

2026 年度夏期
グラデュエーションペーパー
予稿

題 目	
<p>(株) リバティソリューションにおける『宇宙トイレ』開発の事業化戦略</p> <p>～事業化への障壁、超克の方向性～</p>	
技術経営論文	ビジネス企画提案

学籍番号	8824111	氏名	新野 緒
------	---------	----	------

教 員	
主査	岸本 太一 准教授
審査委員 担当	日戸 浩之 教授

東京理科大学大学院 経営学研究科 技術経営専攻

「(株) リバティソリューションにおける『宇宙トイレ』開発の事業化戦略

～事業化への障壁、超克の方向性～」

目次

第 1 章 開発着手の成就、事業化への直感的な懸念

- 第 1 項 日本初の宇宙トイレシステム開発への挑戦
- 第 2 項 1 敗 1 勝～共同提案の成就と不採択
- 第 3 項 外注しても進展しない開発計画 ～研究動機～
- 第 4 項 本研究の目的、研究手法、構成 ～採用する分析視角～

第 2 章 実態把握と分析に活用する戦略理論

第 1 節 ポジショニング ～6 つの対象～

- 第 1 項 狙う顧客セグメント
- 第 2 項 顧客満足と差別化要因
- 第 3 項 製品・サービスのラインナップ
- 第 4 項 製品・サービスのアーキテクチャー
- 第 5 項 エコシステムの分業構造
- 第 6 項 エコシステムの収益構造

第 2 節 リソース ～核を取り巻く構成要素 ①～

- 第 1 項 リソース（資源）の捉え方
- 第 2 項 リソースの蓄積先と各プレイヤーの活動の関係

第 3 節 ストラクチャー ～核を取り巻く構成要素 ②～

- 第 1 項 広義の競争構造と利潤吸引力
- 第 2 項 業界に対する総需要量
- 第 3 項 各媒体への需要と利潤の分配比率
- 第 4 項 他者のポジショニングと各対象の業界構造
- 第 5 項 ポジショニングの各対象に関する業界構造

第 4 節 PRES ダイナミクス ～構成要素間のダイナミクス～

- 第 1 項 ポジショニングとその考慮要件 ～関係その 1～
- 第 2 項 ポジショニングとその結果 ～関係その 2～
- 第 3 項 ポジショニングとその結果 ～関係その 3～

第 3 章 宇宙トイレ事業を取り巻く「業界構造」 ～その実態と変化～

第 1 節 宇宙トイレの製品タイプと最終ユーザー

- 第 1 項 宇宙トイレ業界の市場規模と捉え方 ～システムの一部である宇宙トイレ～
- 第 2 項 宇宙トイレの製品タイプと最終ユーザー① ～これまでの設置先～
- 第 3 項 宇宙トイレの製品タイプと最終ユーザー② ～将来の設置先～
- 第 4 項 最終ユーザーを自国に持たない日本 ～日本企業の関わり方～

第 2 節 宇宙トイレの部品構造・サプライチェーン

第1項 宇宙トイレの部品構造

第2項 宇宙トイレのサプライチェーン① ～現状と主要プレイヤー～

第3項 宇宙トイレのサプライチェーン② ～変化の兆しと方向性～

第4項 宇宙トイレの研究開発と発注のプロセス

第3節 宇宙トイレ開発の競争相手、その推移

第1項 需要の推移

第2項 これまでの競合他社とその歴史的概要

第3項 現在の競合他社と業界構造 ～アメリカメーカーのブランド寡占状態～

第4項 補助サービスのニーズ：遠隔監視と運用支援

第5項 補修サービスのニーズ：宇宙ロジスティックスとスペア供給

第6項 トレーサビリティのニーズ：デジタルツイン、CBM、故障予兆

第7項 価格のニーズ：価格競争力は単価でなくトータルコストで評価される

第8項 ニーズに対する市場整理

第4章 自社宇宙トイレ事業の「事業化戦略」 ～その内実と問題点～

第1節 宇宙トイレ事業に関連する「保有資源」

第1項 宇宙トイレ事業に活用できそうな「保有技術」

第2項 宇宙事業に活用できそうな「コネクション」～製造・開発関連～

第3項 宇宙トイレ事業に活用できそうな「コネクション」～販売・資金調達関連～

第4項 宇宙トイレ事業に活用できそうな「その他の保有資源」

第2節 「ポジショニング」と「事業化のシナリオ」

第1項 顧客セグメント

第2項 顧客満足と差別化要因

第2項 製品サービスのラインナップ

第4項 製品サービスのアーキテクチャー

第5項 エコシステムの分業構造

第6項 エコシステムの収益構造

第7項 現在想定している事業化のシナリオ（時間展開）

第3節 現行の戦略では事業化に繋がらない ～その理由と論理～

第2項 顧客適合とのズレが発生する原因

第5章 開発段階のままゾンビ継続する恐れ ～裏の戦略の存在と影響～

第1節 ゾンビ継続を可能にする裏の戦略の存在

第1項 事業化に繋がらない現行の戦略を続ける恐れ

第2項 現行の戦略を継続する理由①～目的は事業化ではなくゾンビ継続～

第3項 現行の戦略を継続する理由② ～継続を可能にする裏の戦略の存在～

第4項 現行の戦略を継続する理由③ ～現行の戦略は裏の戦略に貢献～

第2節 裏の戦略が採用する「ポジショニング」

第1項 裏の顧客セグメント

- 第2項 裏の顧客満足と差別化要因
- 第3項 裏の製品・サービスのラインナップ
- 第4項 裏の製品アーキテクチャ
- 第5項 裏のエコシステムの分業構造
- 第6項 裏のエコシステムの収益構造

第3節 裏の戦略に関連する「保有資源」と「業界構造」

- 第1項 裏の戦略を支援する保有資源 富裕層
- 第2項 裏の戦略を支援する保有資源 公的機関
- 第3項 裏の戦略を支援する業界構造 5 フォース 富裕層
- 第4項 裏の戦略を支援する業界構造 5 フォース 公的機関

第4節 裏の戦略がゾンビ継続を可能にするメカニズム①～資金獲得編～

- 第1項 資金提供者のニーズに適合する差別化要因の提供
- 第2項 差別化実現を可能にする保有資源と分業構造
- 第3項 選択した差別化が効果を発揮する顧客セグメントを選択
- 第4項 それらの顧客へのコンタクトを容易にする資源の保有

第5節 裏の戦略がゾンビ継続を可能にするメカニズム②～資金節約・PJ 補填編～

- 第1項 原因は資金の獲得だけでなく節約の達成にもあり
- 第2項 分業構造と資金分配の選択が資金節約に貢献
- 第3項 選択実現の背後に保有資源と業界構造あり
- 第4項 介護ロボット PJ のみでは消えつつある一連のメカニズム
- 第5項 宇宙トイレ PJ の現行戦略がメカニズム持続を補填

第6章 ゾンビ存続からの超克戦略 ～事業化実現に向けた戦略提案～

第1節 研究成果に基づく事業化実現に向けた戦略提案

- 第1項 蓄積した開発資源を他社に移転 ～基本方針～
- 第2項 自社保有技術資源移植の基礎シナリオ
- 第3項 連携機関先での成長と資源吸引により社会実装を実行してゆく

第2節 改革案を経営トップが賛同する理由と配慮

- 第1項 納得する理由
- 第2項 配慮

第7章 本ペーパーの貢献と課題

総括

第1節 本研究の貢献

- 第1項 新規開発が停滞する原因を戦略論で俯瞰して把握
- 第2項 原因・論理分析に基づいて、事業化に向けた改革の方針を考案・整理
- 第3項 開発 PJ が事業化しないままゾンビ継続するメカニズムについて詳細な事例研究を蓄積

第2節 本研究の課題

あとがき ～設計と実践でゾンビは生き返る～

引用・参考文献

謝辞

第 1 章 開発着手の成就、事業化への直感的な懸念

筆者は、念願であった「宇宙トイレ」ビジネスに携わる職への転職を実現したものの、宇宙トイレ開発は事業化されないまま停滞していた。その原因を究明したところ、表向きの戦略とは異なる「資金集めのビジネス化」という裏の事業戦略に、停滞の原因があることが判明した。本稿では、自社における事業化の方向性を検討するとともに、開発資源を他社へ移転する方策を提示する。

本論文の構成は、以下のとおりである。第 2 章では、実態把握と分析に用いる理論である事業戦略論について説明する。第 3 章では、宇宙トイレ事業を取り巻く業界構造と、その実態および変化について解説する。第 4 章では、自社の宇宙トイレ事業における事業化戦略の内実と問題点について詳述する。第 5 章では、開発段階のまま「ゾンビ継続」する可能性について、「裏の戦略」の存在とその影響を述べる。そして第 6 章では、ゾンビ継続からの超克に向け、事業化を実現するための戦略を提案する。

以上、本稿における研究のアプローチについて説明した。次章では、研究に用いる分析方法について説明する。

第 2 章 実態把握と分析に活用する戦略理論

本論文では、実態を把握するため、主として筆者自身の経験や業務、ならびに経営層トップへのインタビューを通じて事実を収集した。

収集した事実については、大きく二つの枠組みを用いて、「現行の戦略」と「裏の戦略」の実態把握および分析を行った。分析に当たっては、実態を把握するための理論的枠組みを検討した。

ビジネスモデルにはさまざまな定義があるが、本研究では、岸本太一著『イノベーション応用型新興国事業戦略論』における定義を用いる。

分析には、岸本（2024 年）が提唱する「PReS 分析」の理論を用いる。PReS 分析は、戦略を「市場におけるポジショニングと構造設計」として捉える静的視点と、「戦略の構成要素における時間的展開の描写」として捉える動的視点の二つによって定義したものである。

その構成要素は、ポジショニング（P）、リソース（Re）、ストラクチャー（S）の三つからなる。これらの構成要素のダイナミクスを分析するため、それぞれの頭文字を取って「PReS 分析」と呼ばれている。

これは、経営資源や業界構造に与える影響を考慮しながらポジショニングを選択し、中間目標を設定して方向性を決定していくという考え方である。したがって、これらの構成要素には相互関係が存在する。ビジネスモデルを分析するうえでは、その関係性を考慮しながら、時間的展開を描写することも必要とされている。

以上が、本研究で用いる分析理論である。次章からは、本理論を用いて自社事業の現状を分析する。

第3章 宇宙トイレ事業を取り巻く「業界構造」 ～その実態と変化～

前章までに、本ペーパーで活用する分析枠組みの説明を終えた。ここからは、既存事業を取り巻く業界構造を把握する。

まず、宇宙トイレ事業を取り巻く「業界構造」の現状を確認する。

現在、人類が保有する宇宙ステーションは二つある。一つは国際宇宙ステーション（ISS）であり、もう一つは中国の宇宙ステーション「天宮」である。残念ながら、天宮は中国の国家事業であり、その運用は軍が管轄しているため、日本を含む欧米の宇宙トイレメーカーは参入することができない。

ISS は 2030 年に退役が予定されており、NASA が商業低軌道拠点（Commercial Low Earth Orbit Destinations：以下、CLD）と呼ばれる民間宇宙ステーションからサービスを購入する形態への移行が進められている。現在、四つの CLD が打上げに向けて開発されている。仮に、この四つすべてが宇宙空間に設置され、一つの宇宙ステーションに 2 台のトイレが搭載されるとすると、1 台当たり 33 億円×8 台となる。すなわち、宇宙トイレ開発の市場規模は、264 億円規模になると推計される。

日本には、独自の有人宇宙輸送手段が存在しない。さらに、宇宙トイレを接続する環境制御・生命維持システム（ECLSS）も保有していない。このため、宇宙トイレは国家戦略プロジェクトとして、事業化を目指すことを前提に開発事業者の公募が行われ、産業としての育成が進められている。

宇宙トイレはインフラであり、単なる付加価値設備ではない。補助サービスによる機能の提供がなければ、ミッションそのものを継続することができない。したがって、顧客のニーズは装置の購入そのものではなく、「装置が性能を発揮し、その役割を果たし続けること」にある。このため、長期的な収益確保と信頼性維持の中核を、保守・補修サービスが担っている。

信頼性を構成する中核的な要素は、以下の六つである。

1. 軌道上での稼働実績
2. 単価ではなく、トータルコストに基づく価格競争力
3. 稼働の持続性を担保するための宇宙ロジスティクスおよび予備品の供給
4. 信頼性を担保するためのトレーサビリティ、安全基準および品質マネジメント規格（JIS Q 9100 等）への適合
5. 材料の証明書、アウトガス試験、振動試験などを含む品質保証プロセスへの適合
6. 宇宙トイレは ECLSS と一体不可分であるため、接続先との互換性を確保した設計

以上が、自社を取り巻く業界構造である。次章からは、事業戦略理論を用いて、自社事業の現状分析を行う。

第4章 自社宇宙トイレ事業の「事業化戦略」 ～その内実と問題点～

本章では、自社の表向きのビジネス戦略モデルを分析する。これにより、分析の網羅性を担保する。さらに、第3章で整理した業界ニーズとの乖離を抽出し、問題点を明らかにする。

自社の宇宙トイレ事業における戦略構想は、自社の介護用自動排泄ケアロボットの技術を宇宙トイレに応用するものである。

ISS 宇宙トイレ



NASA

温水洗浄！

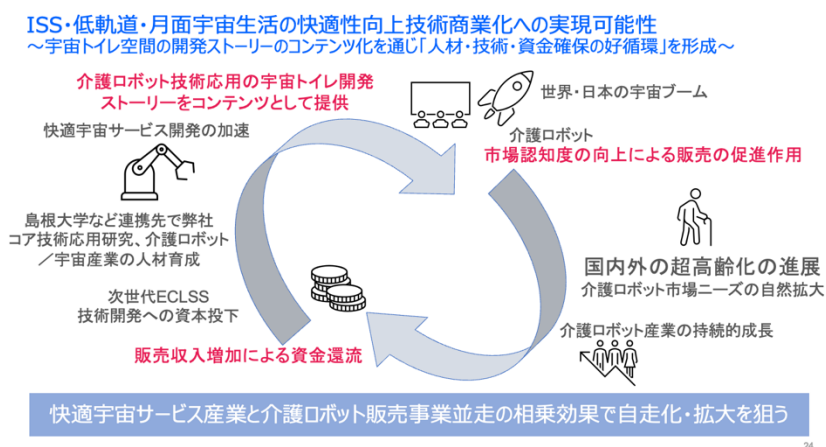
自動排泄ケアロボット



(株) リバティソリューション

吸い込むだけ

その開発ストーリーをコンテンツ化して発信することにより、既存の介護ロボットの市場認知度向上に貢献する。その結果、販売が促進され、売上向上によって得られた資金を宇宙トイレ開発に還流させるというものであった。



紙幅の関係から詳細な分析プロセスは割愛するが、分析の結果、現行の戦略では事業化につながらない要因として、顧客ニーズとの以下の四つの乖離が抽出された。

1. 顧客が設定する規格に適合していないこと
2. アフターサービスを提供していないこと
3. 顧客が納得できる見積根拠を提示していないこと
4. 顧客から求められる実績と自社が保有する実績が一致していないこと

さらに、顧客ニーズとの乖離が発生する原因として、以下の四つが抽出された。

1. 自社の開発能力の不足
 2. パートナーの開発能力の不足およびニーズ伝達構造の未整備
- 分業構造に起因する問題として、製品開発の委託先企業には、航空宇宙分野特有の高い安全性と、ミスが許容されない開発環境に対応できる品質管理体制が整備され

- ていない。また、共同提案先である地方大学についても、開発に必要な能力が不足している。
3. 製造能力およびサービス供給能力の欠如
自社には、研究開発段階から事業化に至った事業が一つも存在しない。
 4. 開発資金の不足および想定する資金供給モデルの不成立

第5章 開発段階のままゾンビ継続する恐れ ～裏の戦略の存在と影響～

第4章での分析から、現行の表向きの戦略では事業化にはつながらないことが明確にいえそうである。通常のビジネスモデルであれば、事業化につながらない戦略は変更されるはずである。しかし、筆者自身の観察では、事業化に向けた戦略転換を妨げる「裏の戦略」が存在しており、それが変更されないまま長期にわたって存続する可能性がある。

本章では、なぜ現行の戦略が変更されず、長期にわたって存続すると考えられるのか、その原因と論理について分析・考察した。

筆者は、じつは自社の目的が事業化ではなく「ゾンビ継続」にあるのではないかと考えている。では、ここでいう「ゾンビ継続」とは何か。先行研究では、赤字または不採算の事業が黒字化も拡大もしないまま、長期にわたって存続し続ける状態を「ゾンビ継続」と呼んでいる。ただし、本稿の分析対象は、「事業化前のプロジェクト」である。

そこで本稿では、「赤字状態にある研究開発（R&D）プロジェクトが、黒字化も事業拡大もしないまま、事業化前の段階で長期にわたって存続し続ける状態」を「ゾンビ継続」と定義する。

しかし、なぜゾンビ継続でもよいのであろうか。

リバティソリューションは、事業化済みの事業を一つも保有していない R&D ベンチャーであり、ファブレス、販売網レス、サービス網レスの経営形態を採っている。また、会社組織も正社員7名に圧縮されている。固定費が少ないため、長期間にわたって存続しやすいことが特徴であり、一般的な事業会社とは異なる。したがって、プロジェクトがゾンビ継続の状態であっても、それが継続している限り、企業の存続に貢献することになる。

つまり、R&D 段階で投資資金を獲得し、ゾンビ継続の状態を維持できれば、そのプロジェクトを事業化しなくても企業は存続できる。逆にいえば、ゾンビ継続プロジェクトがなくなると、事業化済みの事業を一つも保有していないため、資金の獲得が困難となり、企業を存続させることができなくなる。

ゾンビ状態であってもプロジェクトを継続するためには、その継続を可能にする戦略が存在する。その戦略が存在するからこそ、これまでもゾンビ状態のまま企業を存続させることが可能であった。本稿では、その戦略を「裏の戦略」と命名した。

興味深いことに、宇宙トイレプロジェクト以外のもう一つの R&D プロジェクトである介護ロボットプロジェクトにおいても、表向きには事業化を掲げた戦略が、結果としてゾンビ継続につながっている。介護ロボットプロジェクトにも、事業化を掲げた同様の戦略が存在していた。ただし、介護ロボット事業の詳細は本稿の論旨から外れるため、ここでは割愛する。

本文では、戦略論の観点から、資金獲得と資金節約によってゾンビ継続を可能にする「裏の戦略」を、プロセスおよび収益構造に基づいて解説している。ただし、紙幅の関係から、その詳細なプロセスについては割愛する。

既存の介護ロボット事業においても、「裏の戦略」によるゾンビ継続が達成されている。このため、宇宙トイレ事業においても「裏の戦略」が一層強化され、事業化につながる戦略への変更が困難になるという関係が生じている。

第 6 章 ゾンビ存続からの超克戦略 ～事業化実現に向けた戦略提案～

前章までに、自社の宇宙トイレ事業における「表の戦略」と「裏の戦略」を分析した。ここからは、その分析結果に基づいて、具体的な方策を検討する。

ただし、結論から述べると、これは自社改革によって事業化へ転換する方策ではない。

現在継続中の主要プロジェクトである介護ロボットと宇宙トイレは、いずれも実需が多くないため、投資資金を回収するまでに長期間を要する。しかし、自社には、それに耐え得るだけの経営体力がない。そのため、R&D ベンチャーである自社が保有する先進技術を事業化する場を、社外に求めることを基本方針とした。

日本では、宇宙トイレの事業化がいまだ実現していない。一方、宇宙トイレを含む ECLSS 開発プロジェクトについては、国家戦略プロジェクトとして事業化を前提に、複数企業が連携して公募に応募している。リバティソリューションも、その過程で他社と NDA を締結し、協力関係を構築してきた。このため、少なくとも表向きには、社外との連携に反対しにくいという事情を活用できる。

もっとも、社外連携そのものには反対できなくても、特許権に基づく訴訟によって、技術移転や事業化の差止めを求める可能性は残されている。このような非常手段が取られないよう、経営トップが納得できる理由と条件を用意する必要がある。

また、事業化に向けた方策では、次の二点に配慮する必要がある。

- ① 経営トップが納得できる理由として、資金獲得につながる提案とすること
- ② ゾンビ継続を可能にする新たなプロジェクトを用意すること

「裏の戦略」の目的は、投資資金の獲得とゾンビ継続にある。したがって、宇宙トイレに関する技術資源を社外へ移転する方法や契約についても、これらの目的につながる提案とすることがある。この条件を満たせるか否かが、経営トップの賛同を得られるかどうかの分岐点となるため、提案方法と契約条件を工夫する必要がある。

第7章 本ペーパーの貢献と課題

前章までに、本研究に関するすべての分析を終えた。本章は終章として、本研究の貢献と今後の課題について述べる。

本研究の貢献

筆者自身、異分野から宇宙トイレ開発に参入したため、自社の開発プロセスの適否について、当初は全く理解できていなかった。本研究を通じて、自社の戦略を俯瞰的に把握することができた。その結果、新規開発が停滞する原因を、事業戦略の中に位置付けて考えられるようになった。

また、分析によって得られた知見に基づき、技術の救出案および資源吸引シナリオを提案するための基本方針を定めることができた。

さらに、開発停滞の原因は自社の戦略にあるものの、経営トップの意思決定においては、投資資金の獲得が重要な判断基準となっていることを説明できた。これにより、自社内の改革だけにこだわることなく、社外への技術移転を含む改革案を検討できるようになり、提案の自由度を高めることができた。

今後の課題

改革案は、現時点では大枠を示した「たたき台」の段階にあり、今後、さらに精緻化する必要がある。自社における過去の事例に加え、現在進行中の開発プロジェクトも分析対象とし、事例を蓄積していく必要がある。こうした事例の蓄積は、改革案を精緻化するうえでも有効である。

本研究では、今後の改革の方向性と基本方針を提示した。しかし、その具体化と実装に向けては、検討すべき事項が数多く残されている。

参考にした主要な文献、資料、HP など

- 1) 伊丹敬之. (2012). 『経営戦略の論理〈第4版〉－ダイナミック適合と不均衡ダイナミズム』 日本経済新聞出版社.
- 2) 岸本太一. (2024). 『イノベーション応用型 新興国事業戦略論』.
- 3) 岸本太一経営研究所 HP より取得 (<https://www.taichikishimoto.work/>)
- 4) 「核融合科学技術委員会（第38回）」および「原型炉開発総合戦略タスクフォース（第35回）」の合同会合. 令和6年（2024年）7月10日: 参考資料 1.5-2. 官民パートナーシップについて－成功体験 NASA COTS の PPP の調査検討状況を中心に－ (https://www.mext.go.jp/content/20240710-mxt_kaisen-000036986_10.pdf)