

3 グリーンソフトウェア開発

持続可能なソフトウェア開発・運用の
実現に向けた取り組み

開発・運用技術プロジェクトでは、ソフトウェア開発やシステム運用の技術開発を通じて、ITシステムを含めた社会の進化やビジネスの進化へ柔軟に対応し、持続可能な社会の実現に寄与することを目指している。本稿では、生成AIの活用によりソフトウェア開発の生産性向上と品質確保の両立を図る取り組みと、ソフトウェア開発・運用のライフサイクル全体を見据えたCO₂排出量削減を推進する取り組みについて紹介する。

生成AI活用による
持続可能なソフトウェアの実現

基幹システムに代表される業務アプリケーションや商用サービスのアプリケーションの開発業務では、一度構築したソフトウェアを、バグ修正、追加開発などを通じてソフトウェアの改修・変更を実施し、数年から十数年にわたり開発し続けるケースが多い。

長期間の開発でソフトウェアの改修・変更を行う中で、納期などの要求を満たすために、品質管理の観点で妥協せざるを得ないことがある。このような対応は、短期的には利益をもたらす一方で、長期間管理せずに放置すると重大な問題を引き起こす可能性があることから、「技術的負債」と比喻される。^[1]

技術的負債への対応は財務的な負債への対応と同様に「診断」「軽減」「返済」のプロセスが必要であり、現在でも「コード標準の作成」「マイクロアーキテクチャ」などの軽減手法や「リファクタリング支援ツール」などの返済手段が存在するものの局所的な対応にとどまり効果は限

定的である。

昨今の生成AI技術の登場により、リファクタリングなど詳細化された対象業務の効率化は実現されていると考えるが、一方で生成AIがプログラム実装などを行うことで人間が中身を把握できない部分が出てくるなど生成AI起因の技術的負債も生じてくる。

我々はソフトウェアのライフタイムを通じた開発・運用を見据え、我々が今まで蓄積してきたソフトウェア工学ノウハウと、生成AIのコードや文書を理解・作成する能力とを組み合わせて、技術的負債を①『返済』、②『軽減』、③『診断』する技術・開発プロセスを創出していく。

①『返済』に関して、具体的には「トレーサビリティ管理技術」を創出している。この技術は要件定義・設計・製造・試験・運用の各工程の成果物を適切な粒度に分割したうえで、成果物間の関連性を定義し、要件伝搬の整合性に関する誤りを検知し修正することにより、蓄積した技術的負債を解消する技術である。一



NTTソフトウェアイノベーションセンター
開発・運用技術プロジェクト
(左) グループリーダー 村本 達也氏 (取材当時)
(右) グループリーダー 西澤 幸久氏

例として、技術的負債によりシステムで問題が発生した箇所を本技術によってコードを自動修正することが可能となり、ベンチマークにおいて約40%の修正精度を確認できている。^[2] 今後はより大規模なコードを対象にして精度向上を進めていく。また、技術的負債の解消を安全に行うことを可能とする品質確認技術として「フィードバック指向テスト技術」^[3]を創出している。

②『軽減』に関しては、生成AIを最大限活用する為の新たな開発プロセスの検討を進めている。我々は、全ての工程で人間中心の開発から生成AIが中心に実施する世界へと変化していく中で、人間が開発内容を

把握・評価できるプロセスにすることにより技術的負債の発生・混入を防止できると考えている。

③『診断』に関しては、技術的負債の定量化・管理支援技術の創出を目指している。具体的には、成果物中の技術的負債を種類ごとに定量化して影響度・優先度を評価し、設計変更やリファクタリングなどの対処案を提示する技術を想定している。

環境負荷低減に寄与する グリーンソフトウェア開発・ 運用技術

持続可能な社会の実現には、環境負荷低減が欠かせない。我々は、ソフトウェア分野の脱炭素化に向けたグリーンソフトウェア開発・運用技術の研究開発として、ソフトウェアを対象としたCO₂排出量の(1)算定ルールの標準化、(2)可視化/算定技術の確立、(3)削減技術の確立、に取り組んでいる。^[4]

(1) 算定ルールの標準化

ソフトウェア製品に関する従来のCO₂排出量算定は、開発費用に関する情報を用いた金額ベースの算定以外に標準的な算定方法が確立されておらず、開発者の削減努力が反映されにくいことが課題であった。

我々は、2021年よりソフトウェ

ア開発時の消費電力計測実験に取り組み、実験結果のライフサイクルアセスメントを実施してきた。2023年8月には経済産業省が公募した「令和5年度GX促進に向けたカーボンフットプリントの製品別算定ルール策定支援事業」に参画し、参画企業と共に2024年3月にソフトウェア製品の算定ルールを策定した。^[5]

今後は、本算定ルールを活用した実証実験やソフトウェア業界企業とのさらなる議論を通じて、ルールの実用性向上やグローバルなコンセンサスの形成をめざしていく。

(2) 可視化/算定技術の確立

ソフトウェア開発における主要な排出源として、開発工程に使用されるICT機器の消費電力がある。開発者がいつ・どのような開発作業で消費した電力かを可視化することは、ホットスポットを特定し削減アクションを検討するために重要である。

我々は、ICT機器の電力や開発プロジェクト・開発者作業の情報を収集し、ソフトウェア開発中に発生した電力/CO₂を可視化する技術を開発している。

今後は、開発現場での本技術の活用を含めたNTTグループ向けガイドラインの展開に取り組んでいく。

(3) 削減技術の確立

アプリケーション実行時のCO₂排出量を削減する一つのアプローチとして、電力の炭素強度（エネルギー消費あたりの二酸化炭素排出量）に着目し

てアプリケーションの配置場所を選択し、CO₂排出量を削減することをめざしている。

我々は、これまでコンテナ基盤においてアプリケーション実行時の消費電力情報を可視化する基盤アーキテクチャを確立してきた。このアーキテクチャでは、アプリケーションの配置場所選択にGreen Software Foundationで開発するCarbon Aware SDKの活用を想定しており、開発コミュニティとの連携・支援を通じて、CO₂排出量削減に取り組んでいる。

今後は、ソフトウェア利用時に排出されるCO₂を削減するためのソフトウェアデザインを調査・検討し、よりグリーンなソフトウェア設計・実装を実現する技術の確立に取り組んでいく。

参考文献

- [1] N.Brown, Y.Cai, Y.Guo, R.Kazman, M.Kim, P.Kruchten, E.Lim, A.MacCormack, R.Nord, I.Ozkaya, R.Sangwan, C.Seaman, K.Sullivan, and N.Zazworka, "Managing technical debt in software-reliant systems", FoSER 2010: Proceedings of the FSE/SDP workshop on Future of software engineering research, pp.47-52, 2010
- [2] 倉林 利行, 丹野 治門, "LLMによるIssue解決のためのプロンプト及びアプローチの調査", 信学技報 vol.123, no.414, SS2023-72, pp.139-143, 2024年3月
- [3] LatteArt, <https://github.com/latteart-org/latteart/>
- [4] NTTソフトウェアイノベーションセンタ: "ソフトウェア業界の脱炭素化に向けたCO₂排出量可視化・削減の取組みについて", <https://www.rd.ntt/sic/research/green-software.html>
- [5] 日本電信電話株式会社, NTTアドバンステクノロジー株式会社, NTTデータグループ, NTTテクノクロス株式会社, NTTコムウェア株式会社, 株式会社クニエ, 株式会社日立製作所, 日本電気株式会社, 富士通株式会社: "ソフトウェアに関するカーボンフットプリントの製品別算定ルール", 受託型ソフトウェア・ウェブアプリケーション・プログラム(中間財), <https://lca-forum.org/member/guidelines.html>

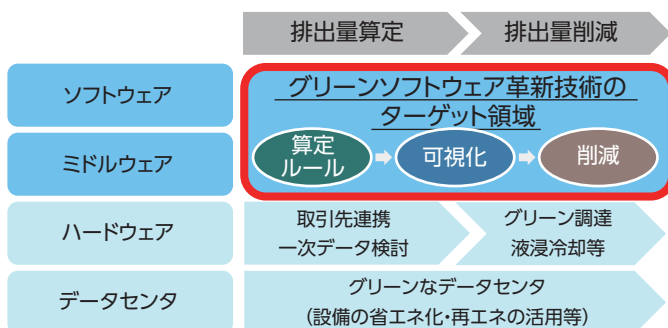


図1 グリーンソフトウェア開発・運用技術のターゲット領域