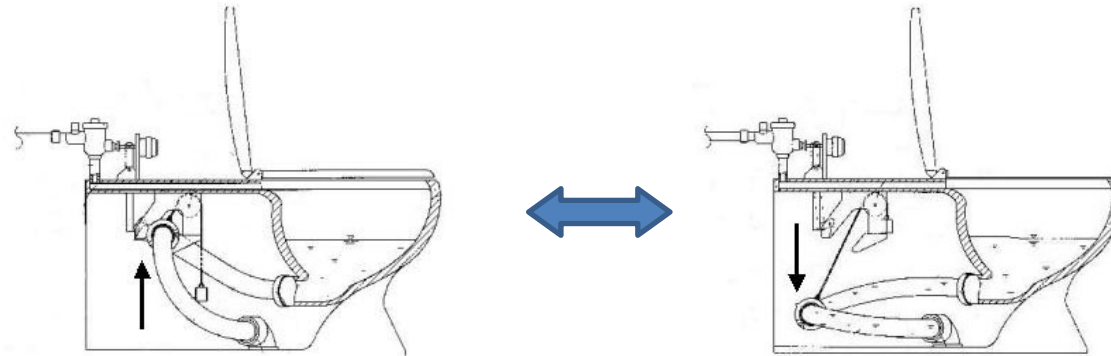
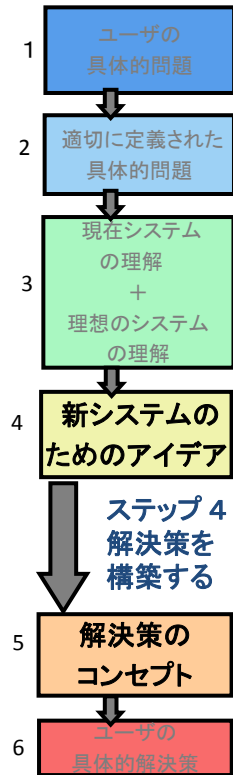
「よい解決策が得られた」と判断され、すぐにStep 5の設計・試作、有効性と性能の評価、特許化、ライセンス提供の模索などに進んだ、と思われる。

「問題解決プロジェクト」としての結論は以下のようである。

- (1) 水不足問題を解決する重要な技術として、水洗トイレの使用水量を大幅に改善する技術を開発した。
- (2) 「S字管が排水の際に邪魔になる」という問題を、TRIZの物理的矛盾として捉え、フレキシブルな管の導入により、完全に解決した。
- (3) 使用水量は、通常の13リットル(または6リットル)から、3リットルにした。
- (4) 今後、試作し、有効性を検証し、排水管の詰まりなどの問題をクリアして、特許取得、ライセンス供与、実用化に進む。
- (5) TRIZ適用事例として、学会等に報告する。

[事例3 水洗トイレ] Step 5: 解決策を実現する (USIT外の 企業活動による)

出来上がった解決策を、設計し、試作した。



商業施設向け:
フラッシュバルブを使い、水タンクなし。



一般家庭向け:
3リットルの水タンクを持つ。

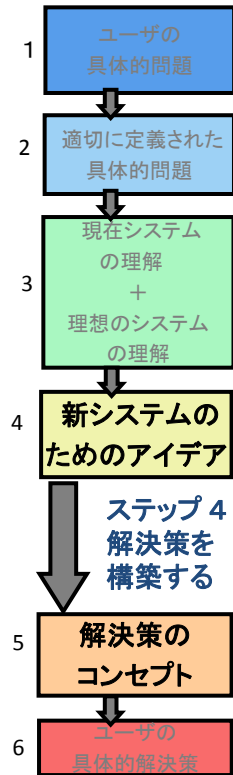
便器に後ろの管は、フレキシブルで、温度変化に強く、丈夫で、耐酸性があり、抗菌性を持つ材料で作った。

フラッシュバルブ (自閉水栓) は通常の小便用のものを用いた。

[事例3 水洗トイレ] Step 5: 解決策を実現する (USIT外の 企業活動による)

性能テスト・信頼性テスト

これは、原著論文の記述をまとめたものである。

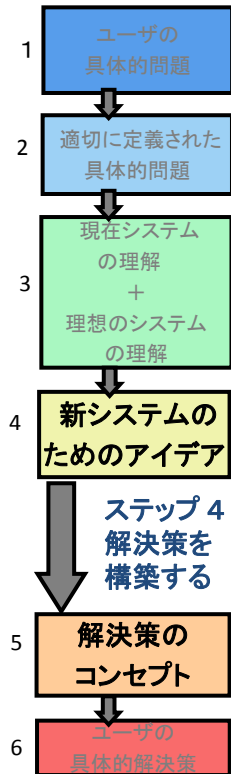


- (1) 便器の洗浄性能を規定するKS(韓国標準) L 1551基準に従い、しわくちやにした紙とアニリン染料によるテストを実施した。
使用水量を繰り返し測定し、3リットル (±0.5リットル) の使用量である。
- (2) フラッシングバルブを1分間に4回押す装置を使って、繰り返し動作テストを行い、16.5万回の動作(20年間相当)で、同等の耐久性能を持つことを実証した。
- (3) 塩酸および漂白剤に対する耐性テストも問題なし。
- (4) 便器の下の排水パイプは、通常直径100mmで、傾斜1/50、材料はポリ塩化ビニルまたは鉄である。
節水型便器のPVCパイプの流動性テストを行い、つまりは生じなかった。
また、地下鉄の一つの駅の公衆トイレに実際に据え付け、下流の長さ30mの鉄製パイプの内側を産業用内視鏡を使って調べたが、異常はなかった。
- (5) トイレの排水に伴う騒音が、共同住宅で夜中に問題になることがある。
実地に測定した結果、従来型便器の騒音が70dbに対し、今回のものは60db。
騒音レベルは約1/3になった。

以上、まとめると、消費水量 3リットルで、信頼性のある節水型水洗トイレができた。

[事例3 水洗トイレ] Step 5: 解決策を実現する (USIT外の 企業活動による)

特許と実用化・製品化のその後



- (1) 原著者らは、2003年11月に原著論文を TRIZ Journal に掲載、公表した。
- (2) 原著者らは、特許申請を韓国・シンガポール・米国に出願し、上記の公表段階ですでに米国特許が認可されたという。
- (3) 原著論文を、福澤英司(東陶株式会社)・中川徹で和訳し、2004年1月8日に『TRIZホームページ』に掲載した。
- (4) 上記和訳の「訳者あとがき(福澤英司、2003.11.11)」の議論は、貴重だが、やや輻輳している。
 - (a) TOTO は、固定ストラップ式の6リットル節水トイレを開発して、米国で販売中。下水本管までの搬送のために、6リットルを要する。
 - (b) 20年以前に、2リットルの水で、エア加圧を利用して下水本管まで搬送するシステム(米国技術)を発売したが、日本の都会の水道局では(詰まりを警戒して?) 許可が下りなかった。
 - (c) 真空搬送式トイレシステムは、通産省が認可、商品化されている。
 - (d) 日本で、松下電工が「ターントラップ式洗浄便器」を商品化している。
- (5) 2004年の時点で、TOTOも松下電工も、本件の特許に対してクレームをつけることをしなかった、また、ライセンスによる商品化に関心を示さなかった。

本件のその後の特許、商品化、実用普及の状況は不詳。

適用事例3. (全体像) 水洗トイレを節水化する問題

日常の重要な問題を、物理的矛盾としてとらえ、解決した例

H.S.Lee, K.W. Lee (韓国)(2003)

