

Cogito Forma Est

- 我思う、それはモデルなり

そして、Ordo Forma Est へ

- 存在の形式、それはモデルなり

Knowledge & Experience

代表 太田 寛

<https://www.kae-made.jp>

Note: https://note.com/kae_made

Github: https://github.com/kae_made

Date: 2026/8/28
Version: 1.0.0

- 昨年のセッション（27-S2A）で話したことの振り返り
- Cogito Ergo Sum
 - 我思う、ゆえに我あり
- Cogito Forma Est
 - 我思う、それはモデルなり
- Essentia Forma Est
 - 存在、それはモデルなり
- Ordo Forma Est
 - 存在の形式、それはモデルなり
- 最後に

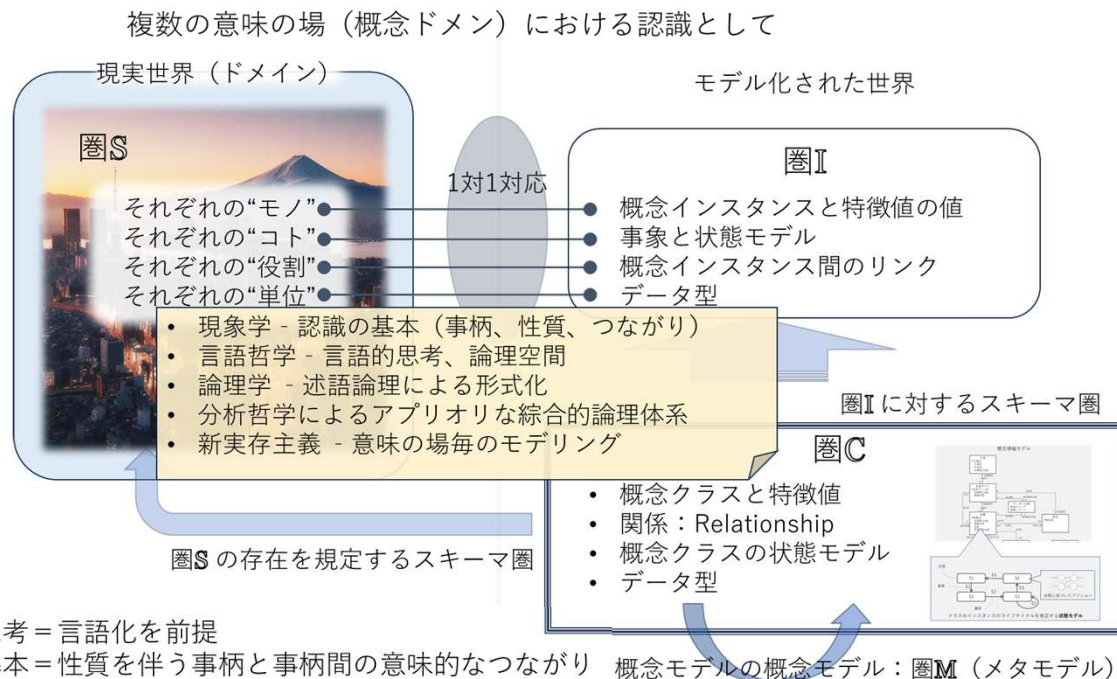
**現実世界の適切な認識・記述方法、それは
哲学、論理学、数学で裏打ちされた体系的モデリング技法**

概念モデリング！

- 意味の場
- モノ、モノの特性、モノとモノとの間の意味的つながり
- 現実世界の写しと、そのスキーマ
- 検証可能
- 汎用のメタモデル

概念モデリング

- Shlaer-Mellor 法（eXecutable & Translatable UML）をベースに整理・再定義
 - 30年以上の知識と体験
 - 哲学（現象学、分析哲学、新実存主義）、論理学（言語、記号）、数学（**圏論**、関数空間論、ホモトピー論）による基礎付け



[Art of Conceptual Modeling](#)



[Workshop of Conceptual Modeling](#)



[概念モデリング連載コラム](#)

概念モデリングの全体像

現実世界



“意味の場”ごとに分割



様々な視点で...

1対1の写し

意味・振舞の構造

概念モデリングの位置づけ



何故、重要？

- モデル ⇒ 人の思考
 - エンジニアリングに留まらず、日常会話も含めたありとあらゆる思考
- モデル図 ⇒ 人の思考の記述
 - UML・SysML、Code に留まらず、ありとあらゆる記述・命題文
- その形式が、砂上の楼閣なら...
 - そもそも、その記述の有意義性、真偽は問えない
 - 記述が、モデル化対象と合致しているように見えても、それは偶々
 - 永遠に続く、無限地獄（無限検証ループ）。行き先も、地獄かも
- 今どきの、生成系AIの活用において最重要だと思わないか？

“Cogito Ergo Sum” 我思う、故に我は存在する

デカルト

- ルネ・デカルト 17世紀の哲学者
 - 近代哲学・数学の祖
 - 我思う、ゆえに我あり
 - 主体の誕生
 - 主客二元論の確立 - 「考える精神（主観）」 vs 「延長（客観・物質）」
 - カーテシアン座標系
- しかし、その後深刻な対立が...
 - 「内」と「外」の分断
 - 合理論 vs 経験論
 - 懐疑論への漂着
 - ⇒ カント、ヘーゲル、フッサール、マルクスガブリエルへ
- 専門家も含め、未だにデカルトで止まっている人多数？！

“Cogito Forma Est” 我思う、それはモデルなり

“意味の場（Field of Sense）” ～ マルクスガブリエルの新実存主義より

“思考は言語を基にしている” ～ フレーゲ・ウィトゲンシュタインの言語論理哲学より

“形式化” ～ 数学の“圏論”の活用

存在・認識・思考の基本

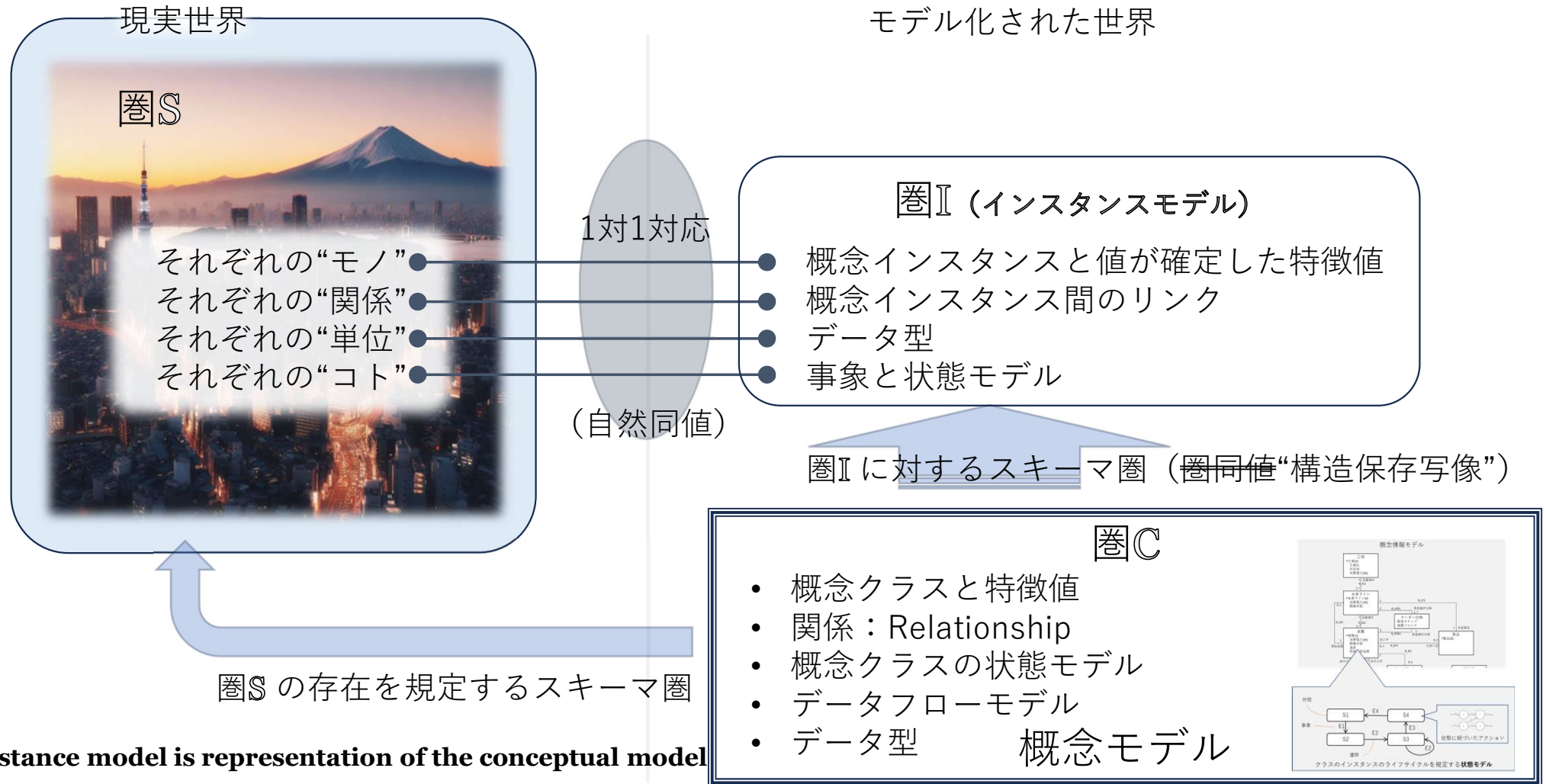
マルクスガブリエルの新実在論より、

“この世界は、複数（無限）の意味の場が並立している”

- それぞれの意味の場において意味を伴なって現象している = 存在・実在
- 意味を伴なった現象 ⇒ 認識 ※ カント
- 意味の場の状態 = 思考 ※ フレーゲ・ウィトゲンシュタイン
- 意味の場の切り替え = 思索 ※ フッサール



概念モデリングは、意味の場ごとにモデルを記述する

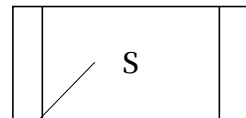


“意味を伴なう”とは？

存在が、意味構造の記述 = スキーマに従っている事 ⇒ “意味を伴なった存在”

1. 決まりに従って、存在しているもの = 実在
2. 物差しをあてはめて、何であるかを測る・・・みたいな感じ

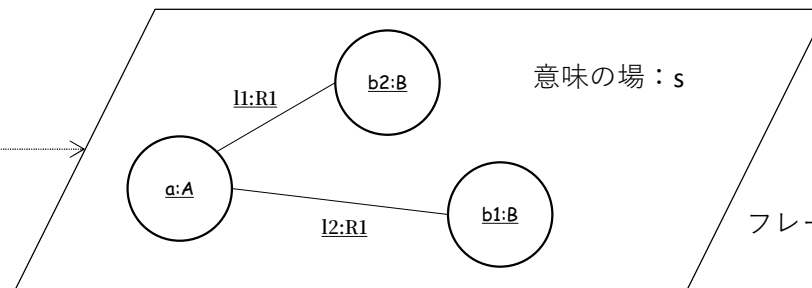
意味の構造を定義する
意味構造のスキーマ



Conceptual Model
(図C)

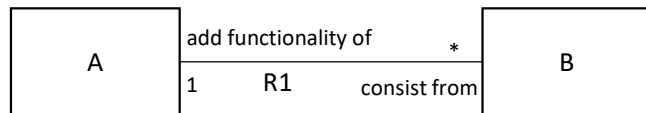
<< constraint >>

人間がモノゴトが意味を伴なった実在として、
立ち現われていることを認識している意味の場



Instance Model
(図I)

フレーゲ・ウィトゲンシュタイン流



命題文の導出

a:A consist from b:B
b:B add functionality of a:A

概念情報モデルによる意味構造のスキーマの記述例
※ 全ての概念クラスはデータ型を持つ特徴値の組が伴う

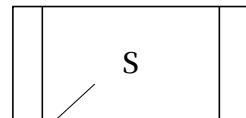
命題文が有意味であるためには...

存在が、意味構造の記述 = スキーマに従っている事 ⇒ “意味を伴った存在”

1. 決まりに従って、存在している
2. 物差しをあてはめて、何であるかを測る

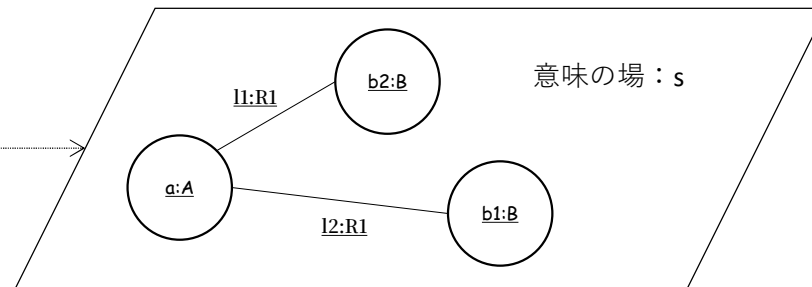
人間がモノゴトが意味を伴った実在として、
立ち現われていることを認識している意味の場

意味の構造を定義する
意味構造のスキーマ

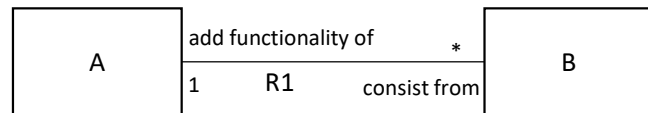


Conceptual Model
(図C)

<< constraint >>



Instance Model
(図I)



概念情報モデルによる意味構造のスキーマの記述例

命題文の導出

a:A consist from b:B
b:B add functionality of a:A

有意味な命題文とは

- スキーマから導出される命題文のみである！
- **True** : 意味の場の状態と合致
- **False** : 意味の場の状態と不一致

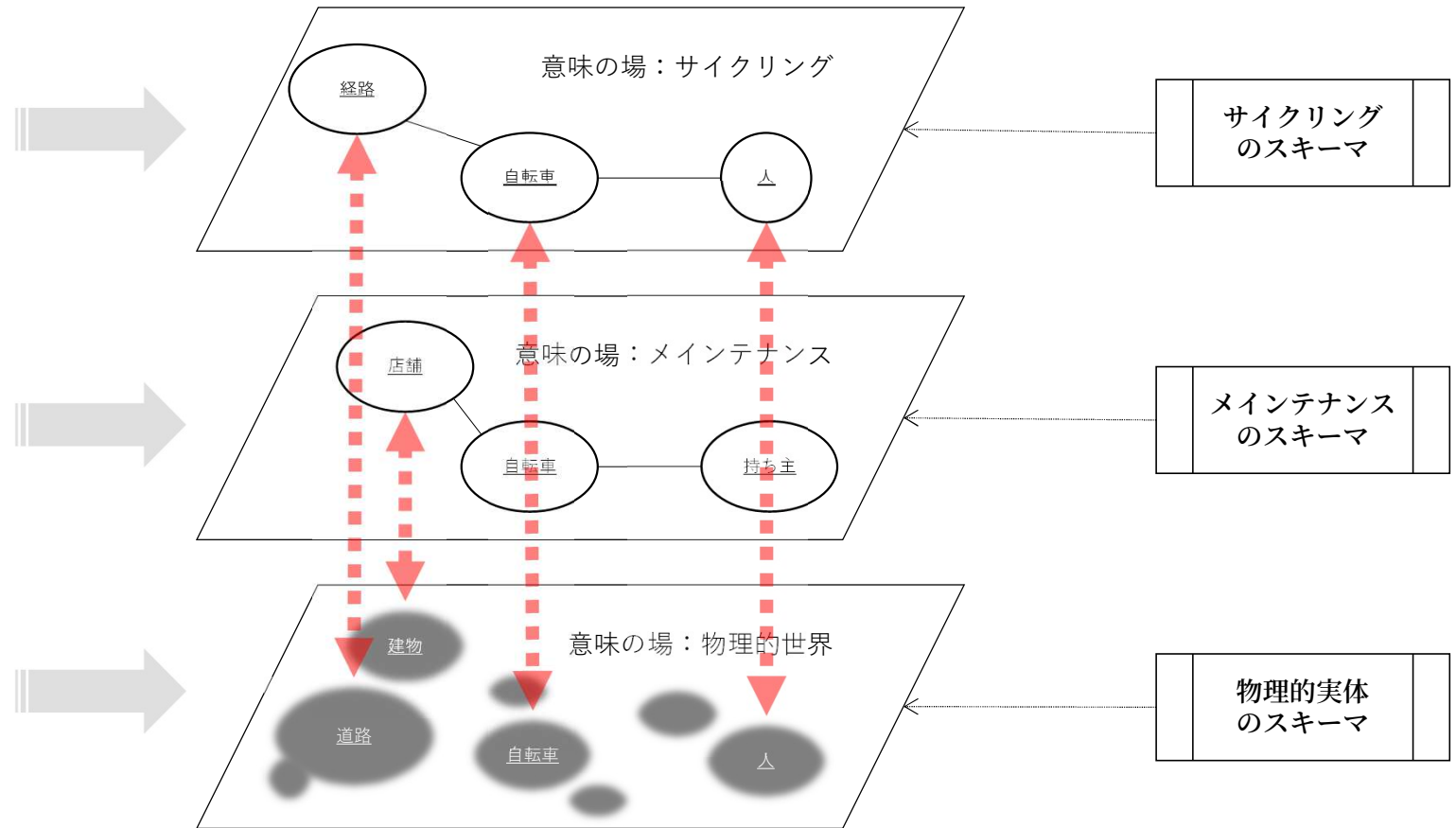
命題文は、

一つの意味の場で閉じていなければならない！
それ以外の、いかなる命題文も、全て無意味！

意味を伴った存在は、それぞれの意味の場で現象しているのだから...

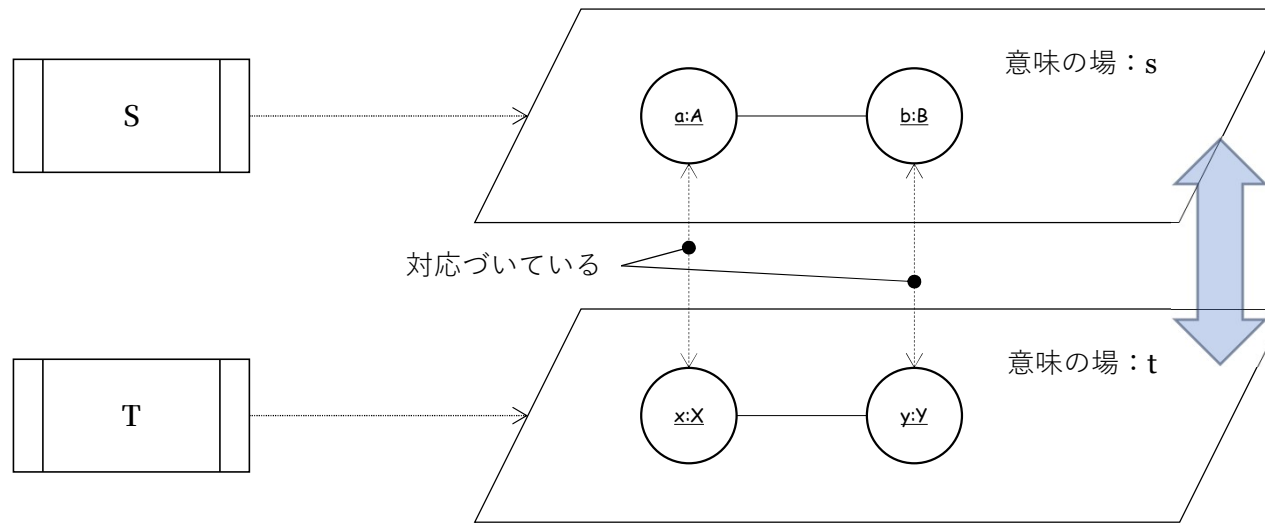
逆に言えば、有意味な命題文を構成するには、意味の場の定義、つまりスキーマの記述が必要！

“世界は、複数の意味の場の並立である”から...



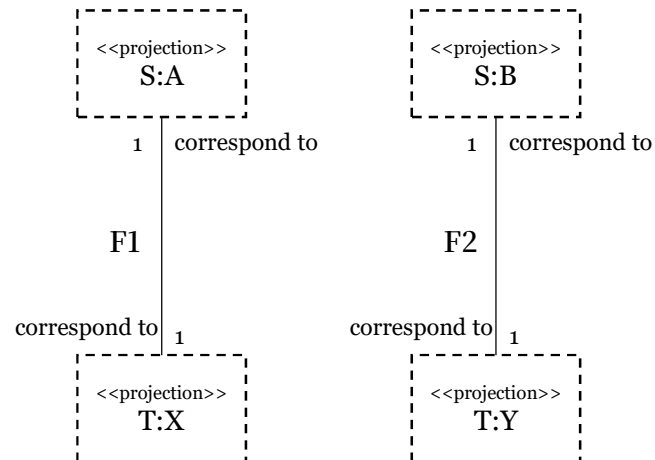
ある意味の場での立ち現われは、別の意味の場の立ち現われと対応関係を有する！

命題文の真・偽 $\Leftarrow$ 一つの意味の場のスキーマ $\times$ 対応関係



対応関係は、3種類

- 恣意的
- 強制的
 - 一方向
 - 双方向
- 論理的



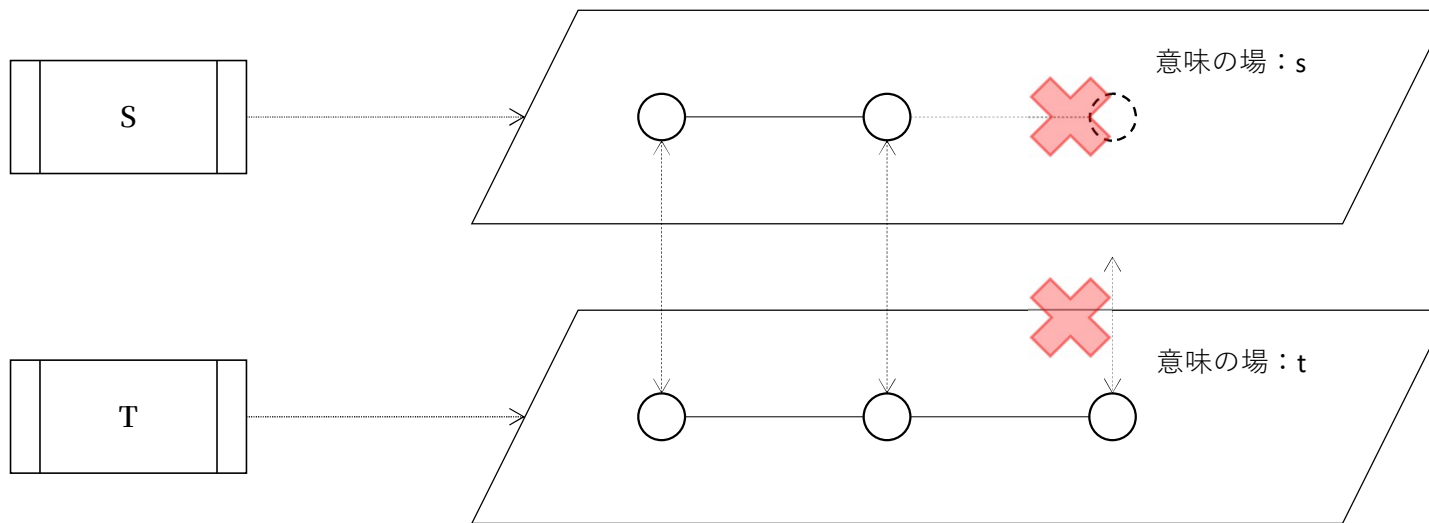
F: Functor
phrase は全て同じ

他の多重度でも良い

図は概念クラス間の対応付けだが、それ以外の対応付けも可能。
さらには、**DF Action** で記述された変換を含んだ対応付けでも可能
概念モデリングでは、対応付けのモデルを“ブリッジ”と呼ぶ

※ 一見すると概念情報モデルのリレーションシップと同じ見えるが、
Fは単なる対応関係であり、意味は伴わない。
よって、両端は多重度のみで十分でありフレーズは省略してよい

一つの意味の場で有意味な命題文だからといって、存在可能とは限らない



双方のスキーマの意味構造
+
スキーマ内の推移的命題
+
対応関係

s を S に従って構成する。

s と t に対応付けがある場合、t において T に従った構成が行われる

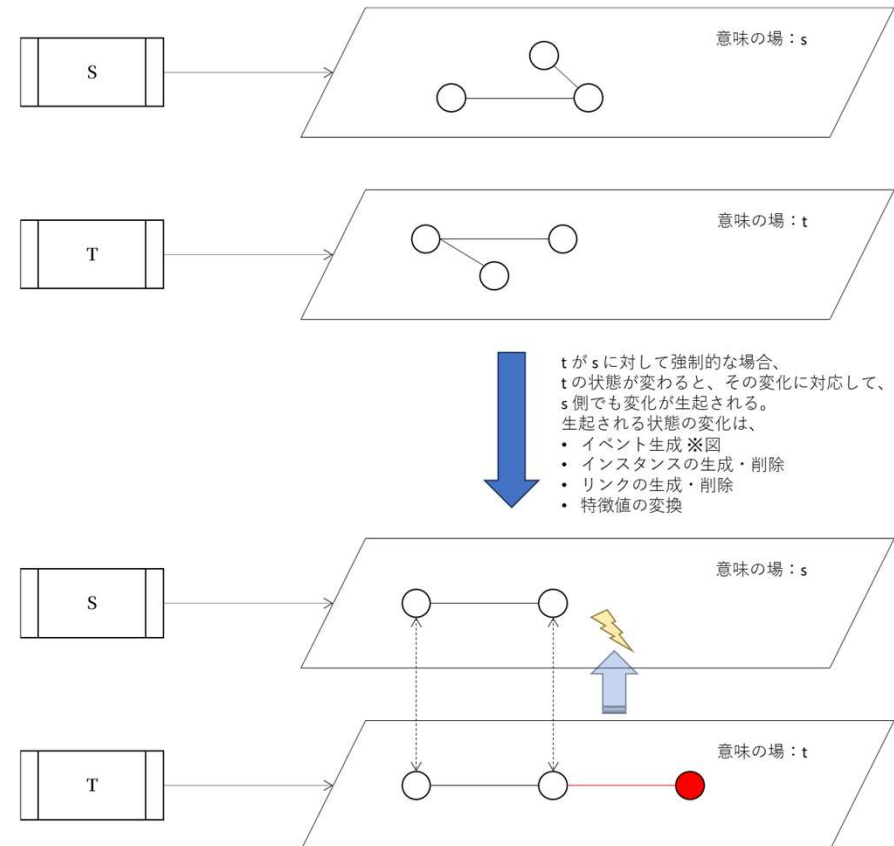
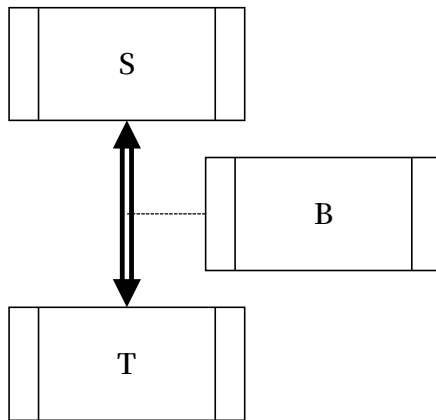
その時、t 側で立ち現われたインスタンスに対応する s 側のインスタンスがある場合で、かつ、S でその存在が許されない場合、それは全体として無意味である
存在が許されないとは、S において、多重度が満たせない、特徴値のデータ型の制約が満たせない、などを指す

ブリッジ (Bridge) モデル

Bridge :

1. 概念情報モデル
2. 対応付けの制約
3. SからT（またはその逆）への変換ルール

※ 2.、3. はデータフローモデルで記述



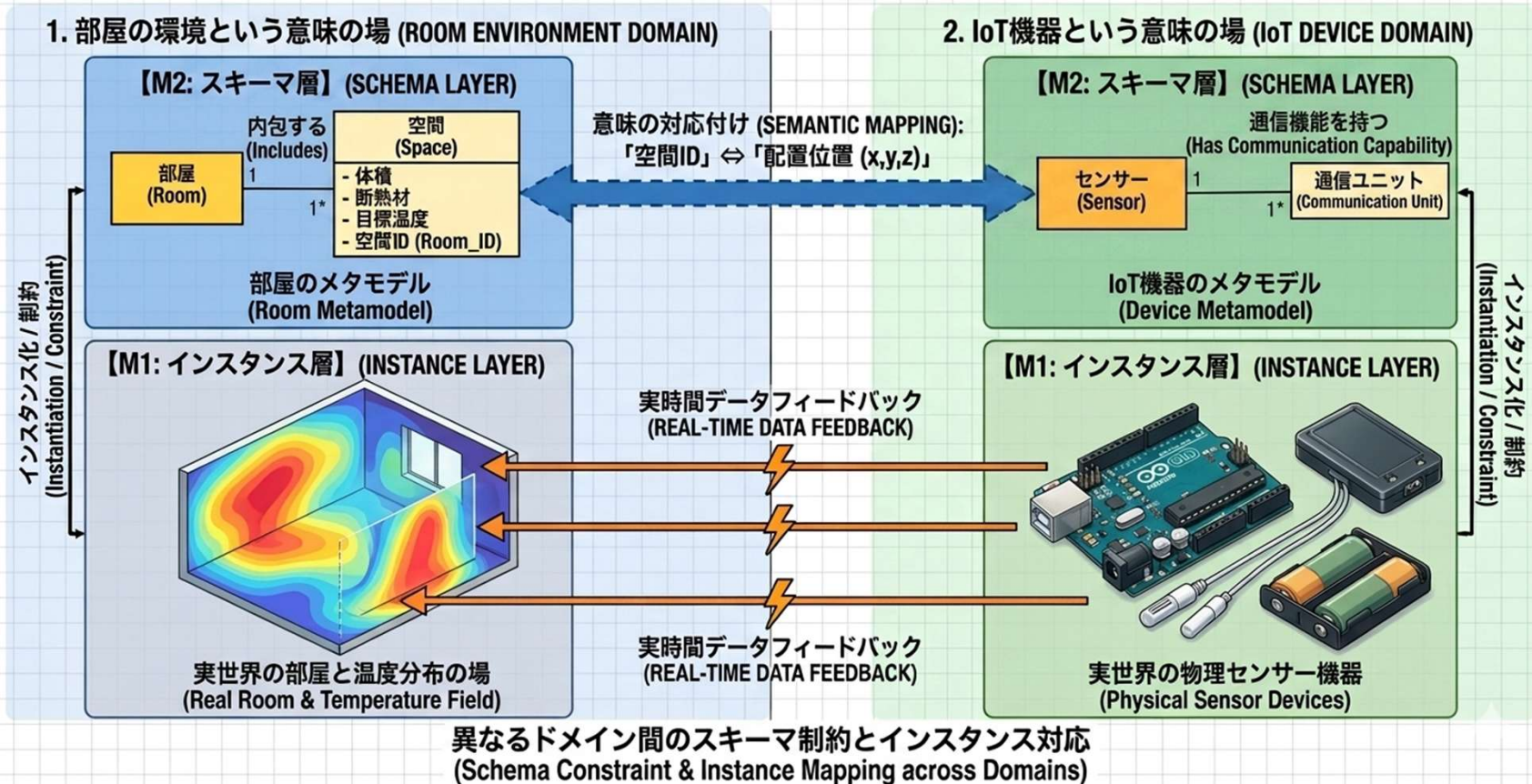
※ 対応付けが強制的ならば、Sの意味の場があれば、自動的にTの意味の場が立ち現われる

※ 対応付けが恣意的ならば、Sの意味の場を、何らかの方法で、Tの意味の場を立ち現わす

IoT Solution では...

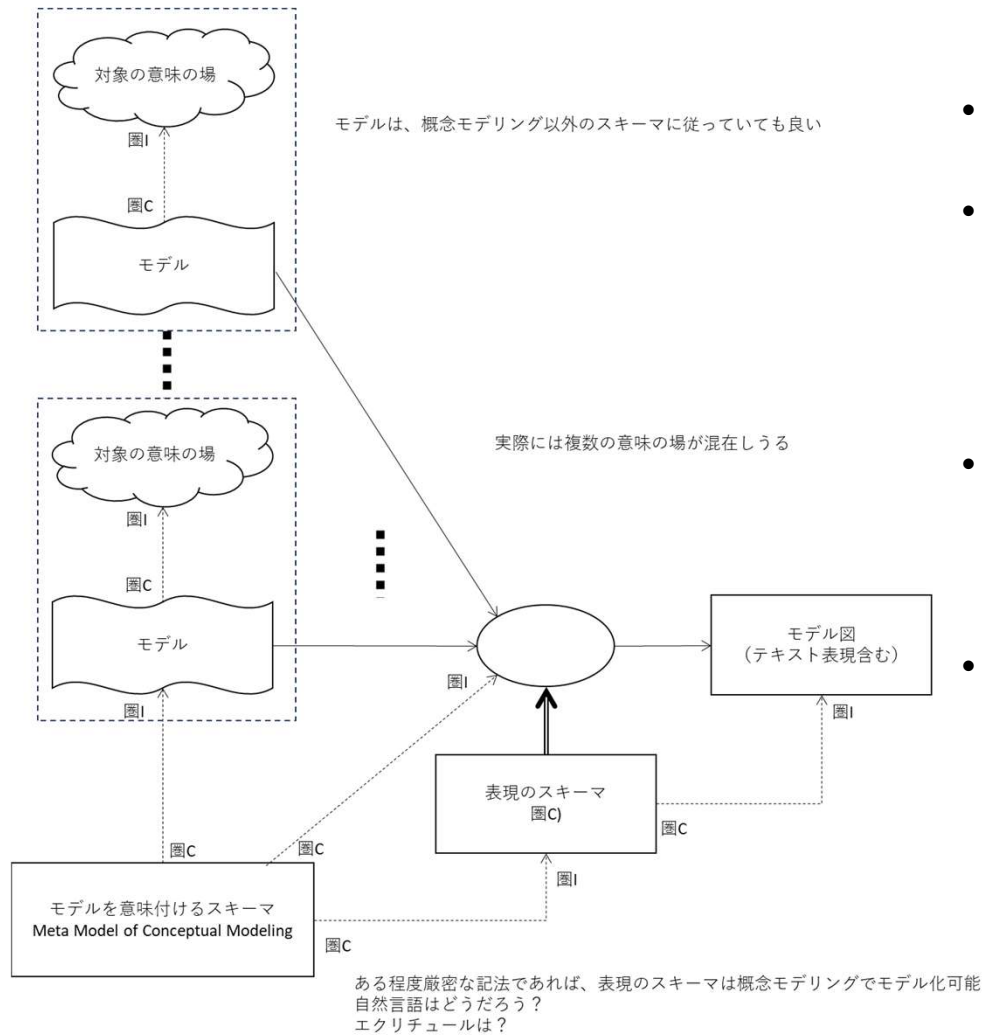
どちらも同じモデリング体系で記述できている
意味の場毎のモデリング×対応付け ⇒ 設計

マルチドメイン・モデリングと意味のマッピング (MULTI-DOMAIN MODELING & SEMANTIC MAPPING)





表現は複数の意味の場の混入が発生しがちである



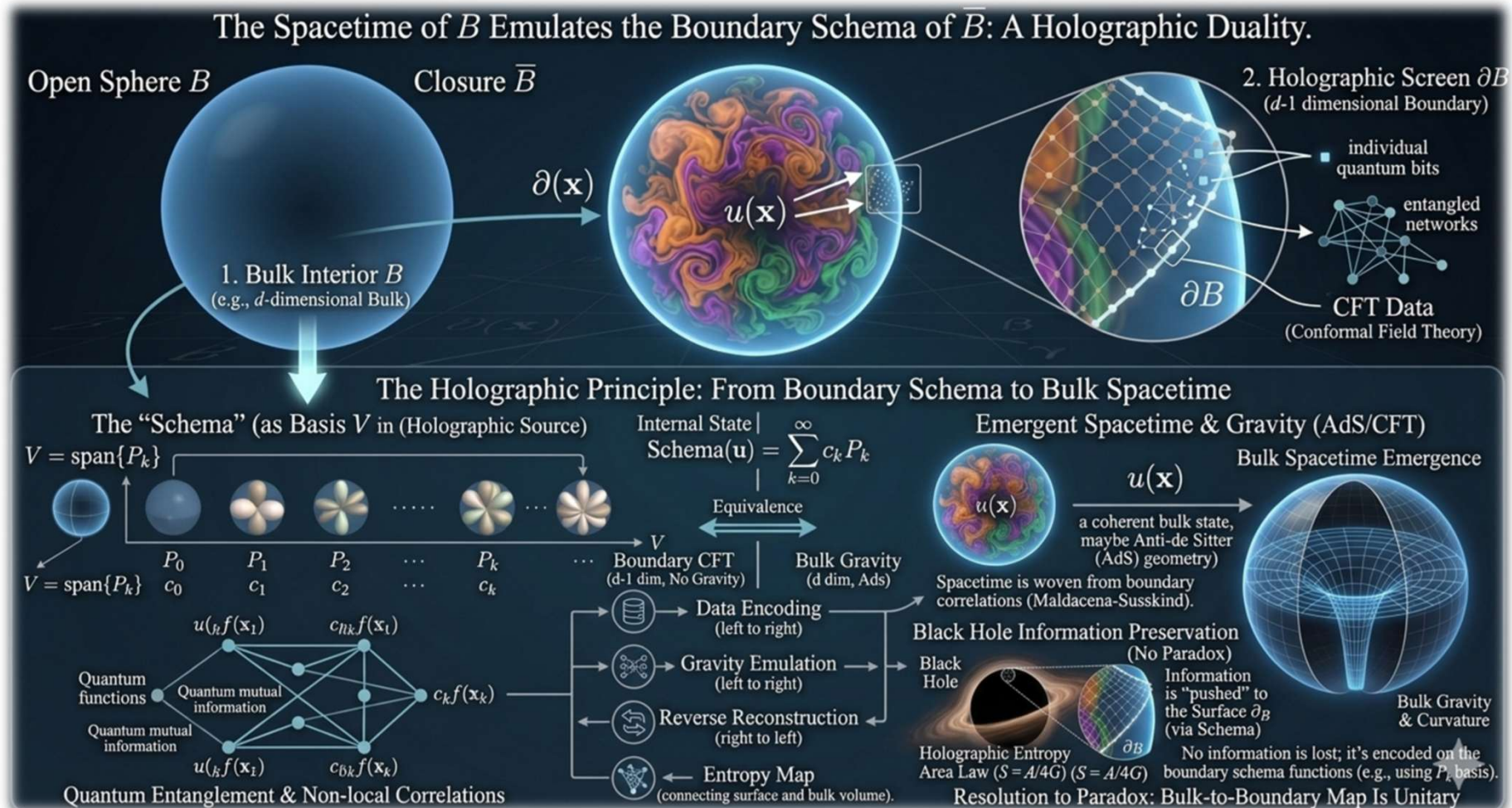
- 表現されたもの（記述）は、しょせんは、“ある表現体系”という一つの意味の場のインスタンスモデルである
- 記述上は、命題文が成り立っていたとしても、元々のモデルが整合しているとは限らない
 - 何故なら、元々の意味の場の制約と対応付けが満たされていないとしても、表現のスキーマを満たすことは可能だから
- 人文系では...
 - もっともらしい言説が本当に正しいのか？
 - この形式を基に、様々な言説を紐解けば、精緻化可能？
- エンジニアリング系では...
 - いくら優れた表記法だけを決めても、それだけで、記述が有意味だとは限らない
 - ぶっちゃけ、UML、SysML、プログラミング言語の文法だけでは、その記述内容の有意味性を担保できないのも、この形式から言えるだろう

“Essentia Forma Est” 存在、それはモデルなり

“ホログラム原理”～最先端の物理学より
圏論、関数空間論、ホモトピー論、…

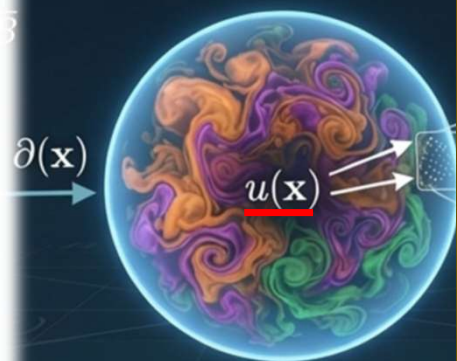
何かと話題の“ホログラム原理”

最先端の物理学からの見解：この世界に本当に存在しているのは量子ビット情報だけで、我々の世界はそこから立ち上っている幻である



最先端物理学の結論 vs 概念モデリング

ulates the Boundary Schema



phic Principle: From Boundary Schema



- 球内の状態は、球面上で定義された関数の多項式で表せる
 - 球面の関数の多項式 $\leftrightarrow$ スキーマ
 - 球内の状態 $\leftrightarrow$ スキーマに従う
- 数学的原理から
 - 状態は何でもよい
 - 関数多項式は必ず存在する
 - 関数多項式はただ一つだけである

- 概念モデリングにおいて
 - 必ずスキーマを記述できて、かつ、正しいモデルはただ一つだけ
 - 意味の場の全ての状態を、状態変化も含め記述可能

- 概念モデリング以外のモデリング体系は？
 - 数学的に幾つか条件を満たせばOK

現実世界



“意味の場”ごとに分割

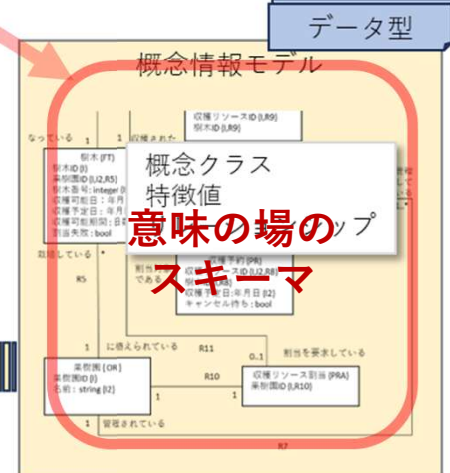


様々な視点で...

1対1の写し

意味・振舞の構造

データ型



関数ベクトル空間、圏論、ホモトピー論、モデル圏...

現実世界のモデル ～ これまで曖昧にぼやかした部分が明確に...

現実世界

圏S

それぞれの“モノ”●
それぞれの“関係”●
それぞれの“単位”●
それぞれの“コト”●

モデル化された世界

前提への疑問！

- 現実世界のありとあらゆる現象を、このモデリング体系で記述できるのか？
- そもそも、現実世界はモデルなのか？

● データ型

最先端物理学で使われている数学の道具で...

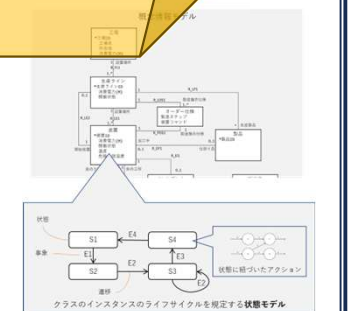
- 記述出来て、かつ、ただ一つだけ
- 現実世界もモデルである (らしい)

圏C

圏S の存在を規定するスキーマ圏

- 概念クラスと特徴値
- 関係：Relationship
- 概念クラスの状態モデル
- データ型

概念モデル



つまり...



“Essentia Forma Est” 存在、それはモデルなり

“ホログラム原理”～最先端の物理学より

カント：人間は、“もの・そのもの”ではなく、その立ち現われ・現象を認識している…



“Ordo Forma Est” 存在の形式、それはモデルなり

最終的に行き着いた結論

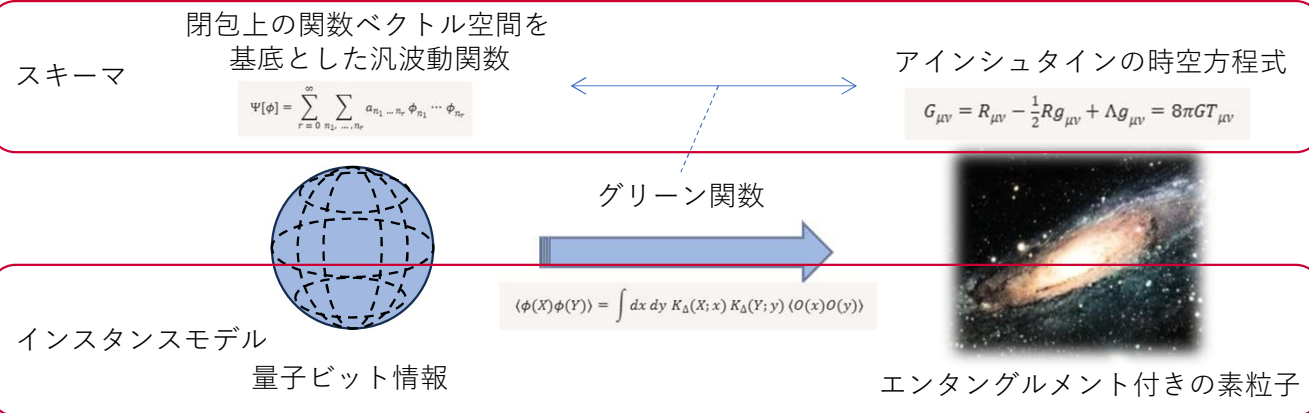
Ordo Forma Est ! ～ 存在の形式、それはモデルなり !

- 世界はただ一つの意味の場ではない
- 複数（無限）の意味の場が並立している
 - 物事はそれぞれの意味の場において、意味を伴なって現象している
 - 意味の場においてのみ、有意味な命題が記述可能
 - 意味の場間は意味的には無関係
 - 後先など、同時性は問えないし、認識すらできない
- 同時に、意味の場間の対応付け：ブリッジも複数（無限）に並立！
 - 現実世界においては、対応関係も満たして、初めて有意味となる
 - 古今東西の様々な言説は、殆ど無意味の可能性（驚）
- しかし、その記述形式はただ一つ！
 - どんな意味の場でも、意味構造のスキーマ、ブリッジを記述できる
 - そして、それはただ一つであることが数学的に証明可能！

- 世界はただ一つの意味の場ではなく、無限の意味の場が並立
- しかし、その形式（＝モデリング体系）は、ただ一つである！

あ、同じ形式だ！ ⇒ 圏論的には同型（？）

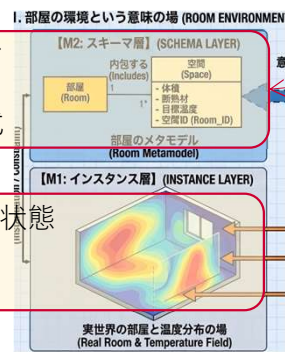
最先端の物理学が描く、この宇宙の成り立ち



内容は全く異なるが、
形式は全く同一である！
⇒メタモデルは同一
↓
概念モデリング体系
(= 普遍的記述形式)

概念モデル：意味の場のスキーマ
概念クラスを基底とする
リレーションシップによる多項式

インスタンスモデル：意味の場の状態
概念クラスを基底とする
リレーションシップによる多項式



ブリッジ・変換ルール

Computing Platform：実行環境のスキーマ

Program Code Set：インスタンスモデル

概念モデリングによるリカーシブデザイン

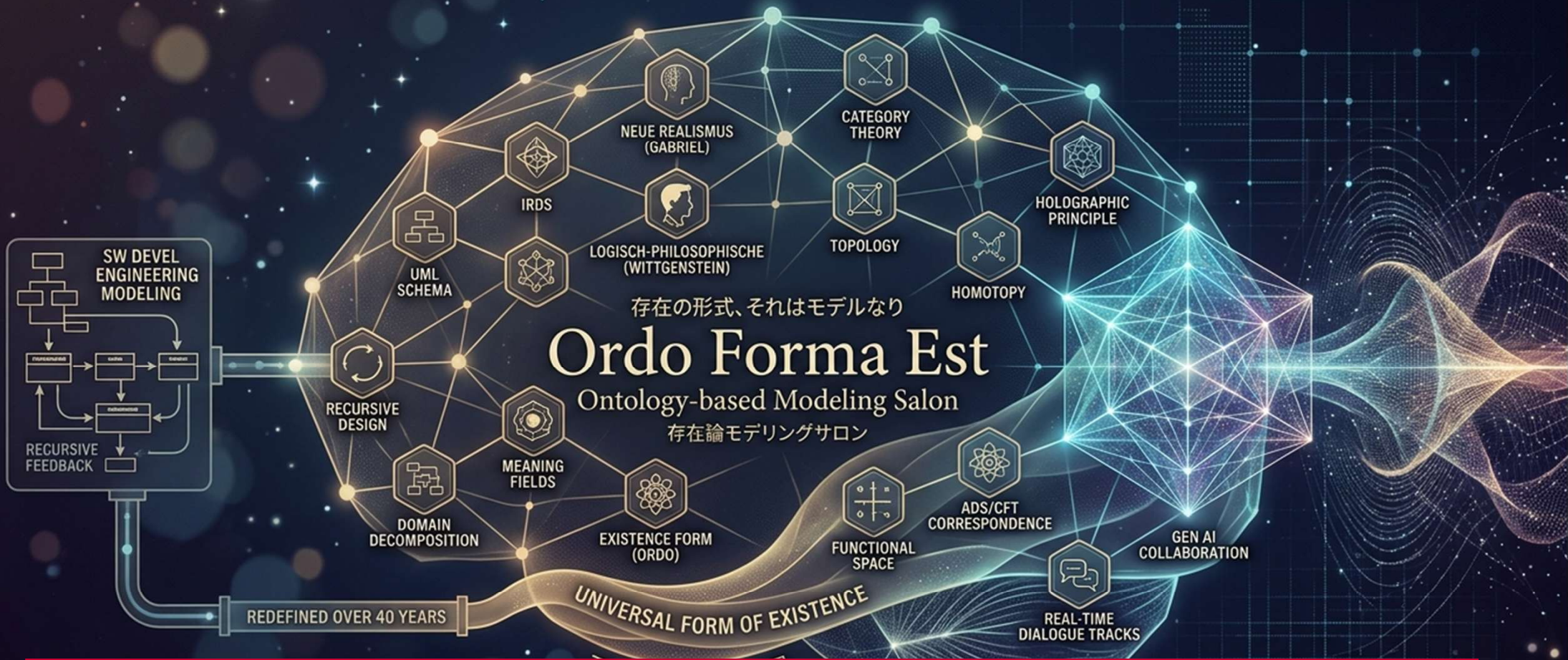
もっと驚いてね



- 最先端物理学（ホログラム原理）の驚くべき結論
 - この世界で本当に存在しているのは無限次元ヒルベルト空間の閉包上の関数ベクトル空間を基底とする多項式をスキーマとする、量子ビット情報だけ
 - 我々の時空間は、そこから**勝手に**立ち上っている幻影だ！
- もし、そうならば...
 - ある意味の場の状態がある
 - ⇒ スキーマとブリッジで勝手に別の意味の場が立ち現われるのでは？！
- 数学的原理に則ったスキーマとブリッジは無限に存在可能だから...
 - 生命現象界も、脳内界も、人間の思考界も、ありとあらゆる人文系界も、勝手に立ち現われて現象しているのでは？
 - 意識・思考もそうなのかもね
 - 単なる化学反応系であるニューラルネットワーク
 - 単なる言語統計モデルである LLM
 - この単なる形式的発動に対して、人間が（勝手に）想定した意味の場のスキーマを基に、インスタンスモデルを記述して、“創発”、“因果”とか言っているに過ぎないのでは？！

我々は数学的形式に従って立ち現われた実在である...

- 皆さん、不思議だと思いませんか？
 - 何故、同じ慣性系では、時間の流れが一樣なのか？
 - 何故、ありとあらゆる事柄が数学的原理に従っているのか？
- コペルニクスの転回
 - 我々の現象界が、ホログラム原理に従った幻なら...
 - そもそも、現象界は数学的原理に従って立ち現われている
 - 状態を制約するスキーマは、時間が一樣であることが前提の方程式
 - その世界において、我々自身と我々の思考が立ち現われているなら？
⇒ 時間が一樣で数学的原理が成り立つのは当たり前
- これが、本日のお話が妥当であるための大前提でした！
 - ただし、この妥当性は哲学的な問題でしょうね...
 - ～ 正誤は検証不可能だから！



👉 https://note.com/kae_made/membership

今後の活動

- 概念モデリングの R & R の方向性はほぼ整った
- 今後は、数学的な厳密化を進めていく...
 - 圏論
 - ∞ -圏、モデル圏、...
 - 位相空間論、ホモトピー論
- 哲学的な意味付けの再確認を並行して継続
 - 数学は単なる形式
 - 意味付けは哲学
 - 物理学との対応付による妥当性の確認
- どこぞの大学の研究室で研究したいなあ...

https://note.com/kae_made からコンテンツ公開中



世界で一番正確で詳しい IoT・DT 技術情報

Azure の最新機能で IoT を改めてやってみる

すべて見る

2022年3月にマイクロソフトの中の人から外の人になった Embedded D. George が、現時点で持っている知識に加えて、頻りに更新される Azure の IoT 関連サービスの最新機能を Microsoft Docs の説明を元に使い倒して、改めて IoT・Digital Twins のシス...



詳しくはこちらから！



概念モデリング教本

Art of Conceptual Modeling

すべて見る

ドメイン、概念情報モデル、概念振舞モデルを実践するために必要な基本の解説と、概念モデルとドメインを使ったITシステム構築方法概要を説明する、「概念モデリング教本」です。概念モデリングを始めるための第一歩。本ドキュメントは、https://...



概念モデリングチュートリアル集

概念モデリングチュートリアル集

すべて見る

「Art of Conceptual Modeling」で解説している概念モデリングのチュートリアル集です。



変換による実装教本

Technique of Transformation

すべて見る

ビジネスを可視化する概念モデルから、ITシステムで実運用可能なコードを、変換による実装で自動生成するための技法を解説したドキュメントをまとめたものです。並びの順に読み進めてください。



独自の視点からのSW開発の基本解説

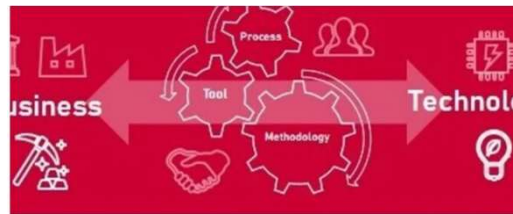
Essence of Software Design

すべて見る

ソフトウェア設計で知っておいたら役立つ基本知識やテクニックをまとめました



大規模SW開発エンジニアリングの要諦



Practices of Software Engineering

様々な観点からのコラム集

SaG of Modeling for Real World

すべて見る

"Stones and Gold of Modeling for Real World" 現実世界のデータ化、モデル化、作成したモデルのソフトウェアへの実装に関する、ありとあらゆる雑感、試み等、様々なトピックスを投稿していきます。Digital Transformation、Digital Twins、IoT、AI等...



Happy Modeling!

Knowledge & Experience
Hiroshi Ota
E-Mail: master@kae-made.jp