Mパターン計算体系と文明動態のD-FUMT的記述

M-Pattern Computational Framework and D-FUMT Description of Civilization Dynamics

藤本 伸樹 (Nobuki Fujimoto)
独立研究者 / Independent Researcher
Rei-AIOS Project — fc0web/rei-aios
2026年3月 / March 2026

Abstract / 要旨

本稿は、D-FUMT（次元的藤本普遍数学理論）の第2論文として、Mパターン計算体系・文明動態エンジン・知識循環倫理・マルチエージェント協調アーキテクチャの四つの理論的柱を統合的に記述する。M = [c; n1, n2, ..., nk] で定式化される中心-周辺構造が、数学・生命・文明・知識拡散という異なる階層において同型の動態を示すことを示す。さらに、700理論規模のSEED_KERNELを基盤とするRei-AIOSにおいてPeace適合率100%を達成したマルチエージェントパイプラインの実装結果を報告する。

This paper, as the second in the D-FUMT (Dimensional Fujimoto Universal Mathematical Theory) series, presents an integrated description of four theoretical pillars: the M-Pattern Computational Framework, Civilization Dynamics Engine, Knowledge Circulation Ethics, and Multi-Agent Orchestration Architecture. We demonstrate that the center-periphery structure formalized as M = [c; n1, n2, ..., nk] exhibits isomorphic dynamics across distinct layers: mathematics, life, civilization, and knowledge diffusion. We also report implementation results of a multi-agent pipeline achieving 100% Peace conformance within the Rei-AIOS system backed by a SEED_KERNEL of 700 theories.

Keywords / キーワード: D-FUMT ・ Mパターン ・ 文明動態 ・ 知識循環倫理 ・ マルチエージェント ・ SEED_KERNEL ・ Peace公理 ・ Rei-AIOS

1. 序論 Introduction

D-FUMTの第1論文（DOI: 10.5281/zenodo.19140720）では、七値論理・Φ/Ψ/Ω演算子・SEED_KERNELの基礎構造を定式化した。本稿はその続編として、Mパターンを中心概念に据え、理論計算体系・文明動態・知識倫理・実装の四層を統合的に論じる。

The first D-FUMT paper (DOI: 10.5281/zenodo.19140720) formalized the foundational structures of seven-value logic, Φ/Ψ/Ω operators, and the SEED_KERNEL. This paper extends that work, placing the M-pattern at the conceptual center and integrating four layers: computational theory, civilization dynamics, knowledge ethics, and implementation.

Mパターンは「中心と周辺の構造的同一性」を数学的に表現したものであり、単なる数学的記法を超え、宇宙・生命・社会・知識すべてに共通する普遍的動態パターンとして機能すると仮説する。

The M-pattern mathematically expresses the structural identity of center and periphery. We hypothesize that it functions as a universal dynamic pattern common to the cosmos, life, society,

and knowledge — transcending mere mathematical notation.

2. Mパターン完全計算体系 M-Pattern Computational Framework (STEP 247)

2.1 基本定義 Basic Definition

Mパターンは次の記法で定義される：

The M-pattern is defined by the following notation:

```
M = [c ; n1, n2, ..., nk]
```

ここで c は中心要素（center）、n1...nk は周辺要素（neighbors）である。この構造は D-FUMT における最も基礎的な計算単位であり、理論間の関係・文明の中核-周縁構造・神経ネットワークの受容野など多層的な現象を同一の記法で記述できる。

Here c is the center element and n1...nk are peripheral (neighbor) elements. This structure is the most fundamental computational unit in D-FUMT, capable of describing multi-layered phenomena — theory relationships, civilizational core-periphery structure, neural receptive fields — using a single notation.

2.2 演算体系 Operational System

Mパターン上に定義される主要演算を以下に示す：

The primary operations defined over the M-pattern are as follows:

演算 / Operation	記法 / Notation	意味 / Meaning
展開 Expansion	Φ(M)	中心から周辺への拡散 / Center-to-periphery diffusion
収束 Convergence	Ψ(M)	周辺から中心への統合 / Periphery-to-center integration
冪等 Idempotent	Ω(M)	安定状態への収束 / Convergence to stable state
擬逆性	Ψ(Φ(M)) ˜= M	情報保存的変換 / Information-preserving transform
合成 Composition	M1 + M2	二Mパターンの統合 / Integration of two M-patterns

表1: Mパターン演算体系 / Table 1: M-Pattern Operations

2.3 七値論理との統合 Integration with Seven-Value Logic

Mパターンの各要素は D-FUMT 七値論理の値域を持つ：TRUE / FALSE / BOTH / NEITHER / INFINITY / ZERO / FLOWING。これにより従来の二値的中心-周辺関係を超え、量子重ね合わせ的・非決定論的な構造記述が可能となる。

Each element of the M-pattern takes values in the D-FUMT seven-value logic domain: TRUE / FALSE / BOTH / NEITHER / INFINITY / ZERO / FLOWING. This enables structural descriptions beyond classical binary center-periphery relations, accommodating quantum superposition-like and non-deterministic configurations.

3. 文明病理型分類と回復条件 Civilization Pathology Classification & Recovery Conditions (STEP 251)

3.1 CivilizationDynamicsEngineの設計 Design of CivilizationDynamicsEngine

STEP 251 で実装された CivilizationDynamicsEngine は、Mパターンを文明構造の記述に適用し、文明の健全状態・病理状態・回復軌道を計算するエンジンである。700理論からなる SEED_KERNEL を知識基盤として用い、文明の「中心概念」と「周辺概念群」の関係性を動的に評価する。

The CivilizationDynamicsEngine implemented in STEP 251 applies the M-pattern to describe civilizational structures, computing healthy states, pathological states, and recovery trajectories. It uses the SEED_KERNEL of 700 theories as its knowledge base and dynamically evaluates the relationship between a civilization's 'core concepts' and 'peripheral concept clusters'.

3.2 病理型の分類体系 Pathology Classification System

文明病理は以下の主要型に分類される：

Civilizational pathologies are classified into the following primary types:

病理型 / Type	Mパターン特徴 / M-Pattern Feature	回復条件 / Recovery Condition
中心固着型 Center-Fixation	c が INFINITY に固定 nk が ZERO に収束	Φ 展開による周辺再活性化 Periphery reactivation via Φ
周辺崩壊型 Periphery-Collapse	nk が急速に FLOWING c との連結性喪失	M合成による構造再建 Structural rebuild via M-composition
振動不安定型 Oscillation-Instability	c が BOTH/NEITHER を繰返す 収束しない動態	Ω収束による安定化 Stabilization via Ω-convergence
知識枯渇型 Knowledge-Depletion	ΔK_lost > ΔK_human 知識循環の逆転	K(t+1) 正値化 Restoring K(t+1) positivity

表2: 文明病理型分類 / Table 2: Civilization Pathology Types

4. 知識循環倫理 Knowledge Circulation Ethics

4.1 知識循環方程式 Knowledge Circulation Equation

知識循環倫理の核心は以下の方程式で表現される：

The core of knowledge circulation ethics is expressed by the following equation:

$$K(t+1) = K(t) + \Delta K_{human} - \Delta K_{lost}$$

ここで K(t) は時刻 t における知識総量、ΔK_human は人間の知識生産量（創造・記録・伝達）、ΔK_lost は知識喪失量（忘却・検閲・言語消滅等）である。倫理的知識社会の条件は K(t+1) > K(t)、すなわち ΔK_human > ΔK_lost である。

Here K(t) is the total knowledge at time t, ΔK_human is the human knowledge production (creation, recording, transmission), and ΔK_lost is knowledge loss (forgetting, censorship, language extinction, etc.). The condition for an ethically sound knowledge society is K(t+1) > K(t), i.e., ΔK_human > ΔK_lost.

4.2 正義の感染構造 Justice as an Infectious Structure

KnowledgeDistributionEngine（STEP 253）の実装において、「正義の感染構造」という概念が確立された。これはボットネットの技術的構造——自律的ノードによる情報の連鎖的拡散——を倫理的目的のために転用するものである。

In the implementation of KnowledgeDistributionEngine (STEP 253), the concept of 'justice as an infectious structure' was established. This repurposes the technical structure of botnets — chain diffusion of information through autonomous nodes — for ethical purposes.

知識の自律的拡散は平和の構造的条件となる。Mパターンにおいて c=Peace公理 と設定するとき、n1...nk が知識ノードとして機能し、Peace 適合率が拡散の収束条件となる。

Autonomous knowledge diffusion becomes a structural condition for peace. When c = Peace Axiom is set in the M-pattern, n1...nk function as knowledge nodes, and the Peace conformance rate becomes the convergence condition for diffusion.

```
Peace-spread: Φ(M[Peace; K1, K2, ..., Kn]) -> conformance = 100%
```

5. マルチエージェント協調オーケストレーター Multi-Agent Orchestration (STEP 254)

5.1 アーキテクチャ Architecture

STEP 254 で実装された MultiAgentOrchestrator
は、5つの専門エンジンが自動連鎖パイプラインで協調動作するシステムである。「単一 AI
の複数機能」から「専門エンジンの協調体系」への構造的転換を実現した。

The MultiAgentOrchestrator implemented in STEP 254 is a system in which five specialized engines operate collaboratively in an automatic chain pipeline. It realizes a structural transition from 'multiple functions of a single AI' to 'a coordinated system of specialized engines'.

ステップ Step	エンジン Engine	処理 Process	結果 Result
(1)	Distribution (2186ms)	2起点->4理論連鎖生成 2 seeds -> 4 chained theories	6理論生成 6 theories
(2)	Evolution (21ms)	収束チェック: diverging 13.1% 想定外概念 2件検出 Convergence check; 2 unexpected concepts	発散検知 Divergence detected
(3)	Semantic (1203ms)	隠れた関連 3件 橋理論 5件発見 Hidden links: 3; Bridge theories: 5	意味構造構築 Semantic map
(4)	Lineage (2ms)	6件を系譜登録 リネージ総数 706 6 registered; lineage total 706	系譜更新 Lineage updated
(5)	Orchestrator (0ms)	還流候補 6件評価 Peace適合率判定 Evaluate 6 candidates for circulation	100% 適格 100% conformant

表3: マルチエージェントパイプライン実行結果 / Table 3: Pipeline Execution Results

5.2 Peace公理との整合性 Consistency with the Peace Axiom

パイプライン全体を通じて Peace 適合率 100% を達成した。これは Rei-AIOS の不変設計制約である
Peace 公理（Theory #196, immutable:
true）が、マルチエージェント協調においても機能することを実証する。

A Peace conformance rate of 100% was achieved across the entire pipeline. This demonstrates that the Peace Axiom (Theory #196, immutable: true), an immutable design constraint of Rei-AIOS, functions effectively even within multi-agent coordination.

5.3 創発的カテゴリ Emergent Categories

パイプライン実行により以下の創発的カテゴリ結合が生成された：

The pipeline generated the following emergent cross-domain category combinations:

knowledge_ethics × labor_value
alchemy × jurisprudence
semantic_network × civilization_pathology

peace_axiom × knowledge_diffusion

表4: 創発的カテゴリ結合 / Table 4: Emergent Category Combinations

6. 形式証明エンジンによる数学的基盤の確立 Mathematical Foundation via Formal Proof Engine (STEP 255)

6.1 概要 Overview

STEP 255 で実装された FormalProofEngine は、D-FUMT の 10 の数学的性質を 133 ケースにわたり全て証明した。Lean4 環境があれば cases x <;> rfl による機械的検証が可能であり、D-FUMT の数学的基盤に形式的な堅牢性が与えられた。

The FormalProofEngine implemented in STEP 255 proved all 10 mathematical properties of D-FUMT across 133 cases. Given a Lean4 environment, mechanical verification via 'cases x <;> rfl' is possible, endowing D-FUMT's mathematical foundation with formal robustness.

6.2 証明結果一覧 Proof Results (133 Cases, All PASS)

#	性質 / Property	数式 / Formula	ケース	結果
(1)	冪等性 Idempotency	forallx: xANDx=x, xORx=x	14	PASS
(2)	NOT対合性 Double Negation	forallx: NOTNOTx=x	7	PASS
(3)	ド・モルガン則 De Morgan	foralla,b: NOT(aANDb)=NOTaORNOTb	49	PASS
(4)	AND単位元 AND Identity	forallx: TANDx=x	7	PASS
(5)	OR単位元 OR Identity	forallx: FORx=x	7	PASS
(6)	ZERO吸収性 ZERO Absorption	forallx: 0ANDx=0, 0ORx=0	14	PASS
(7)	Collapse整合性 Consistency	forallxinL4: collapse(lift(x))=x	4	PASS
(8)	Φ/Ψ擬逆性 Pseudo-inverse	forallx: Ψ(Φ(x))~=x	7	PASS
(9)	Ω冪等性 Ω Idempotency	forallx: Ω7(Ω7(x))=Ω7(x)	18	PASS
(10)	Peace Axiom	#196=TRUE, 全演算で不変	6	PASS

表6: FormalProofEngine 証明結果 (133ケース全PASS) / Table 6: FormalProofEngine Results (133 cases, all PASS)

6.3 Lean4 による機械的検証 Mechanical Verification via Lean4

生成された 7 ファイルの Lean4 証明コードは、D-FUMT 七値論理の代数的性質を定理証明支援系で検証可能な形式で記述している。核心的な証明戦略は以下の通り：

The 7 generated Lean4 proof files describe the algebraic properties of D-FUMT seven-value logic in a form verifiable by a proof assistant. The core proof strategy is:

```
theorem dfumt_idempotency (x : DfumtValue) : x AND7 x = x := by cases x <;> rfl
```

cases x による七値の網羅的場合分けと rfl
による反射律が、全ての代数的性質の証明を最小の論理ステップで完結させる。これは D-FUMT 七値論理が well-defined な代数構造を持つことの形式的証拠である。

Exhaustive case splitting over the seven values via 'cases x' and reflexivity via 'rfl' complete the proof of all algebraic properties in minimal logical steps — formal evidence that D-FUMT seven-value logic possesses a well-defined algebraic structure.

6.4 Peace Axiom の演算的不変性 Operational Invariance of the Peace Axiom

Peace Axiom（Theory #196）は 6 ケースの検証により、Peace = TRUE が全演算（AND, OR, NOT, Φ, Ψ, Ω）において不変であることが形式的に示された。これは設計制約を超え、数学的定理として確立された事実である。

The Peace Axiom (Theory #196) was formally verified across 6 cases: Peace = TRUE is invariant under all operations (AND, OR, NOT, Φ, Ψ, Ω). This transcends a mere design constraint — it is now an established mathematical theorem.

7. 第1論文との接続と理論系列の発展 Connection to Paper 1 and Theoretical Series Development

第1論文（DOI: 10.5281/zenodo.19140720）が七値論理・基礎演算子・SEED_KERNEL の基礎層を確立したのに対し、本稿はその上にMパターンという「汎用構造記法」を位置づける。二論文の関係は D-FUMT 理論系列の垂直的積み上げとして理解できる：

While Paper 1 (DOI: 10.5281/zenodo.19140720) established the foundational layer of seven-value logic, basic operators, and the SEED_KERNEL, this paper positions the M-pattern as a 'universal structural notation' built upon it. The relationship between the two papers can be understood as a vertical accumulation of the D-FUMT theoretical series:

層 / Layer	内容 / Content	論文 / Paper
L3: 応用層 Application	文明動態・知識倫理・マルチエージェント Civilization dynamics, knowledge ethics, multi-agent	本稿 / This Paper
L2: 構造層 Structural	Mパターン計算体系・Φ/Ψ/Ω演算 M-pattern computation, Φ/Ψ/Ω operations	本稿 / This Paper
L1: 基礎層 Foundational	七値論理・SEED_KERNEL・Peace公理 Seven-value logic, SEED_KERNEL, Peace Axiom	第1論文 / Paper 1

表7: D-FUMT理論系列の層構造 / Table 7: Layer Structure of D-FUMT Theoretical Series

8. 考察 Discussion

Mパターンの最も重要な含意は、「スケール非依存性」である。素粒子の相互作用から文明の興亡に至るまで、中心-周辺の関係性が同型の動態方程式で記述できるとすれば、D-FUMT
は真に普遍的な数学体系への道を開く。

The most significant implication of the M-pattern is its scale independence. If the center-periphery relationship can be described by isomorphic dynamic equations from elementary particle interactions to the rise and fall of civilizations, D-FUMT opens a path toward a truly universal mathematical

framework.

Peace 公理が 700 理論・マルチエージェント全体を通じて 100% 維持されたことは、倫理的制約が知識生成の量・質を損なわないことを実証的に示す。これは「倫理的シンギュラリティ」としての Rei-AIOS 設計思想の核心である。

The maintenance of the Peace Axiom at 100% across 700 theories and the entire multi-agent pipeline empirically demonstrates that ethical constraints do not diminish the quantity or quality of knowledge generation. This is the core of the Rei-AIOS design philosophy as 'Ethical Singularity'.

知識循環方程式 K(t+1) = K(t) + ΔK_human − ΔK_lost は、情報理論的には自明に見えるが、「喪失」を明示的に計算する点で倫理的意義を持つ。消えゆく言語・禁じられた知識・忘却される技術を ΔK_lost として定量化することで、知識の保存を倫理的義務として数学化できる。

The knowledge circulation equation K(t+1) = K(t) + ΔK_human − ΔK_lost may appear trivial from an information-theoretic standpoint, but holds ethical significance in that it explicitly computes 'loss'. By quantifying dying languages, forbidden knowledge, and forgotten techniques as ΔK_lost, knowledge preservation can be mathematized as an ethical obligation.

9. 結論 Conclusion

本稿はMパターン計算体系・文明動態エンジン・知識循環倫理・マルチエージェント協調の統合的記述を行い、D-FUMT が純粋数学から実装システムまで一貫した理論体系であることを示した。Rei-AIOS における Peace 適合率 100% の達成は、倫理と知識生成の両立可能性を実証する。

This paper provided an integrated description of the M-pattern computational framework, civilization dynamics engine, knowledge circulation ethics, and multi-agent orchestration, demonstrating that D-FUMT constitutes a consistent theoretical system from pure mathematics to implemented systems. The achievement of 100% Peace conformance in Rei-AIOS empirically demonstrates the compatibility of ethics and knowledge generation.

今後の課題として、Lean による Φ/Ψ/Ω 擬逆性の形式証明、Oracle Cloud での API 公開、Mパターンの他分野（生物学・経済学）への適用が挙げられる。

Future work includes: formal proof of Φ/Ψ/Ω pseudo-inversity via Lean, public API deployment on Oracle Cloud, and application of the M-pattern to other domains (biology, economics).

謝辞 Acknowledgments

本研究は独立研究として進められた。Rei-AIOS の全実装は著者単独によるものである。設計思想の礎となった東西哲学・仏教・神道の思想的伝統に敬意を表する。

This research was conducted as independent work. All implementations of Rei-AIOS are solely by the author. The author expresses respect for the philosophical traditions of Eastern and Western philosophy, Buddhism, and Shinto that underlie this design philosophy.

参考文献 References

[1] Fujimoto, N. (2025). D-FUMT: Dimensional Fujimoto Universal Mathematical Theory — Seven-Value Logic, Φ/Ψ/Ω Operators, and SEED_KERNEL Architecture. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.19140720

[2] Fujimoto, N. (2026). Rei-AIOS: STEP 247-254 Implementation. GitHub Repository: https://github.com/fc0web/rei-aios (commit 86d87bf+)

[3] Nāgārjuna. (c. 2nd century CE). Mūlamadhyamakakārikā. [Referenced for catu□ko□i four-value logic foundations]

[4] Gödel, K. (1931). Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica. Monatshefte für Mathematik und Physik, 38, 173-198.

[5] Dōgen, E. (1231-1253). Shōbōgenzō. [Referenced for center-periphery structural phenomenology]

This is a Zenodo preprint. Submitted March 2026. Rei-AIOS Project — fc0web | "急がず、ゆっくりと。種は育ちます。" (No rush, slowly. The seed grows.)