

AI-Native Networks White Paper — Web Appendices (B—F)

—— Policy, technical, and ELSI reference mate

目次

付録 B：国内外の政策・制度との関係整理	1
B.1 AI を社会基盤として捉える政策面の潮流	1
B.2 日本における AI・通信融合政策の整理	2
B.3 海外主要国・地域におけるアプローチ比較	2
B.4 政策・施策と本ホワイトペーパー本文論点の対応整理	3
表 B-1 内閣府（AI 政策・科学技術政策・安全保障）	3
表 B-2 総務省（通信・ネットワーク・基盤）	3
表 B-3 経済産業省（産業・クラウド・計算資源）	4
表 B-4 デジタル庁（行政基盤）	5
表 B-5 研究機関・国際標準化等の横断的枠組み	5
表 B-6 本付録で参照した主要政策・施策の公開資料一覧	5
B.5 日本の立ち位置と本ホワイトペーパーとの関係	7
B.6 付録 B のまとめ	7
付録 C：AI ネイティブネットワークにおける役割別 AI の整理	1
表 C-1 役割の観点から分類される三つの AI	2
付録 D：AI 制御ネットワーク設計において検討が必要となる論点整理	1
D-1. 構造上の観点から見た主要論点	1
表 D-1 設計において検討が必要となる主要論点の例（構造的観点からの整理）	1
D-2. 物理構造ブロックに対応した具体的な問い合わせの整理	1
表 D-2 物理構造ブロックごとに顕在化する具体的な問い合わせの整理（参考）	2
付録 E：AI ネイティブネットワークにおける ELSI 論点の構造的位置づけ	1
E-1. 付録 E の位置づけ	1
表 E-1 本ホワイトペーパーにおける構造的論点と ELSI 論点の対応整理	1
E-2. 従来の ELSI 研究との補完関係	1
E-3. 付録 E のまとめ	2
付録 F：参考文献	1
F-1. 政策・制度・戦略（AI × 社会基盤）	1
F-2. 標準化・アーキテクチャ・自律ネットワーク	1
F-3. AI 制御ネットワークの実装・運用（技術的参考）	2
F-4. 評価・検証・デジタルツイン・テストベッド	2
F-5. エネルギー・電力制約（AI × 社会基盤）	3
F-6. 本文脚注参照資料（統計・業界動向）	3

付録B：国内外の政策・制度との関係整理

本付録に記載した政策・施策に関する情報は、2025年12月時点で公表されている政府資料および一般に入手可能な情報に基づき整理したものである。

本付録は、AIと通信の融合がもたらす構造変化を起点として本ホワイトペーパーで整理してきた論点が、国内外の政策・制度においてどのような前提条件と接続しているかを示すための参照整理である。ここで扱う政策・施策は、その内容や優劣を評価・比較することを目的とするものではなく、AIが判断主体として関与する社会基盤を成立させる上で、どのような構造上の課題や設計前提がすでに政策レベルで意識され始めているかを俯瞰するためのものである。

本ホワイトペーパーでは、AIネイティブ化によって、判断の所在、判断根拠の分散、実行基盤の制約、評価・検証の前提崩壊といった問題が、個別技術の成熟度とは独立に構造的に顕在化することを示してきた。付録Bでは、こうした問題意識が、AI政策、通信政策、計算資源・クラウド施策、行政基盤整備、標準化や国際連携といった複数の政策領域において、どのような形で前提条件や論点として現れているかを整理する。

特に、多くの政策が、AIモデルやアプリケーション単体の高度化ではなく、AIが動作し続けるための通信ネットワーク、計算資源、電力、運用ルール、責任分界といった基盤条件を同時に扱い始めている点がある。このことは、AIが社会基盤の判断に関与する環境では、設計・検証・運用を分離して考える従来の枠組みが成立しにくくなっているという、本ホワイトペーパーの問題設定と強く整合している。

以下では、内閣府、総務省、経済産業省、デジタル庁をはじめとする国内政策、および国際的な標準化・連携枠組みについて、本ホワイトペーパーの各章で整理した論点との対応関係を中心に整理する。これにより、AIと通信の融合が単なる技術進化ではなく、制度・基盤・検証の前提を含めた社会的設計課題であることを、政策との関係から補足的に示す。

B.1 AIを社会基盤として捉える政策面の潮流

B.1.1 なぜ今、AIインフラが政策課題となっているのか

近年、AIは単独の技術やアプリケーションとしてではなく、通信ネットワーク、計算資源、データセンター、電力・エネルギーといった基盤要素と一体となって社会の中に組み込まれつつある。AIの判断や推論がリアルタイムに近い形で社会基盤の制御や運用に関与するようになるにつれ、AIの性能そのものだけでなく、それを支えるインフラ全体の信頼性、持続可能性、レジリエンスが政策課題として顕在化している。

この変化は、AIの社会実装が進むほど、個別企業の投資判断や技術選択を超えた社会的課題として扱われる必要が生じることを意味している。すなわち、AIは「使う技術」から「社会を支える前提条件」として位置づけ直されつつある。

B.1.2 AI・通信・計算資源を横断する政策論点

AIを社会基盤として捉える政策においては、通信ネットワークと計算資源を切り分けて検討することが難しくなっている。AIの推論や学習は、通信帯域や遅延、クラウドやエッジの計算資源、さらには電力・冷却といった制約条件と密接に結びついており、これらを横断した設計・運用が前提となる。

この結果、政策的には以下のようないくつかの論点が共通して現れていると考えられる。

- AI処理と通信処理を含めた実行基盤全体の信頼性確保
- 計算資源の集中と分散のバランス
- 脱炭素・エネルギー制約を前提とした基盤設計
- AIの判断が社会に与える影響と責任の所在

これらは、本ホワイトペーパー第1章で整理した構造変化や、第4章・第5章で議論した評価・検証・責任の問題と直接的に接続する論点である。

B.2 日本におけるAI・通信融合政策の整理

B.2.1 人工知能基本計画に見る日本の基本スタンス

国内においては、内閣府を中心に「世界で最もAIを開発・活用しやすい国」を目指した政策検討が進められている。令和7年12月23日に閣議決定された「人工知能基本計画」および関連指針では、AIモデルやアプリケーションの高度化と並行して、それらを支えるインフラの整備・強化が明確に位置づけられている。

特に、データセンター、通信ネットワーク、計算資源、電力といったAIインフラが、AIの社会実装を支える前提条件として整理されている点に特徴がある。これは、AIを単なる技術革新の対象ではなく、社会基盤としてとらえる姿勢を反映したものと考えられる。

B.2.2 Beyond 5G/6G戦略とAIネイティブ基盤

日本のBeyond 5G/6G戦略は、通信速度や容量の向上といった性能指標の高度化にとどまらず、AIが判断に関与するネットワークを社会基盤として成立させるための条件整備を重視している。地上系通信、衛星通信、光ネットワークなどを柔軟に組み合わせ、アプリケーションや社会の要請に応じて機能を提供するオープンなプラットフォームとしての性質が強調されている。

このような戦略は、特定の実装方式や事業者の優位性を競うものではなく、AIネイティブな社会基盤が長期的に機能し続けるための設計・検証・運用条件を整備することに主眼を置いている点で特徴的である。

B.2.3 日本政策の特徴整理

上記を踏まえると、日本におけるAI・通信融合政策は、以下のようないくつかの特徴を持つと整理できる。

- 特定のAIモデルや巨大プラットフォームの競争優位を直接は追求しない
- 検証・運用・責任を含めた前提条件の整備を重視
- 産学官連携を前提とした合意形成型のアプローチ

これらの特徴は、本ホワイトペーパー第5章で提示した検証連携基盤構想と整合していると言える。

B.3 海外主要国・地域におけるアプローチ比較

B.3.1 米国

米国では、民間主導の研究開発力と計算資源の確保を基盤に、AIと通信の融合が急速に進展している。産学官連携によるエコシステム形成が進む一方で、制度やガバナンスは比較的後追いで整理される傾向がある。

B.3.2 欧州（EU）

EUは、AI Actに代表されるように、制度・ガバナンスを軸としたアプローチを採用している。信頼性、人間中心性、説明可能性を重視し、標準化や法制度を通じてAIの社会実装を進める点に特徴がある。

B.3.3 中国

中国は、「AIプラス」行動の下、明確な時間軸と段階目標を設定し、国家が主導的な役割を担いながらAIを社会全体に統合する戦略を展開している。実装の速度と規模が大きい点が特徴である。

B.3.4 その他地域

韓国、インド、シンガポールなどでは、実証主導型の取り組みや都市・行政DXと連動したAI・通信融合が進められており、日本との協力関係や補完関係も重要な論点となっている。

B.4 政策・施策と本ホワイトペーパー本文論点の対応整理

本節では、前節までに整理した国内外の AI・通信関連政策・施策について、本ホワイトペーパー本文の各章で扱っている論点との対応関係を整理する。

ここで示す表（表 B-1～B-5）は、政策や制度の内容を詳細に解説したり、その妥当性を評価したりすることを目的とするものではない。あくまで、本ホワイトペーパーが提示する問題設定や構造上の論点が、どの政策的・制度的背景と接続しているのかを俯瞰的に把握するための参考資料として位置づけられる。

本ホワイトペーパーでは、AI と通信の融合を単なる技術高度化としてではなく、判断主体の移動、設計・評価前提の変化、責任分界の再編といった構造変化として捉えている。表 B-1～B-5 では、こうした構造上の問題意識が、内閣府、総務省、経済産業省、デジタル庁などの政策・施策において、どのような形で前提条件として現れているかを整理している。

また、本節に示す対応関係は、政策と本文の間に一対一の対応や因果関係が存在することを示すものではない。同一の政策が複数章の論点と関係する場合や、逆に一つの論点が複数の政策面の背景と接続する場合も多い。こうした重なりや交差そのものが、AI を社会基盤として扱う際の複雑性を示しているといえる。

本ホワイトペーパーを読むにあたって、本節の表を通じて、本文中で提示されている技術・構造上の議論が、どのような政策文脈の中で議論され得るのかを確認しつつ、関心のある政策や制度から本文の該当章へと参照を行うための「索引」として活用されることを期待する。

表 B-1 内閣府（AI 政策・科学技術政策・安全保障）

本表は、内閣府が所管する AI 政策、科学技術政策および安全保障関連施策について、本ホワイトペーパー本文各章で整理した「AI が判断主体として関与する社会基盤」に関する論点との対応関係を整理したものである。

政策・施策名	主な内容	本ホワイトペーパーとの関係
人工知能基本計画	AI モデル・サービス創出、AI for Science、AI インフラ（DC・NW・電力）の強化	AI を社会基盤として成立させるために、通信・計算資源・電力を含む実行基盤全体を前提条件として捉える必要性と整合（第 1 章・第 3 章・第 4 章・第 5 章）
人工知能関連技術の研究開発及び活用の適正性確保に関する指針	信頼できる AI、社会実装における説明責任・透明性	判断主体の移動によって生じる説明可能性・責任分界の未定義性という問題設定と接続（第 1 章・第 2 章・第 3 章）
科学技術・イノベーション基本計画	ICT・AI を含む研究基盤整備、人材育成	単独技術評価ではなく、複数主体が関与する検証基盤の必要性という論点と対応（第 1 章・第 4 章・第 5 章）
経済安全保障推進法	重要インフラ、計算資源、先端技術の安定確保	AI 判断が依存する計算資源・基盤の持続性と責任を扱う論点と接続（第 4 章・第 5 章）

表 B-2 総務省（通信・ネットワーク・基盤）

本表は、総務省が所管する通信・ネットワーク・基盤関連施策について、AI ネイティブ化によって生じる設計・評価・運用の前提条件の変化という観点から、本ホワイトペーパー本文各章との対応を整理したものである。

政策・施策名	主な内容	本ホワイトペーパーとの関係
Beyond 5G / 6G 推進戦略	AI と融合した次世代通信、自律ネットワーク	AI が判断主体として通信制御に関与する構造変化の技術上の背景（第 1 章・第 2 章・第 3 章・第 5 章）

ICT 重点技術戦略	AI・ネットワーク・クラウド横断技術	単独評価が成立しない理由を方法論の背景を裏付ける（第 1 章・第 4 章）
クラウド/データセンター基盤強化施策	通信・電力・DC の一体整備	判断が成立する前提条件としての実行基盤という視点（第 4 章）
地方分散型データセンター促進施策	地方立地、レジリエンス向上	運用・制約条件が動的に変化する環境を前提とした設計論（第 4 章）
テストベッド・実証環境整備事業	Beyond 5G/6G、AI×NW 実証	技術検証から相互検証プロセスへの転換点としての位置づけ（第 3 章・第 5 章）

表 B-3 経済産業省（産業・クラウド・計算資源）

本表は、経済産業省が所管する産業政策、クラウドおよび計算資源関連施策について、AI が判断に関与するネットワークを支える実行・資源基盤の条件という観点から、本ホワイトペーパー本文との関係を整理したものである。

政策・施策名	主な内容	本ホワイトペーパーとの関係
AI・半導体戦略	AI 計算基盤・半導体供給力強化	AI 判断を支える計算資源の供給責任という論点（第 4 章・第 5 章）
AI 計算資源整備補助事業	GPU 等計算資源、DC 整備	判断主体としての AI が常に利用可能である前提の危うさを示す現実条件（第 2 章・第 4 章）
データセンター整備支援事業	DC 新設・高度化	拡張性と制約の両立という設計課題（第 4 章）
デジタル産業競争力強化施策	クラウド・AI 産業基盤強化	検証駆動型基盤が競争と共創を同時に成立させる条件と接続（第 4 章・第 5 章）
経済安全保障関連産業施策	サプライチェーン強靭化	基盤を誰が引き受け続けるのかという持続性の問い合わせ（第 4 章）

表 B-4 デジタル庁（行政基盤）

本表は、デジタル庁が所管する行政基盤・ガバメントクラウド関連施策について、長期運用、責任分界、信頼性確保といった論点が本ホワイトペーパー本文でどのように扱われているかを整理したものである。

政策・施策名	主な内容	本ホワイトペーパーとの関係
ガバメントクラウド整備・運用方針	行政向けクラウド標準化	長期運用・責任分界を前提としたAI基盤設計との整合（第4章・第5章）
デジタル社会の実現に向けた重点計画	行政DX・共通基盤整備	社会基盤としてのAI・通信の説明可能性・再現性要求（第1章・第4章）
行政システム標準化方針	長期運用・責任明確化	AIが判断に関与する場合の制度面の条件（第4章）

表 B-5 研究機関・国際標準化等の横断的枠組み

本表は、研究機関や国際標準化団体等による横断的な枠組みについて、検証連携基盤の観点から、相互検証や相互運用性、標準化前実装検証といった検証活動が本ホワイトペーパー本文との対応関係を整理したものである。

枠組み	主な内容	本ホワイトペーパーとの関係
国際標準化団体（3GPP、ITU等）	相互運用性、標準化、実装前検証	標準化前段階での相互検証の重要性と接続（第1章・第4章・第5章）
産学官連携コンソーシアム	実証・検証・議論の場	オープンエスチョンを共有する枠組みとしての相互検証基盤（第4章・第5章）

表 B-6 本付録で参照した主要政策・施策の公開資料一覧

政策・施策名	所管	公開年・版 (参照時点)	公式公開情報 (URI)
人工知能基本計画	内閣府	2025年12月23日 閣議決定版	https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ai_plan/ai_plan.html
人工知能関連技術の研究開発及び活用の適正性確保に関する指針	内閣府	2025年12月19日 本部決定版	https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ai_guideline/ai_guideline.html
科学技術・イノベーション基本計画（第6期）	内閣府	2021～2025年度版	https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index.html
経済安全保障推進法	内閣官房・経済産業省	2022年施行	https://www.ao.go.jp/keizai_anzen_hosho/index.html
Beyond 5G（6G）に向けた技術戦略の推進	総務省	継続更新（参照時点：2025年12月）	https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/B5G_sokushin/index.html

デジタルインフラ整備計画 2030	総務省	2025 年策定	https://www.soumu.go.jp/menu_news/news/01kiban07_02000077.html
ICT 重点技術の研究開発プロジェクト	総務省	継続更新（参照時点：2025 年 12 月）	https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictR-D/index.html
クラウド・データセンター基盤強化施策	総務省	2023 年度～	https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/wattbit/index.html
地方分散型データセンター促進施策	総務省	2022 年度～	https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/data_center/index.html
テストベッド・実証環境整備事業（Beyond 5G/6G 等）	総務省・NICT	2020 年度～	https://www.nict.go.jp/
AI ネットワーク社会推進会議 AI 利活用に関するガイドライン	総務省	2025 年度	https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/ai_network/index.html
AI のセキュリティ確保に関する技術的対策ガイドライン（案）	総務省	2025 年度	https://www.soumu.go.jp/menu_news/news/02cyber01_04000001_00337.html
半導体・デジタル産業戦略	経済産業省	2023 年改訂版	https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital.html
AI・半導体産業基盤強化フレーム	経済産業省	2024 年版	https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/ai_semiconductor_frame/ai_semiconductor_frame.html
AI 計算資源整備補助事業（クラウドプログラム）	経済産業省	2024 年度～	https://www.meti.go.jp/policy/economy/economic_security/cloud/index.html
データセンター地方拠点整備事業費補助金	経済産業省	2023 年度～	https://www.meti.go.jp/information/publicoffer/kobo/2023/k230922001.html
AI 事業者ガイドライン（第 1.1 版）	経済産業省 総務省	2025 年版	https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/ai_shakai_jisso/20240419_report.html
ガバメントクラウド整備・運用方針	デジタル庁	2025 年版	https://guide.gcas.cloud.go.jp/general/basic-concept
デジタル社会の実現に向けた重点計画	デジタル庁	2025 年版	https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program
行政の進化と革新のための生成 AI の調達・利活用に係るガイドライン	デジタル庁	2025 年版	https://www.digital.go.jp/news/3579c42d-b11c-4756-b66e-3d3e35175623

AI Act	欧州委員会 (EU)	2024 年成立	https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai
国際標準化活動 (3GPP、ITU 等)	国際標準化団体	継続更新 (参照時点 : 2025 年 12 月)	https://www.3gpp.org / https://www.itu.int

B.5 日本の立ち位置と本ホワイトペーパーとの関係

B.5.1 なぜ「検証・運用・責任」が日本の論点となるのか

日本における AI 基盤整備は、災害対応や行政サービスの継続性、長期運用を前提とした社会インフラとしての要請と強く結びついている。ガバメントクラウドや経済安全保障関連施策に見られるように、計算資源や通信基盤は公共性の高い対象として扱われている。

B.5.2 本ホワイトペーパーの問題設定との接続

本ホワイトペーパーは、こうした政策面の背景を踏まえ、AI が判断主体として関与するネットワークを社会基盤として成立させるための設計・評価・運用条件の構造を整理することを目的としている。特定の政策や制度を評価するのではなく、産学官が共通の理解の下で議論と実証を進めるための視点を提示する点に特徴がある。

B.6 付録 B のまとめ

本付録で整理した国内外の政策動向は、AI と通信の融合が単なる技術高度化ではなく、社会基盤の設計・検証・運用の前提条件を問い合わせ段階に入っていることを示している。本ホワイトペーパーは、これらの動向を踏まえ、AI ネイティブな社会基盤をどのように設計し、検証し、社会として引き受けていくべきかを議論するための基盤的視点を提供するものである。

付録C：AI ネイティブネットワークにおける役割別 AI の整理

本ホワイトペーパーでは、「AI」という用語を、単一の実装形態やモデルの種類を指すものとしてではなく、**社会基盤の中で果たす役割の違い**に着目して用いている。

AI ネイティブな通信基盤においては、同じ「AI」という名称であっても、システム内で担う役割や位置づけは大きく異なり得る。このため、本付録では、本稿で扱う AI を**役割の観点から三つに分類**し、その関係を整理する。

(1) 通信ユーザーとしての AI

通信ユーザーとしての AI とは、通信・計算・遅延・信頼性といった資源を**利用する側**に位置づけられる AI である。これらの AI は、アプリケーションやサービスの一部として動作し、自身の処理要件や性能要求を、通信基盤や計算基盤に対する「要求（意図）」として提示する。

具体例

- クラウド上で提供される生成 AI サービス（例：大規模言語モデルを用いた対話・生成サービス）
- エッジデバイス上で動作する推論 AI
- 低遅延・高帯域通信を前提とする AI アプリケーション

本ホワイトペーパーでの位置づけ

- 通信ネットワークに対して**要求を与える主体**
- 最適化の対象（目的側）にはなるが、通信・計算資源の割当や制御を判断する主体そのものではない

※ 例えば、大規模言語モデル（LLM）は、その提供形態によっては本区分に該当し、通信・計算資源を大量に消費する「通信ユーザー」として振る舞う。

(2) 判断主体としての AI

判断主体としての AI とは、通信ユーザー（人または AI）から提示された要求を入力の一部として受け取り、ネットワーク状態、計算資源、電力制約、運用ポリシーなどの複数の条件を総合的に考慮した上で、**通信・計算資源の利用や制御方針について意思決定を行う役割**を担う AI を、**論理的な判断主体として抽象化した概念**である。

主な判断内容の例

- 処理を実行するレイヤー（エッジ/ネットワーク/クラウド）の選択
- 制御方針・制御対象の選択
- 精度・遅延・資源消費のトレードオフ判断

重要な点

- 本概念は**論理的な存在**であり、単一の物理 AI 実体を意味しない
- 実装上は、複数の AI 機構や制御系に分散して存在し得る
- しかし、判断の観点では一つの主体として振る舞うものとして扱う

本ホワイトペーパーでの位置づけ

- 「AI ネイティブ化」によって新たに問題化する**判断の位置・判断の根拠・判断主体**を議論する際の中心概念

※ 大規模言語モデルのような汎用 AI も、処理配置を選び、資源配分を決め、ネットワーク制御に関与するような運用形態の場合、この判断主体の一部として組み込まれる可能性がある。

(3) 制御・実行系の AI

制御・実行系の AI とは、判断主体としての AI が下した判断を、**具体的な制御・実行としてシステムに反映する役割**を担う AI 機構である。これらは、ネットワーク装置や基盤に近い位置で動作し、個別機能として実装されることが多い。

具体例

- ・ ネットワーク装置内に組み込まれた制御 AI
- ・ クラウド/エッジで動作するリソース制御 AI
- ・ 管理・運用系で判断結果を反映する自動化 AI
- ・ 無線品質予測モデル、経路最適化 AI、リソース割当アルゴリズム

本ホワイトペーパーでの位置づけ

- ・ 判断主体としての AI の「手足」として機能
- ・ 個別機能としては従来の AI 活用と連続性を持つ
- ・ ただし、判断が実行時に動的に変化する点で前提が異なる

表 C-1 役割の観点から分類される三つの AI

区分	概要	主な具体例	本ホワイトペーパーでの位置づけ
通信ユーザーとしての AI (AI as a Communication User)	通信ネットワークを利用する側に存在し、アプリケーションやサービスの一部として動作する AI。通信・計算資源を消費し、性能要求を持つ主体。	<ul style="list-style-type: none"> ・ クラウド上で動作する生成 AI サービス ・ エッジデバイスで動作する推論 AI ・ 低遅延・高帯域通信を要求する AI アプリケーション 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通信ネットワークに対して「要求」を与える主体 ・ 最適化の対象（目的側）にはなるが、ネットワーク制御の判断主体そのものではない
判断主体としての AI (AI as a Decision-Making Entity)	通信・計算・データ・電力など複数の要素を前提条件として統合的に考慮し、ネットワークや実行環境の振る舞いに関わる判断を行う AI を、論理上の判断主体として抽象化した概念。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処理を行うレイヤー（エッジ/ネットワーク/クラウド）の選択 ・ 制御方針・制御対象の選択 ・ 精度・遅延・資源消費のトレードオフ判断 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 論理的存在であり、単一の物理実体を意味しない ・ 実装上は複数の AI 機構に分散し得る ・ 判断の観点では一つの主体として振る舞うものとして扱う ・ 「AI ネイティブ化」によって問題化する判断の位置・根拠・主体を議論する際の中心概念
制御・実行系の AI (AI for Control and Execution)	判断主体としての AI が下した判断を、具体的な制御・実行としてシステムに反映するための AI 機構。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ネットワーク装置内に組み込まれた制御 AI ・ クラウド/エッジで動作するリソース制御 AI ・ 管理・運用系で判断結果を反映する自動化 AI 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 判断主体としての AI の「手足」として機能・個別機能としては従来の AI 活用と連続性を持つ ・ 判断が実行時に動的に変化する点で前提が異なる

補足：実装に関する注意。実際のシステムにおいては、これら三つの AI が、物理・論理的に明確に分離されているとは限らない。

- ・ 複数の AI 機構に分散して実装される場合
- ・ 一部の役割が統合された形で実装される場合
- ・ 将来的に単一の AI 制御系として統合される可能性

いずれの場合も、本整理は判断構造を理解するための概念的枠組みとして用いるものであり、特定の実装形態やアーキテクチャを制約するものではない。

本ホワイトペーパーでは、特に判断主体としての AI が社会基盤の振る舞いに関与することによって、従来は前提として成立していた設計・運用・評価の枠組みがどのように揺らぐのかに着目して議論を行っている。

付録D：AI制御ネットワーク設計において検討が必要となる論点整理

本整理は、特定の設計方式や実装を推奨・規範化することを目的とするものではない。AIが判断主体としてネットワーク制御に関する環境において、設計・検証・運用の各段階で見落とされやすい論点を、構造上の観点および物理構造の双方から可視化するための参考整理である。

D-1. 構造上の観点から見た主要論点

表 D-1 設計において検討が必要となる主要論点の例（構造的観点からの整理）

論点カテゴリ	検討すべき観点	なぜ重要なか（構造上の要因からくる理由）
判断主体	AIがどの判断を担い、どこに人・ルールが残るか	判断主体の境界が曖昧だと、責任分界とフェールセーフ設計が綻びする
判断前提	判断に用いる入力情報・制約条件は何か	前提条件が動的に変化すると、再現性・説明性が低下する
影響範囲	判断結果はどこまで影響を及ぼすか	局所最適が全体不安定を引き起こす可能性がある
実行場所	エッジ/クラウドのどこで実行されるか	遅延・資源競合・電力制約が判断結果に影響する
実行タイミング	即時か、遅延を許容するか	制御遅延は意図と逆の挙動を引き起こす場合がある
資源消費	通信・計算・電力をどの程度消費するか	AI自身が資源競合の原因となり得る
フィードバック	判断結果はどのように再学習・再判断に反映されるか	循環構造が不安定性や予期せぬ振る舞いを生む
制限・停止	AI制御を制限・停止した場合の挙動	フェールセーフ設計が社会実装の前提条件となる

D-2. 物理構造ブロックに対応した具体的な問い合わせの整理

前節（D-1）では、AI制御ネットワークの設計・検証・運用において検討が必要となる論点を、判断主体や実行条件といった構造的観点から整理した。

本節では、それらの論点が、エッジ、通信ネットワーク、クラウド/データセンター、電力基盤といった物理構造の各ブロックにおいて、具体的にどのような問い合わせとして顕在化するかを整理する。

これにより、本ホワイトペーパー本文で提示した問い合わせが、特定の抽象論にとどまらず、物理構造に即して十分に洗い出されていることを示す。

本整理は、特定の設計方式や実装を規範化するものではなく、AIネイティブ化に伴って生じ得る問い合わせの広がりと網羅性を共有することを目的とした参考整理である。

表 D-2 物理構造ブロックごとに顕在化する具体的な問い合わせの整理（参考）

物理構造ブロック	対象範囲	具体的な問い合わせ	集約される根源的な問い合わせ
① エッジデバイス /センサ	センサ、端末、軽量AIデバイス、エッジ計算	<ul style="list-style-type: none"> 取得されたデータは、どの段階までエッジ側で処理・判断されるべきか。 即時性が求められる判断と、集約して行われる判断はどのように切り分けられるのか。 エッジ側で行われた処理や判断は、どの粒度で上位レイヤーに共有されるべきか。 	判断の入口はどこに置かれるのか
② ネットワーク基盤	RAN/コア/トランスポート/IP/DC間接続	<ul style="list-style-type: none"> ネットワークは単なる通信路として振る舞うのか、それとも判断や最適化の対象主体となるのか。 複数のAI制御（通信・計算・電力等）が同時に作用する場合、制御の優先関係はどのように決まるのか。 ネットワーク状態の変化は、どのレイヤーにどの頻度でフィードバックされるべきか。 	通信が判断に関与する境界はどこか
③ クラウド/データセンター：計算資源	CPU/GPU/TPU/NPU等	<ul style="list-style-type: none"> 計算資源の割当や再配置は、事前設計で決め打ちでできるのか、それとも状況に応じて動的に決まるのか。 処理性能・遅延・消費電力といった複数の指標は、どのように同時に最適化されるのか。 計算資源の選択や移動の判断は、どの単位・周期で行われるべきか。 	計算資源を誰が、いつ、どう動かすのか
④ クラウド/データセンター：メモリ	DRAM/HBM	<ul style="list-style-type: none"> AIの判断に必要な状態情報（コンテキスト）は、どこまで保持される必要があるのか。 実行時の状態が分散・移動する場合、判断の一貫性や再現性はどのように担保されるのか。 状態情報は、誰が参照可能であるべきか。 	判断の「その場の前提」はどこにあるのか
⑤ クラウド/データセンター：ストレージ	Program/Model/Data/Log	<ul style="list-style-type: none"> 判断の根拠となるデータや履歴、証跡はどこに保存されるべきか。 分散配置されたデータの一貫性や完全性は、どのように検証されるのか。 説明責任や事後検証の観点から、どの情報がどの期間保持されるべきか。 	判断の根拠はどこに残るのか
⑥ 管理・制御システム	OSS/BSS、管理プレーン、制御プレーン	<ul style="list-style-type: none"> 人による運用・管理と、AIによる自律的な判断はどこで役割分担されるのか。 管理系の指示とAIの判断が衝突した場合、どのレイヤーで調停されるのか。 人はどの段階まで介入可能であるべきか。 	人の判断はどこに残るのか
⑦ 電力・エネルギー基盤	電力供給、冷却、エネルギー制約	<ul style="list-style-type: none"> 電力・冷却といった制約条件は、どのレイヤーでAIの判断に反映されるべきか。 エネルギー状況の変動に対し、処理配置や通信はどこまで自律的に再最適化されるのか。 	AIの判断は物理制約をどう織り込むのか

		<ul style="list-style-type: none"> ICT 側の最適化とエネルギー側の制約はどのように折り合いをつけるのか。 	
⑧ 物理構造全体 (横断)	全ブロック横断	<ul style="list-style-type: none"> この分業構造を前提としたまま、AI ネイティブな振舞いは成立するのか。 どの判断がどのレイヤーに属するのかは、事前に定義できるのか。 これらの問いは、単一の技術検証で答えを出せるのか。 	だから相互検証が必要ではないか

以上の整理が示すように、AI 制御ネットワークにおける設計・検証・運用上の論点は、単一の技術領域や単一の物理構造に閉じたものではなく、複数の構造ブロックを横断して同時に顕在化する。

そのため、これらの問い合わせに対して一意の設計解や単独検証による結論を与えることは難しく、複数主体・複数レイヤーが同一条件下で検証に参加する相互検証の枠組みが不可欠となる。

本付録は、そのような議論と検証を行う際の前提となる論点の広がりを共有するための参考整理として位置づけられる。

付録E：AI ネイティブネットワークにおける ELSI 論点の構造的位置づけ

E-1. 付録 E の位置づけ

本ホワイトペーパーは、AI が判断主体として通信ネットワークや社会基盤の制御・運用に関与することによって生じる構造上の変化に着目し、その評価・検証・運用・制度設計上の前提がどのように揺らぐのかを整理してきた。

ELSI (Ethical, Legal, and Social Issues) は、AI と社会の関係を論じる上で不可欠な観点である。一方で、従来の ELSI 議論は、多くの場合、

判断主体が明確に特定できること

判断根拠や責任の所在が固定であること

技術の挙動が事前に十分把握・評価可能であること

といった前提の上に構築されてきている。

本ホワイトペーパーは、これらの前提条件そのものが、AI ネイティブ化によって成立しにくくなりつつある点に問題意識を置くものであり、ELSI の是非や倫理原則を直接論じることを目的とはしていない。

むしろ、ELSI 議論が機能するための前提構造が、技術的にどのように変化しているのかを明らかにすることを主眼としている。

本付録では、本文で整理した論点が、ELSI のどの論点と接続しているのかを整理し、ELSI 研究・制度設計との補完関係を明示する。

表 E-1 本ホワイトペーパーにおける構造的論点と ELSI 論点の対応整理

ELSI の主要論点	本文で扱っている構造的変化	対応章
責任の所在	判断主体が人・ルール・AI に分散し、実行時に移動・切替される	第 2 章、第 5 章
説明責任	判断根拠・履歴・状態情報が複数レイヤーに分散	第 2 章、第 3 章
安全性・信頼性	判断と実行環境の相互作用により挙動が歪む	第 3 章、第 4 章
公平性・透明性	単一 KPI や単独評価では全体挙動を捉えられない	第 3 章、第 4 章
ガバナンス	技術・運用・制度が循環的に影響し合う構造	第 5 章
社会的合意形成	完成形を定義できず、検証を通じて合意を形成	第 5 章

E-2. 従来の ELSI 研究との補完関係

従来の ELSI 研究は、「何が望ましいか」「何を守るべきか」「誰が責任を負うべきか」といった規範上の問い合わせを中心に発展してきた。一方で、本ホワイトペーパーが扱うのは、「その問い合わせを成立させる前提が、技術として成立しているのか」という技術上の問い合わせである。

AI が判断主体として関与する環境では、倫理原則や責任規定を事前に定めるだけでは不十分となり、

- 判断がどこで生成され

- どの条件で実行され
- どの主体がどこまで影響を及ぼしたのか

を、事後にも検証・共有できる構造が不可欠となる。

本ホワイトペーパーで提起した「相互検証」という考え方は、ELSI を後付けの規範として扱うのではなく、**ELSI を運用可能にするための実装上の前提**を整える枠組みとして位置づけることができる。

E-3. 付録 E のまとめ

本ホワイトペーパーは、AI ネイティブ化によって ELSI が従来の前提では機能しにくくなる状況を直視し、その議論が成立するための構造条件を可視化することを目的としている。

ELSI 研究・制度設計・技術設計は、本来分断されるべきものではない。本稿が提示する構造整理が、ELSI 研究者、技術者、政策担当者の間で共通理解を形成するための補助線となることを期待する。

付録F：参考文献

付録Fは、本文および付録Bで言及した政策・技術動向の背景資料として参照した一次資料・技術文献等を整理したものである。記載内容は、2025年12月時点での公表されている一次資料および公的に入手可能な情報に基づいており、個別政策、技術、製品、実装方式の優劣を評価・推奨することを目的とするものではない。

F-1. 政策・制度・戦略（AI × 社会基盤）

F-1-1. 欧州連合（EU）

- European Union (2021). European approach to artificial intelligence
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-approach-artificial-intelligence>
- European Union (2021). European AI Strategy
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-ai-strategy>
- European Union (2024). Artificial Intelligence Act (AI Act)
<https://artificialintelligenceact.eu/>
- European Commission / SNS JU (2023—). Smart Networks and Services Joint Undertaking
<https://smart-networks.europa.eu/>

F-1-2. 米国

- U.S. White House / OSTP (2025). America's AI Action Plan
<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/07/Americas-AI-Action-Plan.pdf>
- AI.gov (2025). Federal AI Strategy and Action Plan
<https://www.ai.gov/>

F-1-3. 中国・アジア諸国

- State Council of the People's Republic of China (2025). Opinions on Deepening the Implementation of "Artificial Intelligence Plus" Actions
https://www.gov.cn/zhengce/content/202508/content_7037861.htm
- JETRO (2025). 中国AI政策動向（ビジネス短信）
<https://www.jetro.go.jp/biznews/>

F-1-4. 國際機関・横断的枠組み

- OECD (2019). OECD Principles on Artificial Intelligence
<https://www.oecd.org/ai/principles/>
- ITU (2022—2023). ICT Development Index / IMT-2020 related reports
<https://www.itu.int/itu-d/sites/statistics/>

F-2. 標準化・アーキテクチャ・自律ネットワーク

- ETSI (2023). AI in the evolution of Autonomous Networks (ETSI White Paper No.69)
https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/ETSI-WP-69-AI-in_the_evolution_of_Autonomous_Networks.pdf
- 3GPP (2022—2024). Study and Technical Specifications on AI/ML for Network Automation
<https://www.3gpp.org/specifications>

- RAN Alliance (2021—2024). O-RAN Architecture Description and RIC-related Technical Specifications
<https://www.o-ran.org/specifications>
- AI-RAN Alliance (2024). AI-RAN: Integrating Artificial Intelligence into Radio Access Networks
<https://ai-ran.org/resources/>
- TM Forum (2019). Autonomous Networks White Paper
<https://www.tmforum.org/wp-content/uploads/2019/05/22553-Autonomous-Networks-whitepaper.pdf>

F-3. AI 制御ネットワークの実装・運用（技術的参考）

F-3-1. トラフィック制御・ネットワーク最適化

- Google (2019). Traffic Engineering with Machine Learning
<https://research.google/pubs/pub48438/>
- Meta (2021). AI-driven Network Traffic Engineering at Scale
<https://engineering.fb.com/2021/10/05/networking-and-traffic/ai-networking/>

F-3-2. セキュリティ・信頼性・自己回復（横断的論点）

- Porambage, P. et al. (2025). Security, Privacy, and Trust for Open Radio Access Networks in 6G, IEEE Open Journal of the Communications Society, Vol.6, pp.332—361.
<https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2024.3519725>
- Farooq, M. S. et al. (2022). Blockchain-Based Smart Home Networks Security Empowered with Fused Machine Learning, Sensors, 22(12), 4522.
<https://doi.org/10.3390/s22124522>
- Li, W. et al. (2021). Challenge-based collaborative intrusion detection in SDN
Digital Communications and Networks, 7(2), 257—263.
- Ataa, M. S. et al. (2024). Intrusion detection in SDN using deep learning approaches
Scientific Reports, 14, 29159.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-79001-1>
- Johnphil, O. et al. (2023). Self-Healing in Cyber—Physical Systems using Machine Learning
Future Internet, 15(7), 244.

F-4. 評価・検証・デジタルツイン・テストベッド

- NVIDIA (2023). Omniverse Platform — Industrial Digital Twins
<https://www.nvidia.com/omniverse/>
- NTT ドコモ (2022—2024). 5G ネットワークにおけるデジタルツインおよびAI 制御に関する取り組み
<https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/technology/rd/>
- NICT. Beyond 5G / 6G テストベッド
<https://www.nict.go.jp/>
- PAWR (USA). Platforms for Advanced Wireless Research
<https://advancedwireless.org/>
- 5G-PPP (EU)

<https://5g-ppp.eu/>

F-5. エネルギー・電力制約（AI × 社会基盤）

- International Energy Agency (2022). *Data Centres and Data Transmission Networks*
<https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>
- International Energy Agency (2024). *Energy and AI*
<https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>
- Masanet, E. et al. (2020). *Recalibrating global data center energy-use estimates*
Science.
- Masanet, E. et al. (2022). *Implications of data centers for climate change mitigation*
Nature Energy.

F-6. 本文脚注参照資料（統計・業界動向）

本節に示す資料は、本文における定量的傾向や業界動向の理解を補助する目的で参照したものである。

これらは、特定の主張や設計判断の根拠として直接引用するものではなく、本文脚注では代表的な一次資料のみを引用している。

- Cisco (2023). Cisco Annual Internet Report / Global Cloud Index
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/index.html>
- Nokia (2024). The AI Revolution: Preparing for a Surge in 5G Uplink Traffic
<https://www.nokia.com/networks/insights/the-ai-revolution-preparing-for-a-surge-in-5g-uplink-traffic/>
- Ericsson (2025). Gen AI network impact: Ericsson Mobility Report
<https://www.rcrwireless.com/20250625/fundamentals/ericsson-mobility-report>
- NVIDIA (2025). NVIDIA GTC DC Telecom Special Address
<https://www.youtube.com/watch?v=xIB5WEZdy4M>