人的労働必要量（**Human Labor Requirement**（**HLR**））による社会インフラ評価指標の提案

— 概念整理および議論のたたき台 —
Concept Draft / Version 0.5

0. 本文書の位置づけと改定方針

本書は、人的労働必要量（Human Labor Requirement：HLR）の基本概念と、HLRを算定・表示する際に共有すべき基本原則を示す定義ドラフトである。HLRを特定企業・特定組織に閉じた計算方式とせず、社会において広く利用され得る公共的な知として発展させることを目指す。本書に示す定義および整理は、現時点での仮説的・試行的なものであり、最終的に固定されたものではない。
社会インフラの評価においては、施設特性、地域条件、管理主体、技術水準、制度運用等により、必要となる労働の内容や量は大きく異なる。このため、HLRを有効な評価指標として育てていくためには、多様なインフラ分野や実務現場からの意見、試算、反証、改善提案を継続的に取り込むことが不可欠である。
本Versionでは、HLRの必要性、基本定義、対象とする労働の考え方、既存指標との関係、および今後の論点を整理することを主目的とする。本書は完成版ではなく、社会的な対話を通じて改定されるべき文書である。今後は、実例への適用、算定方法の検証、関係者からの意見収集を通じて、Version 1.0へと段階的に発展させることを想定する。
本書の改定履歴は末尾に記載する。

1. 背景

1.1 人口減少社会における新たな制約条件

これまで、社会インフラの整備・更新・維持に関する評価は、主として建設費、維持管理費、ライフサイクルコスト、施設能力、必要用地、環境負荷等の観点から行われてきた。これらの評価軸は現在も重要であり、今後も引き続き必要不可欠である。
一方、日本をはじめとする人口減少社会においては、社会インフラを維持するために必要な労働力そのものが制約条件となりつつある。インフラは建設時のみならず、運転、監視、点検、修繕、更新、廃止に至るまで、長期にわたり継続的な人的労働を必要とする。しかし、従来の評価体系においては、この「維持に必要な人的労働量」が、費用や性能に比べて十分に可視化・比較されてこなかった。
今後、限られた人的資源の下で社会インフラを維持していくためには、金銭的コストや施設性能に加え、「どの程度の人的労働を社会として長期にわたり負担し続ける必要があるのか」という観点を評価に組み込む必要がある。本書では、この観点を整理するために、「人的労働必要量（HLR）」という評価指標の考え方を提案する。

2. 人的労働必要量（**HLR**：**Human Labor Requirement**）の目的

人的労働必要量（HLR：Human Labor Requirement）は、社会インフラがそのライフサイクル全体において社会に求める人的労働投入量を定量的に把握することを目的とする。HLRは、インフラを単に

「性能が高いもの」あるいは「費用が安いもの」として評価するのではなく、限られた人的資源の下で、長期間にわたり維持可能なインフラとは何かを判断するための新たな評価軸として位置づける。なお、HLRは既存の評価指標を置き換えることを目的とするものではない。むしろ、ライフサイクルコスト、環境負荷、安全性、品質等の既存指標に対して、「人的資源の要求量」という観点を補完的に付加することを目的とする。
また、本Versionでは、HLRを広く利用可能な評価指標として発展させるため、算定者が共有すべき基本原則を示す。一方、個別分野における詳細な算定方法、使用するソフトウェア、データベース、計算システム等を一律に規定するものではない。

3. HLRの定義

3.1 基本定義

Human Labor Requirement（HLR）とは、対象となる社会インフラについて、建設、運用、維持、更新、廃止・撤去等のライフサイクルを構成する人的労働を対象とし、設定した評価期間において必要となる人的労働投入量を積算して表す指標である。HLRの基本的な考え方は「人的労働量の積算」であり、対象インフラのライフサイクルを視野に入れつつ、評価期間内に発生する人的労働を積み上げて評価する。基本単位は、人年（person-year）とする。
HLRは、原則として、以下の労働量の総和として表す。

$$\mathbf{HLR_{life} = C + O_{life} + M_{life} + R + S + D}$$

ここで、

- **C**：建設労働量（Construction Labor）
- **O**：運転管理労働量（Operation Labor）
- **M**：維持修繕労働量（Maintenance Labor）
- **R**：更新労働量（Renewal Labor）
- **S**：間接労働量（Supply Chain Labor）
- **D**：廃止・撤去労働量（Decommissioning Labor）

である。また、添字lifeは、ある一時点での労働量ではなく、設定した評価期間全体にわたり累積される労働量であることを示す。このため、O_{life} および M_{life} は、供用期間中に継続的に発生する運転管理労働量および維持修繕労働量を、評価期間全体で積算した値として扱う。

M・Rの区分基準に関する補足：
維持修繕労働（M）と更新労働（R）は、実務上その境界が明確でない場合がある（4章参照）。しかし、上記算定式が示すとおり、MとRはいずれも加算項であるため、ある労働をMとRのどちらに分類しても、総HLRの値そのものには影響しない。したがって、区分基準を過度に精緻化することよりも、どちらに分類したか、その判断理由を記録しておくことを優先してよい。

3.2 HLRにおける人的労働の範囲

HLRにおける人的労働とは、対象インフラを社会が計画、整備、運用、維持、更新、廃止するために直接的または間接的に必要とする労働を指す。
ここでいう人的労働には、建設事業者や維持管理事業者等による現場作業・技術業務のみならず、発注者である行政機関等による計画、契約、監督、評価、調整、説明等の労働も含める。
一方で、制度全体の運営、一般的な研究開発、教育、人材育成等のうち、特定のインフラに直接帰

属させることが困難な労働については、本定義書では一律には算入せず、今後の検討課題として扱う。
また、本指標は人的労働量の把握を基本とするものであり、労働の質的差異、熟練度差、地域差、将来的な技術進歩の反映方法については、今後の精緻化対象とする。

3.3 公共的な共通規定としての位置づけ

本定義書（HLR Definition）は、特定企業・特定組織のみが使用する独自の計算仕様ではなく、企業、行政機関、研究機関、大学、個人その他の利用者がHLRを算定・利用する際に共有する公共的な共通規定として位置づける。
HLRは、特定の計算サービスや製品を意味するものではない。各算定者は、本定義書の基本原則に従う限り、それぞれの目的や対象分野に応じた算定方法・システムを構築することができる。

3.4 実装非依存性

本定義書は、HLRの算定に使用する特定のソフトウェア、計算エンジン、AI、データベース、プログラミング言語その他の実装方法を指定しない。各算定者は独自の計算方法・システムを採用できる。
一方、独自の実装方法を採用する場合であっても、本定義書に定めるHLRの基本定義、評価範囲、基本原則等との整合を確保するものとする。

3.5 再現性の原則

HLRは、社会インフラの人的労働必要量を定量的に比較・検討するための指標であることから、その算定には再現性を確保することを基本原則とする。同一の算定条件、入力条件および算定方法を用いた場合には、原則として同一のHLR算定結果が得られることを求める。再現性を確保するための具体的な技術・手法は各算定者に委ねる。

3.6 透明性の原則

HLRの算定者は、算定結果について、その評価範囲、評価期間、主要な前提条件、積算の構成等を確認できるよう、透明性の確保に努めるものとする。透明性を確保する具体的方法は各算定者に委ねる。計算内訳、使用データ、根拠資料、計算履歴等の開示方法や範囲を一律に規定するものではなく、企業秘密、知的財産その他の正当な非公開情報の開示を求めるものでもない。

3.7 HLRの時間軸に関する用語

HLRでは、評価期間全体の人的労働必要量と、各年または特定年に発生する人的労働必要量を区別して扱う。本定義書では、時間軸に関する基本用語を以下のとおり定義する。

- **Total HLR**（総**HLR**）：設定した評価期間全体について積算した人的労働必要量。
- **Annual HLR**（年別**HLR**）：評価期間内の各年に発生する人的労働必要量。
- **Specific-year HLR**（特定年**HLR**）：評価期間内の指定した特定年におけるHLR。
- **HLR Peak**（最大年**HLR**）：評価期間内におけるAnnual HLRの最大値。

Total HLRは長期的な人的労働負担の総量を示す一方、Annual HLR、Specific-year HLRおよびHLR Peakは、人的労働需要がいつ発生し、どの時点に集中するかを把握するために用いる。これ

らを表示する場合には、対象期間および算定条件をあわせて明示する。

3.8 準拠Versionの明示

HLRの算定結果を提示する場合には、算定時に準拠した本定義書のVersionを明示することを原則とする。これにより、本定義書の改定後も、各HLR値がどの定義に基づいて算定されたかを確認できるようにする。

4. 評価対象となる労働量

HLRでは、対象インフラのライフサイクル全体を通じて必要となる人的労働を、建設、運転管理、維持修繕、更新、間接、廃止・撤去の6区分に整理する。各区分は、算定の透明性と比較可能性を確保するための基本分類であり、個別分野における実務上の分類とは必ずしも一致しない場合がある。その場合には、分類基準と判断理由を明示した上で算定するものとする。
HLRでは、以下の労働を対象とする。

- 建設労働（Construction Labor：C）
- 運転管理労働（Operation Labor：O）
- 維持修繕労働（Maintenance Labor：M）
- 更新労働（Renewal Labor：R）
- 間接労働（Supply Chain Labor：S）
- 廃止・撤去労働（Decommissioning Labor：D）

維持修繕労働（M）は、既存機能の維持、劣化対応、日常的または計画的な修繕を主目的とする労働を指す。更新労働（R）は、耐用年数到来や性能再構築への対応として、設備・構造・機能を一定規模以上で更新、再整備、再建するための労働を指す。
ただし、実務上は両者（MとR）の境界が明確でない場合があるため、その場合には、対象事業の目的、規模、耐用年数への影響、会計・管理上の取り扱い等を踏まえて分類し、判断理由を記録する。

4.1 建設労働（Construction Labor：C）

建設労働はインフラ整備時に必要となる労働を指し、発注者・制度管理側と民間・専門業者側で、以下に示すような工種を対象に算出する。

【発注者・制度管理側（発注者側）】
- 長期計画策定
- 事業化検討
- 予算要求・財源調整
- 発注仕様作成
- 入札・契約手続き
- 設計審査
- 工事監督
- 完成検査
- 関係機関調整

【民間・専門業者側】
- 調査
- 設計

- 建設工事
- 施工管理

4.2 運転管理労働（Operation Labor：O）

運転管理労働は、建設したインフラの供用開始後、日常的に必要となる労働を指し、発注者・制度管理側と民間・専門業者側で、以下に示すような工種を対象に算出する。

【発注者・制度管理側】
- 運営状況確認
- 維持管理状況の把握
- 事業者指導・監督
- 住民対応
- 水質・安全管理等の行政確認
- 関係機関への報告・調整

【運営主体・管理事業者側】
- 運転監視
- 操作
- 巡回
- 設備管理
- 日常点検
- 維持記録作成

4.3 維持修繕労働（Maintenance Labor：M）

維持修繕労働は、インフラの性能維持のために日常的に必要となる修繕労働を指し、発注者・制度管理側と民間・専門業者側で、以下に示すような工種を対象に算出する。なお、改修や設備交換など、維持修繕と更新の両方の性質を持つ労働については、算定時の判断基準を明示した上で分類する。

【発注者・制度管理側】
- 修繕計画策定
- 修繕予算確保
- 発注手続き
- 修繕工事監督
- 維持管理記録管理
- 老朽化評価
- 更新時期判断

【維持管理事業者側】
- 点検
- 清掃
- 部品交換
- 修繕

- 故障対応
- 設備更新判断に必要な調査

4.4 更新労働（Renewal Labor：R）

更新労働は対象インフラの耐用年数経過後に必要となる更新・再建に関わる労働を指し、発注者・制度管理側と民間・専門業者側で、以下に示すような工種を対象に算出する。維持修繕労働との境界が明確でない場合には、HLR算定結果の透明性を確保するため、分類理由を記録する。

【発注者・制度管理側】
- 更新計画策定
- 将来需要予測
- 更新方針決定
- 財政計画策定
- 議会説明
- 住民説明
- 関係機関調整
- 入札・契約手続き
- 更新工事監督

【民間・専門業者側】
- 更新調査
- 更新設計
- 更新工事
- 改修工事
- 建替工事
- 技術検討

4.5 間接労働（Supply Chain Labor：S）

間接労働は、対象インフラの建設、運用、維持修繕、更新、廃止・撤去等に必要となる資材、薬品、エネルギー、部品、輸送等を供給する関連産業において発生する労働を指し、以下に示すような工種を対象に算出する。

【関連産業側】
- 資材製造
- 薬品製造
- エネルギー供給
- 部品製造
- 輸送

【算定方法と適用上の例外ルール】
間接労働の算定にあたっては、資材・エネルギー等の調達額に対し、産業連関表に基づく該当産業部門の労働誘発係数を乗じることを基本とする。ただし、すべての資材やエネルギーに網羅的に適用すると算定範囲が広がり計算が発散するおそれがあるため、複数の代替案の比較評価に用いる

場合は、比較対象間で顕著な差が生じる資材・工程に限定して算定することを許容する。

4.6 廃止・撤去労働（Decommissioning Labor：D）

廃止・撤去労働は、対象インフラの施設寿命終了後に廃止や撤去のために必要となる労働を指し、発注者・制度管理側と民間・専門業者側で、以下に示すような工種を対象に算出する。

【発注者・制度管理側】
- 廃止計画策定
- 財産処分手続き
- 関係機関調整
- 住民説明
- 跡地利用計画策定
- 環境確認

【民間・専門業者側】
- 解体設計
- 撤去工事
- 廃棄物処理
- 資材リサイクル
- 跡地利用

5. 評価単位

HLRは、対象となるインフラについて、建設から運用、維持、更新、廃止に至るまでのライフサイクル全体で必要となる人的労働を、あらかじめ設定した評価期間の中で積算して評価する。
評価期間は、評価目的および対象インフラの特性、寿命、更新周期等を踏まえて設定し、算定結果とあわせて明示する。たとえば、長期間にわたって使われる施設では100年間、設備の更新が比較的早いものでは30年～60年程度など、それぞれの特性に応じた期間を設定することが考えられる。
ただし、総HLRの値だけでは、異なる種類のインフラ同士を比べにくい場合がある。そのため、比較の目的に応じて、総HLRを施設単位、延長単位、面積単位、能力単位などで整理し、見やすい形で示すことが望ましい。
たとえば、道路であれば「人年／100年間・km」、橋梁であれば「人年／100年間・橋」、建築物であれば「人年／100年間・m²」といった形が考えられる。さらに、必要に応じて、これを1年あたり、かつ1施設あたり、1kmあたり、1m²あたりなどの単位に割り戻して示すことで、比較しやすくすることができる。
このとき重要なのは、どの期間で計算したのか、どの単位で割り戻したのかを明示することである。評価期間や正規化の方法が異なる場合、数値だけを単純に比較すると誤解を招くおそれがあるため、算定条件はあわせて示すものとする。
異なるHLRを比較する場合には、評価期間その他の評価条件を整合させることを原則とする。

5.1 比較評価における簡略化の原則

HLRを複数案の比較に用いる場合、運転管理労働（O）等、比較対象間で明らかに共通し、有意な差が生じないと判断できる労働については、算定作業を簡略化するため、比較の対象から除外してよい。この場合には、除外した労働区分とその判断理由を明示するものとする。
ただし、運転管理労働（O）が常に共通項として除外できるとは限らない。除外の可否をあらかじめ決

め打ちせず、比較対象間で差が生じる可能性を確認したうえで判断することを原則とする。
比較を目的として一部の共通労働を算定対象から除外した場合、その算定結果はTotal HLR（総HLR）そのものではなく、比較のために算定範囲を限定した結果であることを明示するものとする。

5.2 廃止・撤去労働（D）の計上に関する取り扱い

評価期間の終了時点において、対象インフラが引き続き供用中であり、廃止・撤去が実際には発生していない場合には、廃止・撤去労働（D）は当該評価期間のHLRには計上しない。比較評価においては、比較対象の双方について評価期間内にDが発生しない場合、Dを比較から除外してよい。

5.3 拠点分散型施設における運転管理労働（O）のスケーリング

複数の小規模拠点に分散させた施設構成では、拠点ごとに最低限必要となる運転管理体制（当直・巡回等）が存在する場合がある。拠点分散型の施設を対象にHLRを算定する場合には、各拠点で実際に必要となる運転管理労働（O）を確認し、必要に応じて拠点単位で積み上げて算定する。

6. 既存評価指標との関係

HLRは、社会インフラを評価する既存の指標を置き換えることを目的とするものではない。むしろ、これまで主として評価されてきた金銭的負担、機能、環境負荷等に対し、人的資源負担という観点を補完的に付加するための指標として位置づける。
人口減少社会においては、必要な予算を確保できるかどうかに加え、運転、点検、修繕、更新、調整等を担う人材を継続的に確保できるかどうかが、社会インフラの持続可能性を左右する。
HLRは、この人的制約を可視化し、既存指標だけでは捉えにくかった持続可能性の側面を評価に組み込むことを意図する。

6.1 ライフサイクルコスト（LCC）との関係

LCCは、インフラのライフサイクル全体における金銭的負担を評価する指標である。これに対しHLRは、ライフサイクル全体を通じて社会が必要とする人的労働投入量を評価する指標である。
両者は競合するものではなく、補完関係にある。たとえば、初期費用や維持費が小さい一方で多くの人的労働を必要とする選択肢や、金銭的負担は比較的大きいが長期的な人的負担を抑制できる選択肢を比較する際に、HLRは追加的な判断材料を提供する。

6.2 ライフサイクルアセスメント（LCA）との関係

LCAは、資源消費や環境負荷を把握するための評価手法である。これに対しHLRは、社会インフラの長期的な供用を前提として、その維持に必要となる人的労働投入に着目する評価軸である。
HLRは、LCAと同様にライフサイクル全体を視野に入れるが、特に人口減少社会における人的資源制約を評価対象として明示する点に特徴がある。
間接労働（S）の算定に必要な資材投入データは、LCAで用いられる資源投入インベントリと重複する場合がある。このため、二重の調査を避ける観点から、LCA評価で用いた資源投入データを活用し、これに産業連関表の労働誘発係数を適用してHLRのSを導出する方法を、実務上の選択肢として位置づける。

6.3 産業連関分析（労働誘発係数）との関係

産業連関表を用いた労働誘発係数分析は、ある産業への最終需要（投資額等）が発生した際に、直接・間接に誘発される雇用・労働量を推計するために用いられる経済分析手法である。HLRでは、各国・地域で利用可能な産業連関表、雇用表その他の統計資料から、部門別の労働誘発係数を算出し、利用することができる。
HLRにおける間接労働（S）の算定は、この産業連関分析の考え方を応用することを基本方針とする（4.5節参照）。ただし、部門別の労働誘発係数を正確に取得するには、各国・地域の統計資料へのアクセスや部門分類に関する専門知識を要する場合がある。簡易な算定では代表的な係数を用い、より高い精度が必要な場合には詳細な統計資料や専門的な分析を用いるなど、算定目的に応じた方法を選択する。
なお、資材が海外で製造されたものである場合、国内の産業連関表に基づく労働誘発係数をそのまま適用すると、実際の労働発生地域と算定結果が整合しない可能性がある。輸入部材の扱いについては、国内労働誘発分に限定する、海外分を別枠管理する等の運用ルールを今後検討する必要がある。

6.4 ISO 55000（アセットマネジメント）との関係

ISO 55000シリーズは、物的資産に加え、情報資産、人的資産等を含む幅広いアセットを対象に、組織的なマネジメントの枠組みを提供する国際規格である。同規格は、人的資源に関して力量モデルの整備や訓練プログラムの運用等を求めているが、人的労働投入量そのものを定量的に把握するための指標までは提供していない。
HLRは、ISO 55000が包括的に扱う人的アセットのマネジメントに対し、労働投入量という定量的側面を補完する指標として位置づけることができる。

7. HLRが示す価値

7.1 人的資源制約を可視化する価値

HLRが示すのは、社会インフラを人的資源制約の下で比較・判断する視点である。
これまで、社会インフラの整備・更新・維持に関する議論では、建設費、維持管理費、性能、環境負荷等が主要な判断材料となってきた。これらは引き続き重要であるが、人口減少社会においては、それに加えて、将来にわたり必要な労働力を社会として確保し続けられるかどうかも重要な条件となる。

7.2 HLRの限界

HLRは人的労働投入量に着目した指標であり、安全性、品質、レジリエンス、環境影響、経済性等を単独で評価するものではない。また、労働の質的差異、技術進歩、制度変更等を現時点で完全に反映するものでもない。
したがって、HLRは単独で意思決定を行うための絶対的指標ではなく、既存の評価指標と組み合わせて用いることを前提とする。

8. 今後の課題

本定義書は、HLRの公共的な共通規定としての基本原則を整理する段階にあり、算定手法・適用範囲・解釈方法には今後さらに検討すべき論点が残されている。特に、以下の点を今後の主要な検討課題とする。

8.1 間接労働の評価方法

資材、薬品、エネルギー、部品、輸送等に関わる間接労働について、どの範囲までを対象とし、どの方法で推計するかをさらに整理する必要がある。産業連関表の労働誘発係数を用いる方法や、LCAで用いる資源投入データとの連携は有力な方法であるが、簡易算定と精緻算定の使い分け、海外製造部材の扱い等は引き続き検討課題とする。

8.2 労働の質的差異の扱い

熟練技能、専門資格、代替困難性等の労働の質的差異を、量的指標であるHLRとどのように接続するかは引き続き検討する。質的な重み付けをHLR本体に組み込むか、別の補助情報として扱うかについては、今後の実証を踏まえて判断する。

8.3 技術水準・労働生産性変化の反映

AI、遠隔監視、自動点検、ロボティクス等の技術導入や自動化の進展により、同一または同等の機能を維持するために必要な人的労働量は変化し得る。HLRにおいて技術水準および労働生産性の前提をどのように設定・表示するかについては、Version 0.5では正式な算定規定に組み込まず、次期Version以降での正式採用に向けて検討する。

8.4 人年への換算方法

作業時間、作業日数、発生回数等から人年へ換算する際の基準について、分野・地域・制度等の違いを踏まえながら、共通規定としてどこまで定めるべきかを検討する。

8.5 感度分析

耐用年数、更新周期その他の前提条件が算定結果に大きな影響を与える場合、複数の前提条件による感度分析をHLR算定の標準的な手順として位置づけるべきかを検討する。

8.6 評価期間と実際の供用期間の関係

設定した評価期間の終了時点と、対象インフラの実際の供用終了時期が一致しない場合の更新労働（R）および廃止・撤去労働（D）の扱いについて、より一般的な適用原則を検討する。

8.7 適用実証と継続的な検証

多様なインフラ分野および実データへの適用を進め、算定可能性、再現性、透明性、説明可能性および比較有効性を継続的に検証する。実証を通じて得られた知見は、本定義書の今後の改定に反映する。
本書は、これらの課題に対する完成した答えを示すものではなく、今後の実証と議論のための出発点を提供するものである。

9. 意見募集と改定の進め方

本定義書に対する意見、適用事例、検証結果および改善提案を広く受け付け、それらを踏まえて継続的に改定する。

HLRを社会で広く利用できる公共的な評価指標として育てるため、多様な分野での適用と社会的な対話を通じて、本定義書の妥当性および実用性を継続的に検証する。

改定履歴

Version 0.5での主な改善・変更点

- HLRを「人的労働量の積算」として明確に位置づけた。
- 本定義書（HLR Definition）を、特定企業・特定組織のための計算仕様ではなく、HLRを利用する者が共有する公共的な共通規定として位置づけた。
- HLRの算定方法・ソフトウェア・計算システム等について実装非依存性を明文化した。
- HLRの社会的信頼性を確保するため、再現性を基本原則として追加した。
- 算定根拠を確認できるよう、透明性の確保に努めることを基本原則として追加した。ただし、その具体的方法は各算定者に委ねる。
- 時間軸に関する用語として、Total HLR、Annual HLR（年別HLR）、Specific-year HLR（特定年HLR）、HLR Peakを体系的に定義した。
- HLR算定結果には、準拠した本定義書のVersionを明示することとした。
- 技術進歩、自動化、AI、ロボティクス等による労働生産性変化の扱いは、次期Version以降の正式採用に向けた検討事項として整理した。
- モデルケースにかかる関連記述の削除。

Version 0.2での主な改善・変更点

- HLRの基本算定式について、モデルケースを用いて実務上の算定可能性を検証した。
- 下水道管路更新をはじめ、複数のモデルケースによる試算を行った。
- 試算から得られた知見を、労働区分、評価単位、既存評価指標との関係および今後の課題に反映した。
- 労働ピーク、労働の質的差異、技術進歩・自動化等を今後の検討課題として整理した。