

コアを鍛える：技術負債から技術ウェルネスへ

今後社会をリードする企業に求められるのは、技術負債への局所的な対応を見直し、技術ウェルネス（健全性）という新たな視点でシステム全体をとらえることである。

Tech Trendsは長年にわたり、かつて最先端とされていたテクノロジーが陳腐化し、モダナイゼーションを余儀なくされるトレンドについて取り上げてきた。昨年発行のレポートでは、メインフレームは「時代遅れだが信頼性がある」という見解のもと、現状ニーズに対応するために全面的に刷新する代わりに、コネクターを介して新たなテクノロジーと連携させ、メインフレーム本来の特長を活かしつつ機能拡張させるトレンドを取り上げた¹。それ以前の数年間は、アプリケーションのモダナイゼーションや老朽化したデータベースのクラウド移行に焦点を当てており、これまで組織のコアとなる技術スタックについては取り上げてこなかった²。

本レポートでは、これまでより一歩引いた視点より、モダナイゼーションが必要となるシステムのコア全体を俯瞰して考察する。昨今、多くの企業は、自社のデータセンターのクラウド移行と並行して、5GやWi-Fi 6に対応していない老朽化したネットワークの刷新や、生成AIの利活用に向けたデータ管理基盤の整備に追われている。一方、ERPベンダーは、大規模改修を前提としたバージョンを次々とリリースしており、ユーザーはその対応に追われている。そのため、レガシー問題の解決策として期待されていた最近のSaaS導入も成熟は思うように進んでいない。これに加え、多くの企業はモダンエンジニアリングに疎い社内外の技術者の教育にも苦慮している。

これまで、多くの企業は断片的な評価をもとに技術負債（システムを最新化しないことによる暗黙の損失）を監視してきた。しかし、将来的に社会をリードする企業となるには、自分たちのコアシステムを、より連続的に全

体を俯瞰した視点で見えていく必要がある。このような視点を持つことで、技術負債の蓄積をただ眺めるのではなく、どの技術のアップグレードが必要で、いつ、なぜ実施するのかを整理できるようになる。今後は、レガシーテクノロジーは負債ではなく、健全性という新たな軸で評価することが主流になるかもしれない。

健康と健全性の観点で、これからは人間に対する健康診断のように、サイバーセキュリティ、データ、インフラといったテクノロジーシステムの構成要素に対し、体の部位のように年一度の頻度で精密に検査をすることである。このように予防を目的とした健全性検査を行うことで、ITイノベーションのボトルネックとなっているレガシーシステムに対し、従来通り盲目的に1つずつ治療するのではなく、問題のある技術スタック領域の識別と優先度付けを行った上で、ときには治療をしないという選択もありえるのだ。これらの取り組みは、コストとリスクの増大、イノベーションと成長の抑制といった実際のビジネス上の問題に対する根本的な解決策にもなりうる。例えば、昨年取り上げたメインフレームのようなコアシステムは、コストやリスクなどを背景に改修やリプレイスが必要になる場合がある一方で、動作自体に問題はなく良好な状態を維持しており、コネクターによる機能拡張のみで絶大な効果を発揮する場合もある。

今後数年間で、多くの企業はサイロ化されたモダナイゼーションの取り組みから脱却し、自社の技術スタック全体にわたる高度なウェルネスプランを策定することになるだろう。なぜならば、昨今白熱しているイノベーションも現在のペースで技術革新が進むと、すぐにレガシー化して定期的な健全性の検査が必要になるためである。

Now：昨日のイノベーションはもはや古い

ERPシステムやデータセンターなど、かつてビジネスに革命をもたらしたはずのテクノロジーは、もはやビジネスからスピードを奪う存在になりかねない。テクノロジーリーダーの70%近くは、技術負債が組織のイノベーションを阻害し、生産性を損なう要因であるとらえている³。最大の被害者は、勤務時間の33%を技術負債のメンテナンスに捧げているソフトウェア開発者かもしれない⁴。本レポートの「DevOpsからDevExへ」において開発者のエクスペリエンスの傾向として述べたように、これは開発者の生産性と満足度にも大きな影響を及ぼすのだ。78%もの開発者はレガシーシステムに囚われる事によって士気が下がると考えているほか、企業からの従業員や顧客離れ、取引の損失などがその主な悪影響として挙げられる⁵。

今日における生成AIの隆盛が示すように、テクノロジーが急速に進歩するにつれて、企業や政府は矛盾した事実への対応を余儀なくされている。新たなテクノロジーは将来のビジネスモデル、既存の製品やサービス、ビジネスプロセスに破壊的な変革とそれによる恩恵をもたらす。一方で、インフラをはじめデータやアプリケーション、サイバーセキュリティ、従業員のリスクリングに至るまで、その将来像に対応できるようにするために多大な投資を強いる。また、これは技術負債の拡大へ容易くつながることに留意すべきであろう。米国ではレガシーシステムの改善にかけられる予算が2022年に10%から20%へ増加したにも関わらず、技術負債の推定コストは1兆5,000億米ドルにまで達していたのだ⁶。

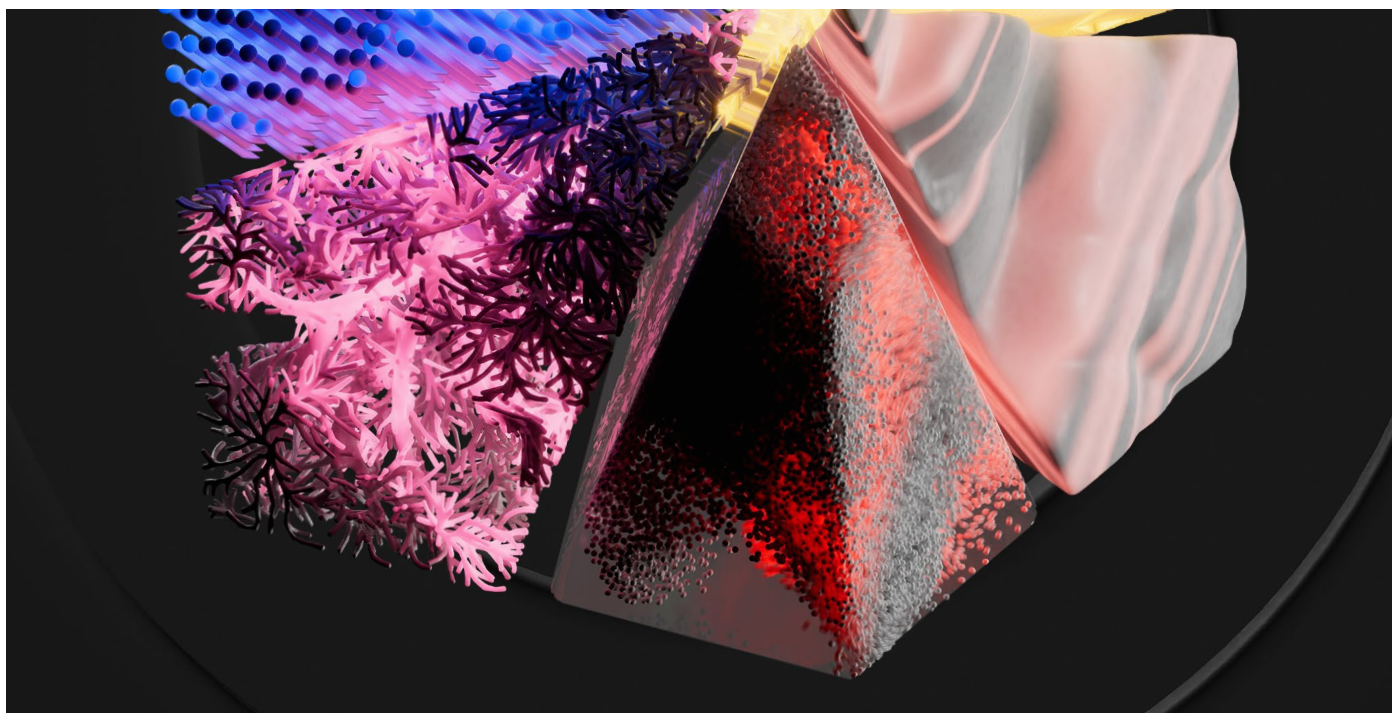
コアシステムの断片的な変革に社運を賭けた結果、手痛い失敗を犯した経験を持つ企業も多いであろう。テク

ノロジーリーダーは、明確な戦略がないまま手当たり次第にイノベーションを狙うことや、容易に達成できる目標に対する投資をするのではなく、自らの城たるコアシステムがもはや蝕まれていることを直視すべきである。その上で、どこに時間と労力を割いて治療していくのかを考えようではないか。

モダナイゼーションに一步踏み出すために、企業のリーダーはモダナイゼーションの重要な領域における自社のニーズ、強み、そして予算を体系的に評価する、よりスマートな方法を採用すべきだ。そのようにして実際のビジネスのコンテキストに当てはめながら組織のシステムを俯瞰することにより、増大し続ける技術負債に歯止めをかけるとともに、長期的な視点に基づいた技術ウェルネスを獲得・維持し、ビジネスとテクノロジーチームの信頼度を高めることが可能になるのである。

New：コアを検査する

企業は往々にして、どの技術負債が最も足を引っ張っているのかを把握できていないため、問題事項の優先順位が低くなる、あるいは管理が不十分になることがよくある⁷。実際には、企業のコアにある数百のアプリケーションやシステムのうち、老朽化したシステムによる影響の大部分を引き起こしているのは、一握りの問題を抱えたわずか10個程度のアプリケーションかもしれないのである。企業は毎年効果が見えないものに投資する代わりに、一步立ち戻って重要な問題に取り組むことで、利益を得ることができるのである。



技術負債のコストとリスク

より包括的なコアモダナイゼーション戦略に対して投資すべき理由は、レガシーシステムの維持に伴う障壁、コスト、潜在的なリスクなど多岐にわたる。

- **直接コスト**：サポートライセンスや更改費用など、ハードウェアやソフトウェアの保守に直接関連する資本コスト (CAPEX) と運用コスト (OPEX)、およびレガシーシステムの維持に必要な労働力 (従業員と委託先)
- **間接コスト**：レガシーテクノロジー環境の非効率性によって発生した運用維持費、例えば (通常追跡されない) レ

ガシーシステムと最新のアプリケーション間の連携に関わるデータの加工や分析に費やされた時間と労力

- **Time-to-market (市場投入までの時間) への影響**：レガシー技術スタックの複雑さや非効率性に起因するビジネスイニシアティブの遅延や希薄化
- **イノベーションへの障壁**：B2C (business-to-consumer、企業と消費者の間の取引) の注文が処理できない、または言語や通貨の制限など、レガシーテクノロジーの欠陥による成長イニシアティブへの制約

- **オペレーショナルリスク**：技術的な制限によるビジネスの拡張性、信頼性、パフォーマンスに対する将来の潜在的な障害

- **セキュリティリスク**：レガシーシステムが最新のテクノロジーと同等のセキュリティキープリティを備えていないことにより生じたサイバー脅威に対する脆弱性

- **人材リスク**：技術負債や旧式のツールの蔓延による、優秀なテクノロジー人材やビジネス人材の獲得と維持の難しさ

技術ウェルネスを中心に構築されたコアモダナイゼーションのフレームワークは、従来の技術負債への対応方法よりも包括的に機能する。このようなフレームワークでは、予防的ケアに重点が置かれている。すなわち、強化された追跡、測定、予測により、ビジネスにとってより大きな問題になる前に最適でないレガシーテクノロジーに対処するのである。ウェルネスフレームワークでは、負債をため込み、巨額な投資で定期的に返済するのではなく、反復的に技術的な問題を正確に特定し、コスト、オペレーショナルリスク、そしてイノベーションに向けた準備状況の観点から、投資が最も効果的なタイミングを予測する。

このような健全性診断、あるいはコアシステムの検査は、統計的に最も大きな支出と最大の機会を提供する5つの分野に焦点をあてている。それぞれに現段階でのモダナイゼーションターゲットが存在するが、先進技術の高度化が進んだり、新たな技術が普及したりすることにより、それらのターゲットは時間とともに変化する可能性が高い。

インフラ

インフラは最も広範囲にわたるカテゴリーであり、最も困難でお金のかかる分野であることが多い。しかし、**米国ユタ州の事例が示すように**、組織が変革の目標に従って行動することで、メインフレームシステム全体を18ヶ月以内にクラウドに移行することは可能である⁸。このカテゴリーにおいて、技術的な健全性とは、メインフレ

ム、サーバー、エンドユーザーデバイス (例えば仮想デスクトップ) が、テクニカル環境 (サンドボックス、QA環境、本番環境) 全体でクラウドに移行することを指す。さらに、老朽化した光ファイバー、LAN、WANネットワークは、データセンターや企業オフィスなどの施設全体で、5G、Wi-Fi 6+、BLE (Bluetooth Low Energy)、衛星通信へのモダナイゼーションがターゲットとなる。これらのアップグレードにより、企業はプライベートネットワーク、SDN (Software-defined Networking) 技術における進化、およびその他の先進的な接続機能を活用することができる。

データ

このカテゴリーは、データの一連のライフサイクル (データのクレンジングおよび加工、管理を含む) と、データレイクなどのデータストレージで構成される。企業は自動化により、データのクレンジングや加工などに必要な作業を効率化することで、データ管理に費やす時間を減らし、データから洞察を得るための時間を増やす必要がある。そして、AIモデルは学習に利用したデータの質に精度が依存するため、質や信頼性を確認するために、データの利用状況やクリーンさを示すレポートは特に重要である。

データセンター、オフィス、リモート機器などに備わるストレージをクラウドのストレージシステムに最新化し、データをリアルタイムにストリーミング処理することも可能である。**Amazon Web Services**は近年、複数

のデータソースとして接続されたデバイスから生成されるデータを、中央のリポジトリに移動するストリーミングデータパイプラインを確立した。これによりユーザーは可能な限り、鮮度の高いデータが利用できるようになる⁹。こうしたデータは、機器の状態を監視し故障の発生を予測する予測メンテナンス、対象の環境における気温や湿度などを監視する環境モニタリング、そして都市における電力消費の最適化に代表されるスマートシティ管理といったアプリケーションで使用可能となる。こうしたアプリケーションを実現するためには、データレイクやハードディスクドライブといった多種多様なデータストアが必要になるが、それぞれのシステムには複雑性と大規模な投資も伴う。

「リアルタイムではないデータの利活用は、最終的なデータの利用者にとっては非常に扱いが困難であり、今となっては不自然なものに感じるのだ」と、Amazon Web Servicesでメッセージングとストリーミングを担当するvice presidentのMindy Fergusonは言う。「リアルタイムデータを常に利用可能とすることが、顧客の期待になりつつある。我々の住んでいる世界というのはまさにこうした世界なのである¹⁰」

アプリケーション

この広範なカテゴリーには、企業が「5つのR」の手法（リプラットフォーム、リバイタライジング、リミディエイティング、リプレイス、およびリトレーニング）の1つ以上を活用し、時間をかけてモダナイズしたレガシーカスタムアプリケーションが含まれる。また、ベンダーによる継続的なエンハンスを踏まえた明確なアップグレード戦略を要するERPやSaaSアプリケーションなどのパッケージアプリケーションも含まれる。これらのアプリケーションでは、アップグレードパスと統合の複雑化を招く、絶え間ない一連のカスタマイズにも対処する必要がある。

組み込み製品や顧客向けのデジタル製品など、OT（運用/制御技術）に関するアプリケーションやプロダクトの技術スタックも、このモダナイゼーションのカテゴリーの検査対象として検討される。

労働力

多くの企業は、上記のようなモダナイゼーションへの対応力を持った、社内人材と外部ベンダーを含むテクノロジー人材の獲得に苦慮している。リーダーは、テクノロジーチームの人材獲得と維持のためにモダンなエンジニアリングエクスペリエンスを優先する必要がある。こ

れは、本レポートの「DevOpsからDevExへ」で説明したように、ツール（ソフトウェア開発ライフサイクル全体にわたる）、プロセス、および組織文化への投資によって強化される。

サイバーリスクとトラスト

最後に、企業はセキュリティ、プライバシー、規制に基づくコンプライアンス、そして倫理と道徳など、複数の分野にわたるサイバーセキュリティの健全性を担保する必要がある。最初の2つの領域は、システムなどを活用したサイバーセキュリティの自動担保の仕組みを実現することで追跡し、改善することができる。特に、本レポートの「**現実を守る**」で詳細に説明したように、人工的に生成されたコンテンツの量の増加に対応することが大きな目的となる。倫理には複雑なアプローチが必要であり、企業はテクノロジーが社会にもたらす潜在的な害に関する最新の考え方を**常に把握しておく必要がある**¹¹。

これら5つの分野におけるシステムの定期検査の利点は、無形資産としての側面だけでなく、金銭的な側面もあるであろう。例えば、技術負債を積極的に管理・削減しようと試みるリーダーは、ビジネスへのサービス提供を少なくとも50%高速化できると予想される¹²。また、その結果、開発者は還元された時間を利用することで、顧客から得られる収益や従業員の生産性の向上をもたらす機能をより多く開発できる可能性がある。そしておそらく何よりも、システムの技術負債を正確に追跡できるシステムにより、いつ、どのように投資を行うかなどの優先度を定めることができるようになり、他社についていこうと躍起になるまでもなく、安心して過ごせるに違いない。

Next：コアシステムは自己修復する

次の10年間でシステムモダナイゼーションが進むのに合わせて、テクノロジーが適応性と耐久力を持つようになり、人間がシステムに直接手を加えることなく古びたコードやシステムを「自己修復」できるようになるとしたらどうであろうか。

自己修復システムの考え方自体は新しいものではない。自然は我々に対し、マイクロレベルでも（例えば、骨折が自己治癒するように）、マクロレベルでも（例えば、森林火災後にエコシステム全体が自己再生するように）、弾力性に富む強靱な回復力を示してきた。近年、

自然界の自己修復システムから着想を得た科学技術であるバイオミメティクス（生物機能の模倣）分野への注目が高まっているのは驚くことではなく、**テクノロジーへの活用**もすでに始まっているのだ¹³。

例えば、イオンゲルのような自己修復素材は、ロボットが腕や手などの部品に裂傷を感知したときに、損傷した部品を修復するために凝固特性を活用している¹⁴。これと同じプロセスは電気回路でも再現されている。電気回路が損傷したとき、液体金属のカプセルが自動的に回路内に放出されて、電気接続を修復するのだ¹⁵。

重要なのは、自己修復システムが「アトムからビットへ」（ハードウェアの世界からソフトウェアの世界へ）と徐々に進化してきているということだ。人間主導の教師あり機械学習から教師なし機械学習へと進化した適応型AIを例にとって考えてみよう¹⁶。このAIは、課題を解決するだけでなく、その過程で課題について学習し、より高度な問題を開発することで自らを鍛え、再プログラミングすることを学習していくのだ。

これらの流れに沿って、コアシステムのモダナイゼーションにおけるソリューションも適応型になりつつある。現在、コアシステムに組み込まれたAIは、技術スタック内の技術負債の蓄積を診断し、エンジニアがシステムのモダナイゼーションに必要なコードを書くことをサポートしている（また、技術負債が増加すると山積みになる

ことが多い修復タスクとコンプライアンス対応を簡素化する）¹⁷。実際、デロイトによる最近のグローバル調査では、すでに約60%の組織がコードの最適化とバグの特定にAIを使用しており、50%がコード環境の管理にAIを使用していることが示されている¹⁸。

これらのAIソリューションは技術ウェルネスを改善するためのものであるが、研修中の医師と同様に、依然としてエラーを起こしたり、誤った診断をしたりする傾向がある。例えば、リファクタリングにおいてはデバッグよりも効果が低いかもしれない¹⁹。しかしこの問題はAIがコアシステムに組み込まれ、なじんでいくほどに改善されていくに違いない。いつかAIが非効率性を診断した上でソリューションを開発し、人間のエンジニアによるサポートを必要とせずにそれを実装できるようになる日が来るであろう。

このような技術革新が続くと、5つのコアシステムのモダナイゼーションの分野に、最初から持続性を組み込むことができる。技術スタックの多くがソフトウェアで定義されるようになるにつれて、障害予測、監視、および自己修復を組み込む取り組みにより、テクノロジー資産の「老化プロセス」が改善される可能性がある²⁰。人間の健康と同様に、技術ウェルネスが目指すゴールは、コアシステムが健全に老化することである。それは、システムに組み込まれたサポートとチェック機能が働くことにより実現されるのである。

Endnotes

1. Deloitte Insights, *Connect and extend: Mainframe modernization hits its stride*, December 6, 2022.
2. Deloitte Insights, “Tech trends archive,” accessed October 31, 2023.
3. Jim DeLoach, “Technical debt demands your attention,” *Forbes*, June 12, 2023; Stripe, “The developer coefficient: Software engineering efficiency and its US\$3 trillion impact on global GDP,” September 2018.
4. Stripe, “The developer coefficient.”
5. Ibid.
6. Stefan Van Der Zijden, Howard Dodd, Anne Thomas, Tigran Egiazarov, “How to Prioritize and Sell Technical Debt Remediation,” Gartner Research, September 27, 2023; Adam Tornhill, Business costs of technical debt, CodeScene, 2023.
7. Van Der Zijden et al., “How to Prioritize and Sell Technical Debt Remediation.”
8. Deloitte Insights, *The state of Utah moves from COBOL to cloud in 18 months*, accessed October 2023.
9. Deloitte Insights, *In an on-demand world, business thrive on real-time data*, accessed October 2023.
10. Mindy Ferguson (vice president, messaging and streaming, Amazon Web Services) interview, July 11, 2023.
11. Deloitte, “Technology trust ethics: Technology reexamined,” accessed October 31, 2023.
12. Roger Williams, *How to assess infrastructure technical debt to prioritize legacy modernization investments*, Gartner, August 17, 2020.
13. Deloitte Insights, *Tech trends 2023 epilogue*, accessed October 2022.
14. Daniel Boffey, “Robot, health thyself: Scientists develop self-repairing machines,” *Guardian*, August 7, 2019; Timothy Revell, “This self-healing robot can regenerate after being stabbed,” *New Scientist*, August 16, 2017.
15. Paul Rincon, “Time to heal: The materials that repair themselves,” *BBC News*, October 30, 2012.
16. Will Douglas Heaven, “AI is learning how to create itself,” *MIT Technology Review*, May 27, 2021.
17. Jorge Hernandez, “Tackling technical debt with generative AI,” Encora, July 27, 2023.
18. Deloitte, *2023 State of DevOps Report*, forthcoming.
19. Ibid.
20. Brenton House, “Leaning into the future: An interview with Sanjay Brahmawar,” Software AG blog, July 6, 2023.