



オープンアプリ MARKAS による 大学発技術の実用化イノベーションに関する社会実験へのお誘い

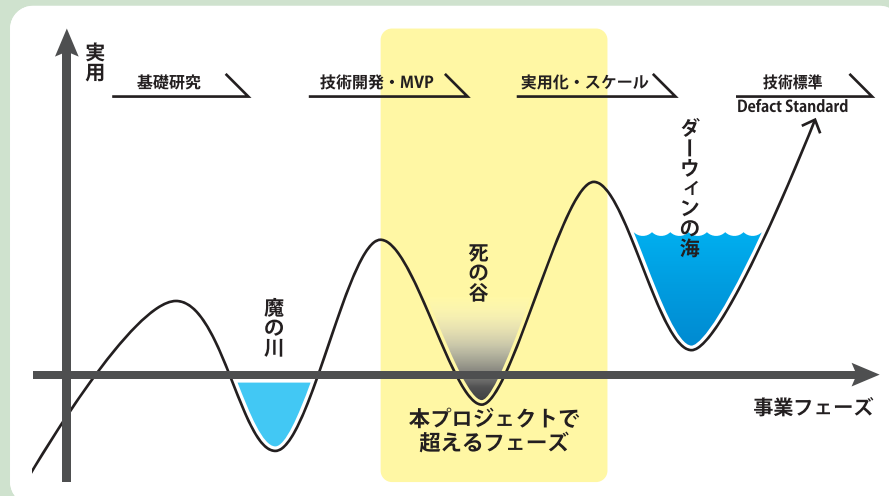
新しい技術は、その社会実装の過程で様々な課題に直面することが知られています。なかでも右図の「死の谷」は、新規に開発された技術が試作品レベルから事業として成立する段階へ移行する際に直面する、資金・人材・体制不足等による大きな断絶を指します。今回の社会実験は、大学発の技術を対象に、多くの方々の協力をいただいて「死の谷」を乗り越えるヒントを得ることを目的としています。

基礎研究の「多段階マルコフ劣化ハザードモデル」は、社会インフラの劣化推計を目的として、2005年に京都大学で誕生しました。一定期間内に劣化が進行する確率であるハザード率に、施設や周辺環境の特性をあらゆる影響要因を反映させることで、現実の劣化傾向を説明できる点に特徴があります。

一般のマルコフモデルは、材料の劣化推計にとどまらず、国際規格に基づいてあらゆる産業分野の信頼性・可用性・保全性・安全性などの総合評価（dependability 評価）に標準的に利用され、材料、製品、サービス等の「安全証明」や「性能保証」に用いられています。したがって、今回の対象モデルは、幅広い分野で適用可能なものと期待されます。

この機会に、是非オープンアプリに触れて、その可能性の探求に参加してみませんか。アプリ利用のお申込みについては、最後のページをご覧ください。

このアプリを利用していただく方としては、公共・民間を問わずインフラを所有・管理されている組織の方々、およびコンサルタント、シンクタンク、インフラ等の調査会社、維持管理会社、建設会社等の方々のほか、大学等の研究者、学生の皆様に想定していますが、インフラ等のモノに限らず、環境・社会・顧客等の



図：研究・開発技術の社会実装の発展段階

状態推移を対象にした応用を検討される方も歓迎します。また、「MARKAS」オープンアプリの利用後にアンケートへのご回答を依頼する場合があります。実験の趣旨をご理解のうえ、ご協力頂きますようお願いいたします。

- 京都大学経営管理大学院「研究のニュース・イベント」
大学発技術の実用化イノベーションに関する社会実験を開始しました
<https://www.gsm.kyoto-u.ac.jp/news/>
- 京都大学経営管理大学院 国際メガ・インフラマネジメント政策講座
<https://www.gsm.kyoto-u.ac.jp/collaborative-research/yachiyo-engineering/>

京都大学経営管理大学院国際メガ・インフラマネジメント政策講座

性能保証型インフラマネジメントへの転換

— MARKAS が切り拓くイノベーションの未来 —

日本のインフラマネジメントは今、かつてない大きな転換点に立っています。これまでの維持管理現場では、熟練者の経験や勤が大きな役割を果たしてきました。しかし、その一方で、新素材や革新的な工法が開発されても、その真の価値（耐久性やライフサイクルコスト）を客観的に証明する手続きが確立されていませんでした。この「性能規定」の遅れこそが、優れた技術が社会に普及するのを阻む「死の谷」の正体です。

私たちが 20 年前に提唱した「多段階マルコフ劣化ハザードモデル」を、今、クラウド型のオープンアプリ「MARKAS」として広く社会へ解き放つ理由は、この閉塞感を打破するためです。

MARKAS は、単なる劣化予測の計算ソフトではありません。それは、インフラの「安全証明」と「性能」をエビデンスに基づいて客観的に評価するための、いわば「社会的な武器」です。例えば、鉄道分野には RAMS（信頼性・可用性・保守性・

安全性）という世界標準が存在します。道路などの幅広いインフラ分野においても、MARKAS を基盤とした「性能を証明する手続き」を確立し、優れた技術やサービスが正当に評価され、循環する「エコシステム」を構築しなければなりません。

今回の社会実験は、その第一歩です。すでに民間企業の実証センターでは、舗装の加速劣化試験データと MARKAS を組み合わせ、これまで 10 年を要していた技術の実用化スパンを、1~3 年にまで大幅に短縮させる試みが始まっています。単にツールを利用するだけでなく、皆さんの現場で得られる反応やニーズをフィードバックしてください。

産官学が手を取り合い、知見を MARKAS に集約することで、日本のインフラ管理を「守り」から「攻め」のイノベーションへと変革しましょう。次世代に誇れる持続可能なサービス基盤を、共に創り上げ、世界をリードするデファクトスタンダードを目指していこうではありませんか。

ポイント

「仕様規定」から「性能規定」へのパラダイムシフト

	従来型：仕様規定	評価型：性能規定
焦点	素材・寸法・工法を細かく指定 (手段の制約)	達成すべき機能・耐久性を指定 (目的へのフォーカス)
利点	事業者の制約充足 仕様の満足容易に判断できる	事業者の創意工夫が可能 インフラの品質を客観的に評価できる
結果	イノベーションの停滞 新技術の死の谷	新技術の積極的な導入と インフラ価値の発揮

仕様を満たすだけでは長期的なインフラの価値は測れない。ルールそのものを「性能ベース」へアップデートする時期に来ている。



京都大学経営管理大学院特任教授

小林 潔司



京都大学



京都大学経営管理大学院
Graduate School of Management, Kyoto University

[企画・運営]



八千代エンジニアリング株式会社



インフラマネジメントの劣化予測・可視化ツール

MARKASは、点検履歴データから「多段階マルコフ劣化ハザードモデル」を推計し、構造物の将来的な劣化状態を予測・可視化するためのWebアプリケーションです。

蓄積された健全度ランクによる点検結果を統計的に処理し、維持管理における意思決定の支援材料を提供します。

多段階マルコフ劣化ハザードモデルを実装した

OPEN オープンアプリ app

多段階マルコフ劣化ハザードモデルは、インフラなどの劣化状態を複数の段階（レーティング）で捉え、その状態が時間とともに確率的にどのように変化するか（マルコフ連鎖）を、生存時間分析（ハザードモデル）の考え方をを用いて予測する統計モデルです。

今まで、計算コストが大幅に増加することや、データが不足していることなど、モデルの複雑さや難解さと最適なデータの確保などにより活用が一部にとどまっていたが、近年のインフラメンテナンスにおけるICT化やシステムの進歩により、アプリケーションとして活用いただけるようになりました。

そしてこの度、このモデルをオープン化することで、劣化予測のさらなる精度向上と活用の拡大を目指していきます。



橋梁



道路



上・下水道



電力・空調設備

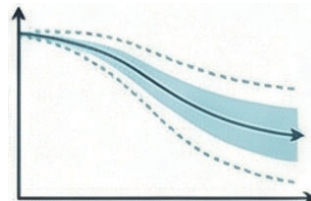


点検データ

app

$$\pi_{ij}(Z) = \sum_{k=i}^j \left(\prod_{m=i}^{k-1} \frac{\theta_m}{\theta_m - \theta_k} \right) \left(\prod_{m=k}^{j-1} \frac{\theta_m}{\theta_{m+1} - \theta_k} \right) \exp(-\theta_k Z)$$

▶アウトプット

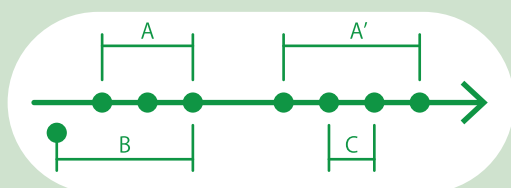


劣化予測曲線

期待耐用年数の統計情報

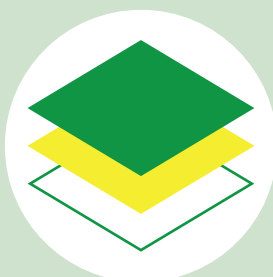
リスク指標

● MARKAS の特徴



点検間隔の不規則性への対応

点検時期がバラバラなデータであっても、その間隔を数学的に処理し、劣化のしやすさ（ハザード率）を正しく算出します。



点検間の状態変化への対応

点検と点検の間の具体的にいつランクが落ちたか不明な期間に起こり得た変化を確率的に計算に含めることで、現実に即した劣化プロセスを再現します。



劣化要因による影響の反映

交通量や架設年といった、劣化を早める原因（説明変数）を解析に組み込みます。これにより、構造物の条件に応じた予測が可能となります。

●ご利用までの流れ



●劣化予測の手順

STEP 1



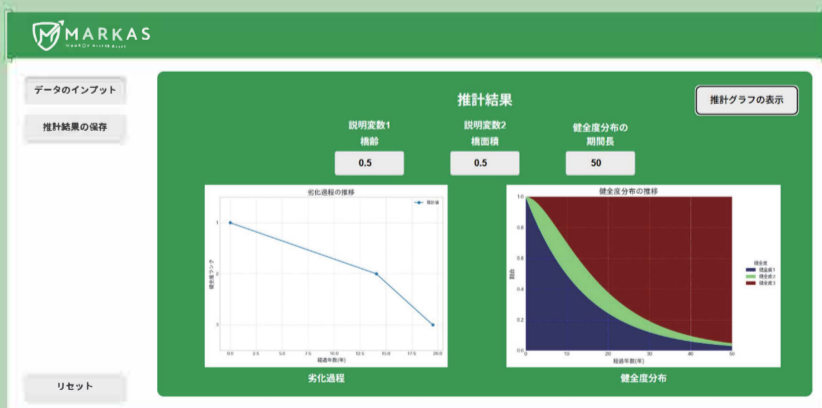
点検 2 時点分の健全度、点検間隔、および劣化の要因となる説明変数を CSV ファイルとして準備します。
作成したデータをシステムに読み込み、推計を実行します。

STEP 2



最尤法により、各説明変数が劣化に与える影響度 (β推計値) や平均的なハザード率などを算出します。

STEP 3



推計されたモデルに基づき、「劣化過程」や将来の「健全度分布」をグラフで確認します。
さらに、「交通量が増加した場合」や「大型の橋梁の場合」など、条件 (説明変数の値) を任意に変更して再シミュレーションを行います。これにより、条件の違いが劣化過程にどう影響するかを比較することができます。

●利用上の注意事項



2027年3月まで無償提供

インフラ・マネジメント技術の促進を目的として、期間内は無料で利用いただけます。



普及版の制限事項

1 ファイルあたり 2,000 行までのデータ制限があり、業務利用は禁止されています。大規模データや業務利用は運営事務局へご相談ください。



団体・講義での利用について

大学の講義や研修等で 10 名以上のまとまった利用がある場合は、氏名とメールアドレスの一覧を添えて、事前に事務局へ申し込んでください。

●分析結果の読み方 (評価指標)



ハザード率 (劣化リスク指標)

数値が大きいほど劣化スピードが速く、次の危険度ランクへ移行しやすいことを示すリスク指標です。



対数尤度と AIC

対数尤度が 0 に近いほどモデルの適合度が高く、AIC は適合度とモデルの複雑さのバランスを評価します。



t 値による信頼性評価

推計された各パラメータが統計的に信頼できるかどうかを推定するために使用します。



◀お申し込みはこちらから

<https://forms.gle/AnACy7AXuCi34yKR6>

