

スクウェア・エニックス オープンカンファレンス 第1回

「次世代ゲームAIアーキテクチャ」

三宅 陽一郎

(リードAIリサーチャー)

株式会社スクウェア・エニックス テクノロジー推進部

スクウェア・エニックス オープンカンファレンス 第1回

「次世代ゲームAIアーキテクチャ」



三宅 陽一郎

(リードAIリサーチャー)

株式会社 スクウェア・エニックス テクノロジー推進部

スクウェア・エニックス オープンカンファレンス 第1回

「次世代ゲームAIアーキテクチャ」

今日の登場人物

三宅 陽一郎

(リードAIリサーチャー)

株式会社 スクウェア・エニックス テクノロジー推進部

「次世代ゲームAIアーキテクチャ」



三宅 陽一郎
(リードAIリサーチャー)

株式会社 スクウェア・エニックス テクノロジー推進部

スクウェア・エニックス オープンカンファレンス 第1回

Luminous AI Unit Meetings x 40～100時間



基本設計案 第1案

オープンカンファレンス2011発表



次世代ゲームAIアーキテクチャの中心的な概念は何かを探究する

2011.4 – 2011.9 AI Meeting (2時間) x 40

テクノロジーリスト

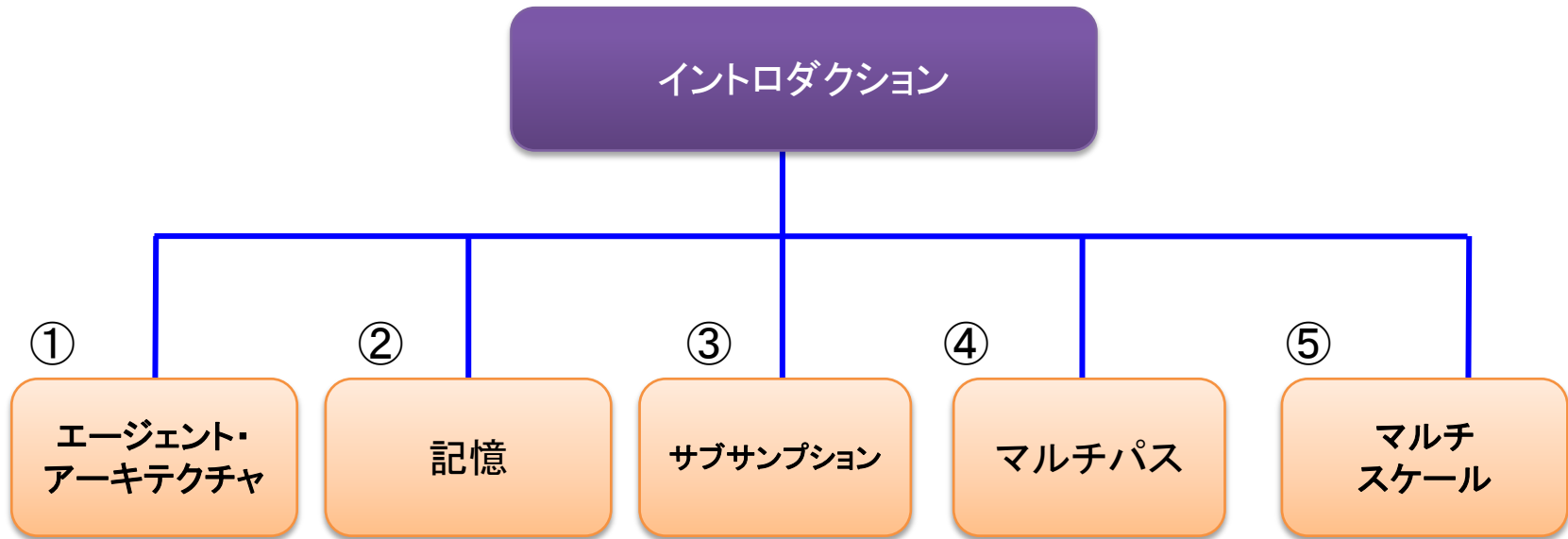
- 知識表現
- 世界表現
- インフォメーション・フロー
- エージェントアーキテクチャ
- ブラックボードアーキテクチャ
- サブサンクションアーキテクチャ
- C4アーキテクチャ
- アービター
- ナレッジソース(KS)
- 自律性
- 合議制アルゴリズム
- 投票システム
- 階層型
- 並列性
- 多層性
- ゴール指向
- ルールベース
- 階層型タスクネットワーク
- 階層型ゴール指向
- 心理学
- 動物行動学
- マルチパス
- ワンパス

Luminous Studio のAIの目指すもの


- (1) 簡単に使える。
- (2) 汎用性がある。
- (3) 拡張性がある。
- (4) 表現力(品質)がある。
- (5) 再利用性がある。

基本設計要件

- (1) 世界とAIを明確に分離する。
- (2) 自律型AI
- (3) 世界の様々なスケールに対応する
(スケーリングする)。
- (4) 知性の内部構造の階層性



0. イントロダクション



リアルワールド
(現実世界)

リアルワールド (現実世界)



現実世界の知性



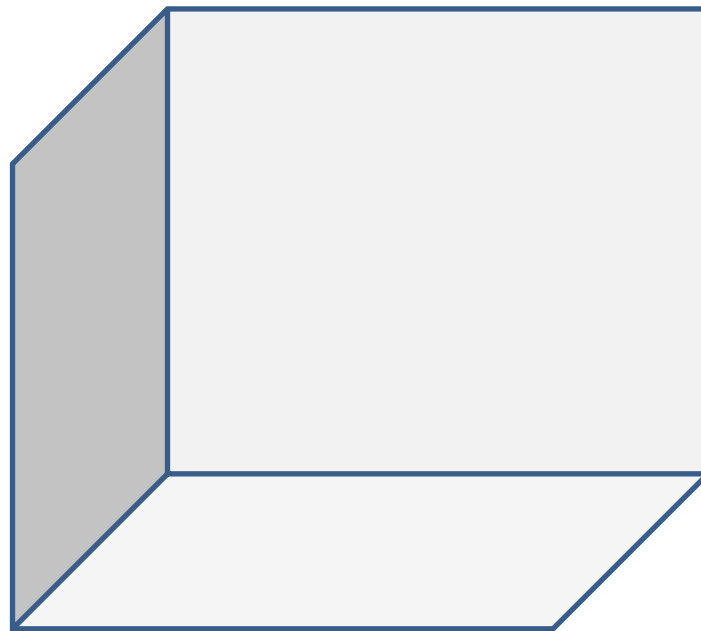
バーチャルワールド
(仮想世界)

仮想世界の知性
=人工知能

環境と知性

もし、この世界がたったひとつの白い部屋だったら、

その世界にはどんな知性が存在するだろうか？



いいや、たいてい高度な知性は存在しないだろうし、**必要ない**。

進化の歴史 = 身体と**知能**の歴史



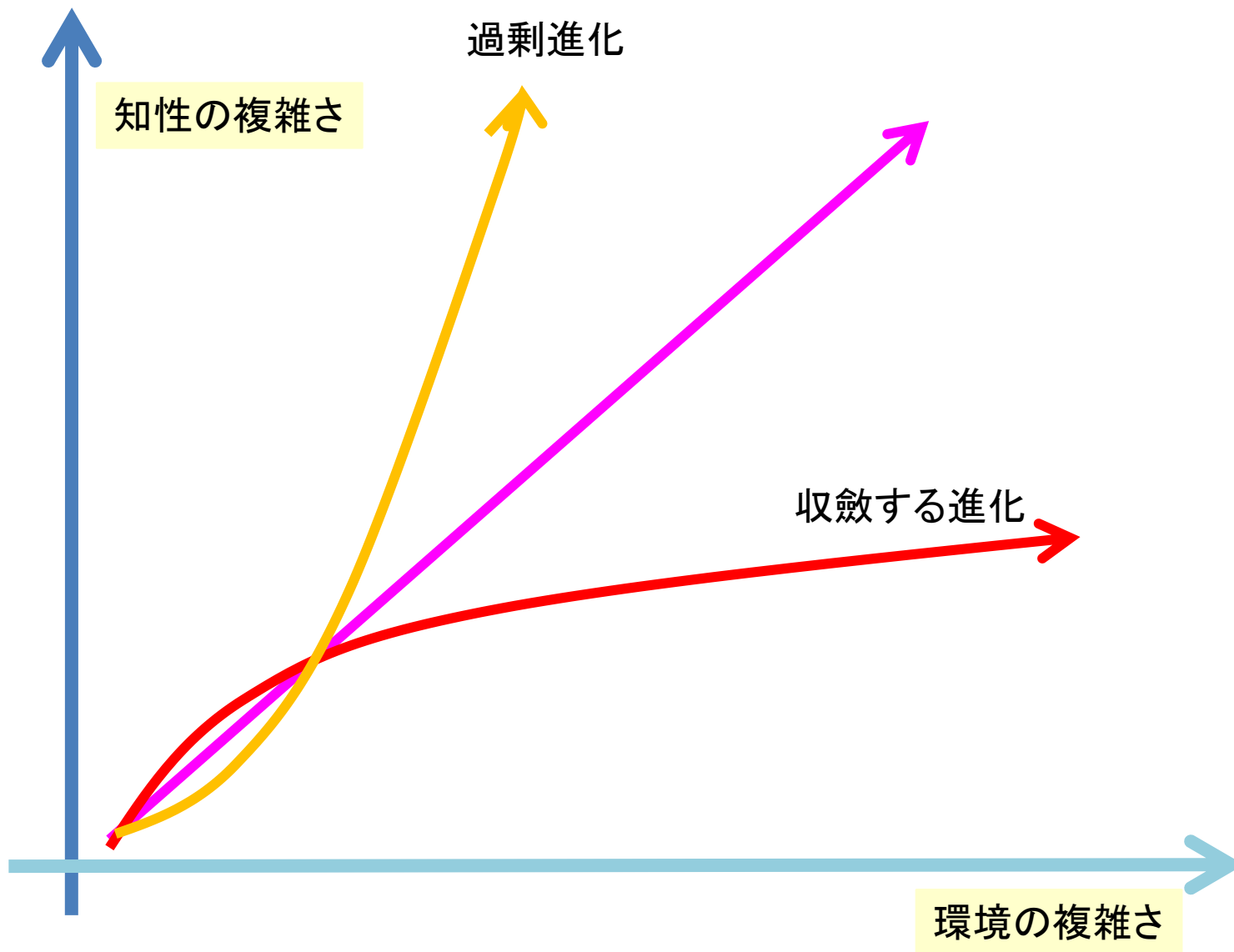
<http://apps.carleton.edu/campus/library/now/exhibits/wallcharts/evolution/>

進化の歴史 = **環境**への適応の歴史

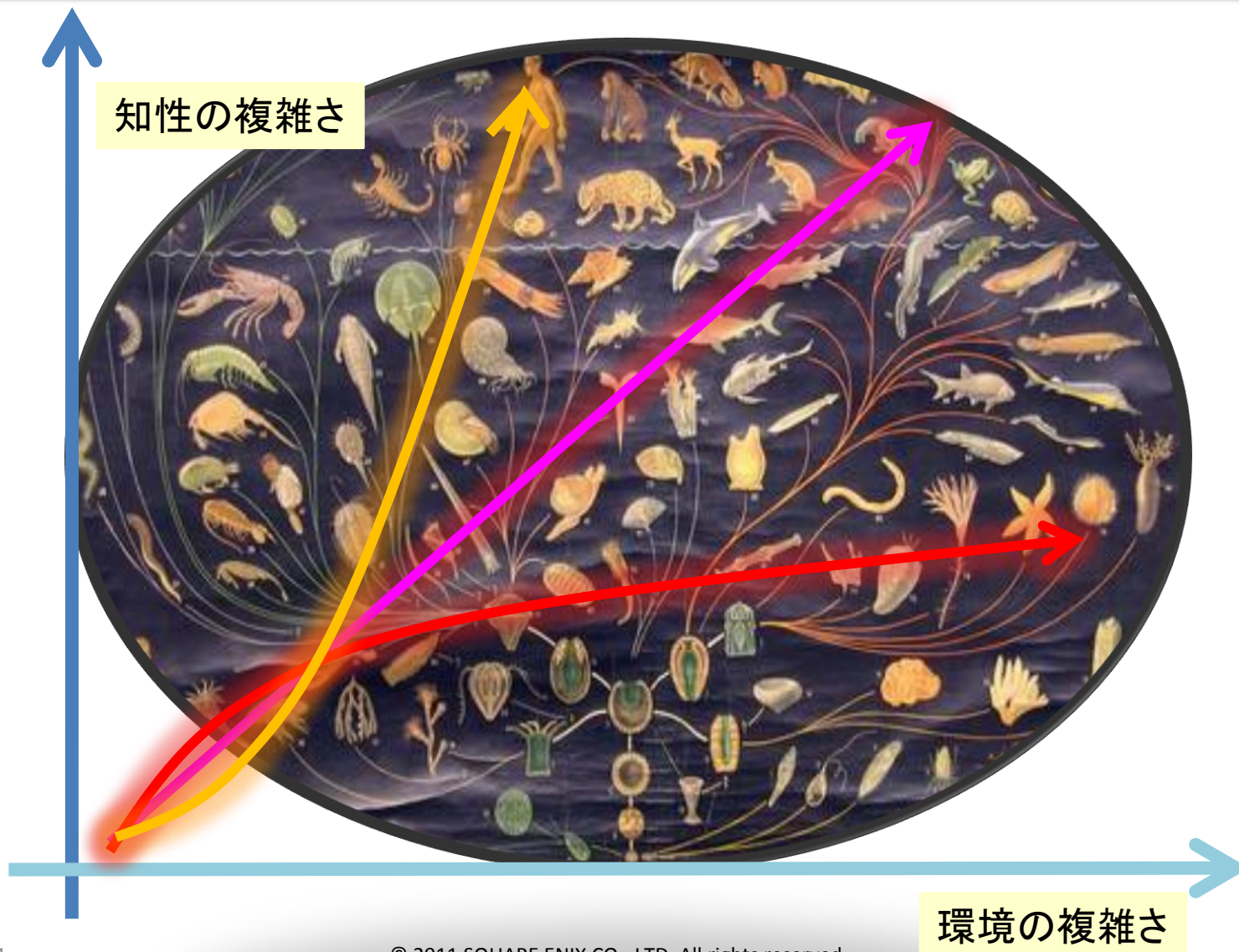
進化という長い歴史から見れば、環境が知性を育てる

環境の複雑さ = 知性の複雑さ

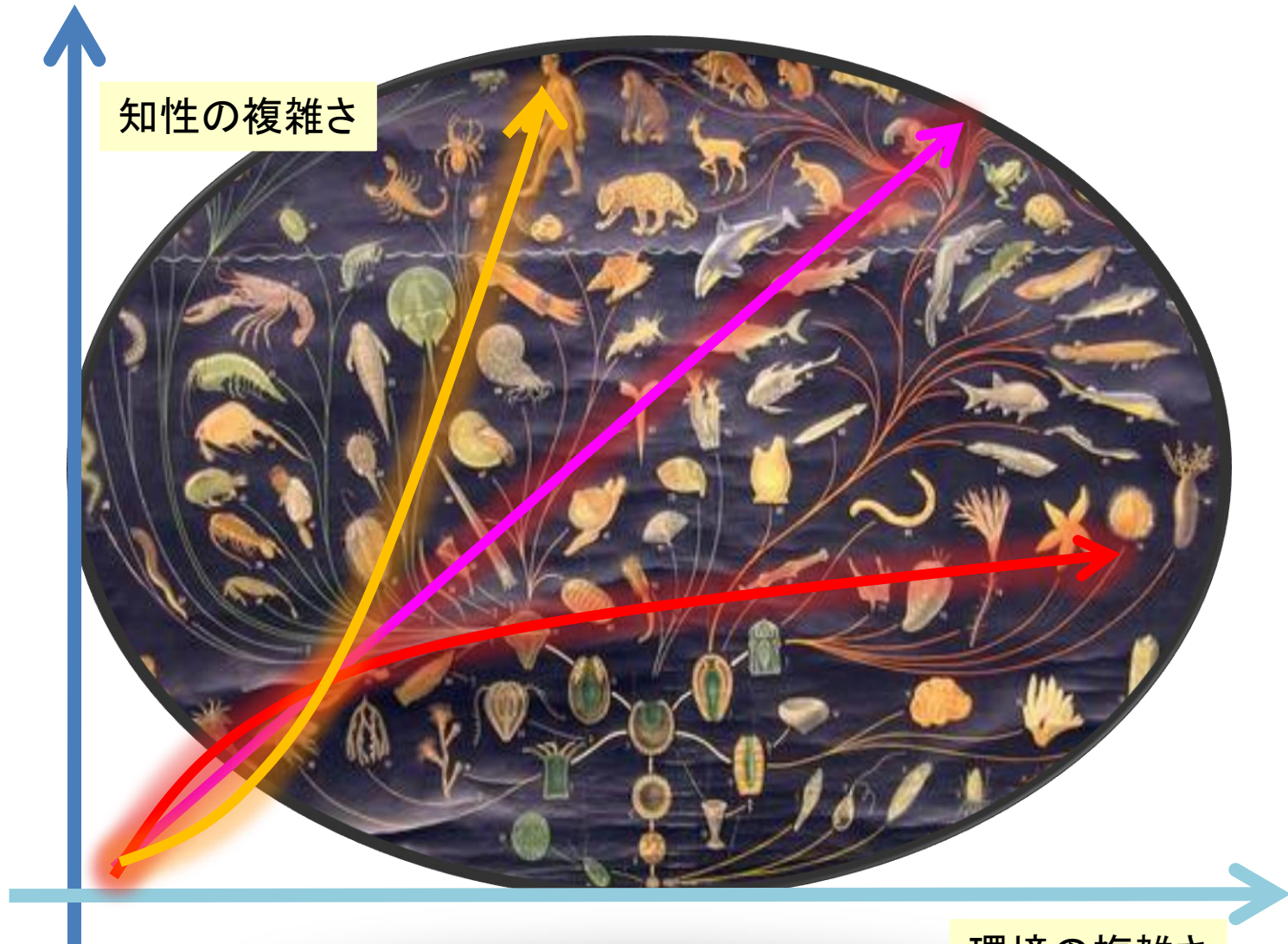
知性の複雑さは環境の複雑さに比例する



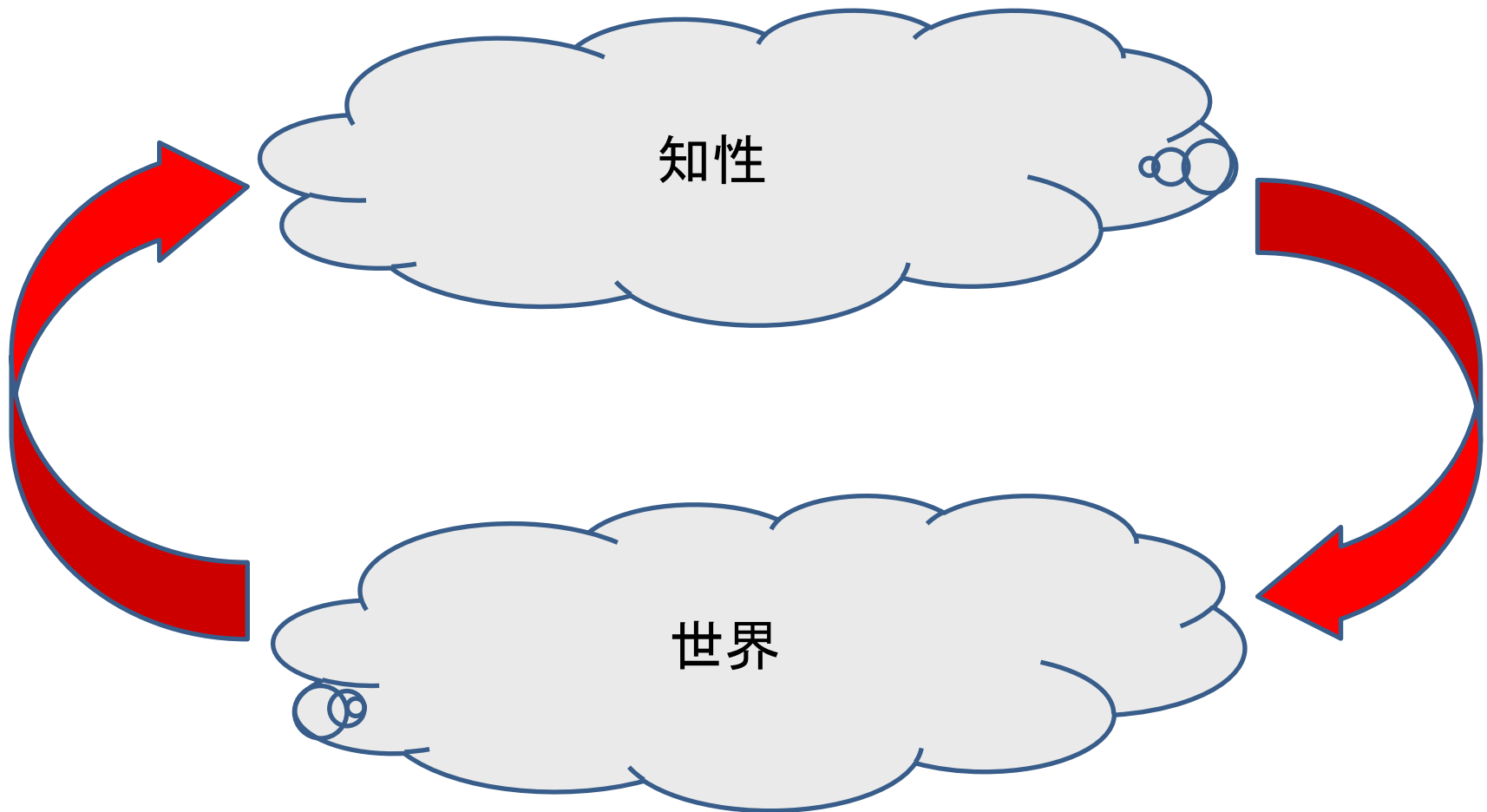
知性の複雑さは環境の複雑さに比例する



世界の複雑な構造は知性の構造に反映する(適応)



知性とは何か ≡ 世界とは何か？



知性の構造は世界の構造に対して相対的に決まる。



http://www.123rf.com/photo_8100542_underwater-photo-of-a-hard-coral-reef.html

<http://www.gatag.net/04/12/2010/190000.html>

http://www.123rf.com/photo_10039937_foggy-forest-at-the-morning-at-autumn.html

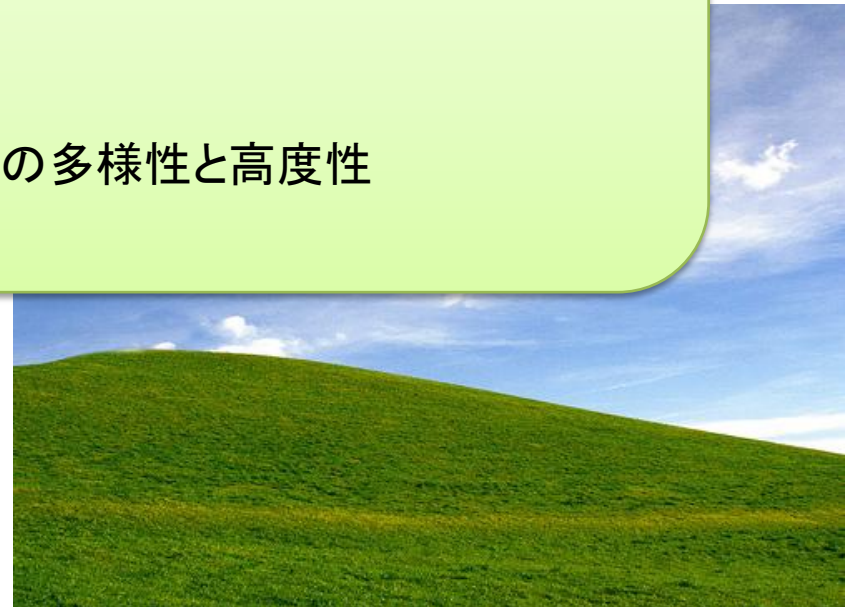
<http://www.flickr.com/photos/rotrauds-kleine-welt/346698184/>



環境の多様性と複雑性



生物の知性の多様性と高度性



http://www.123rf.com/photo_8100542_underwater-photo-of-a-hard-coral-reef.html

<http://www.gatag.net/04/12/2010/190000.html>

http://www.123rf.com/photo_10039937_foggy-forest-at-the-morning-at-autumn.html

<http://www.flickr.com/photos/rotrauds-kleine-welt/346698184/>

© 2011 SQUARE ENIX CO., LTD. All rights reserved



ゲームステージの多様性と複雑性



キャラクターの知能の多様性と高度性

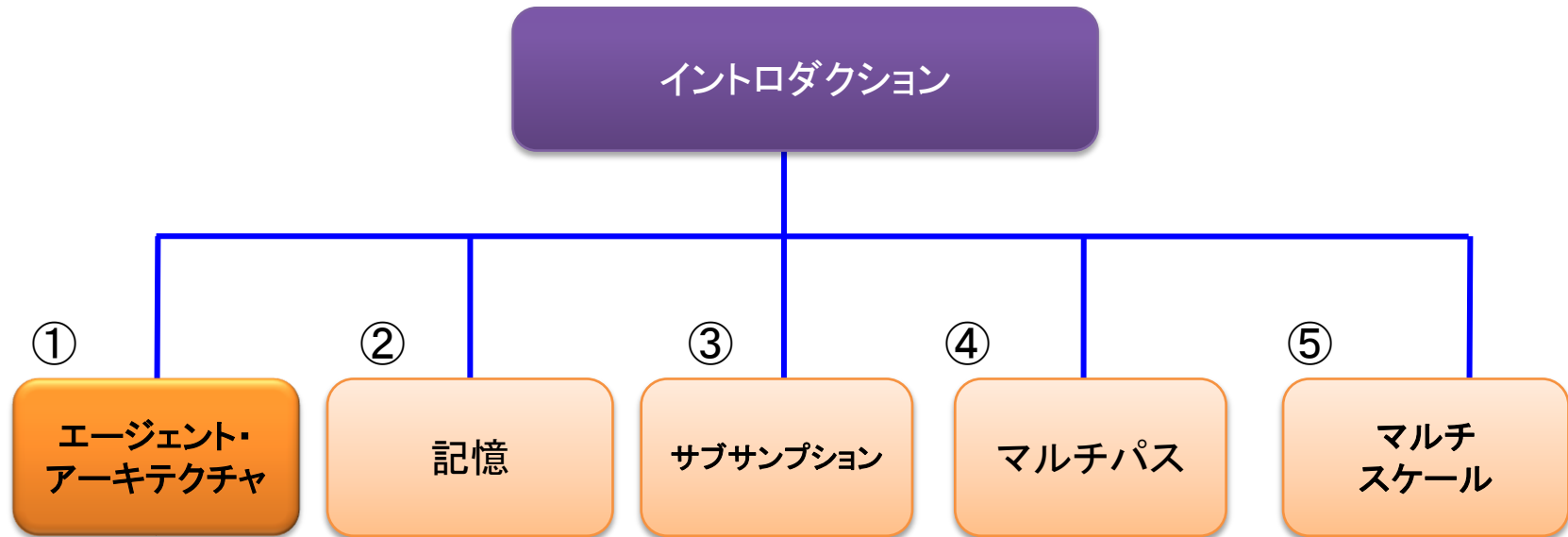
http://www.123rf.com/photo_8100542_underwater-photo-of-a-hard-coral-reef.html

<http://www.gatag.net/04/12/2010/190000.html>

http://www.123rf.com/photo_10039937_foggy-forest-at-the-morning-at-autumn.html

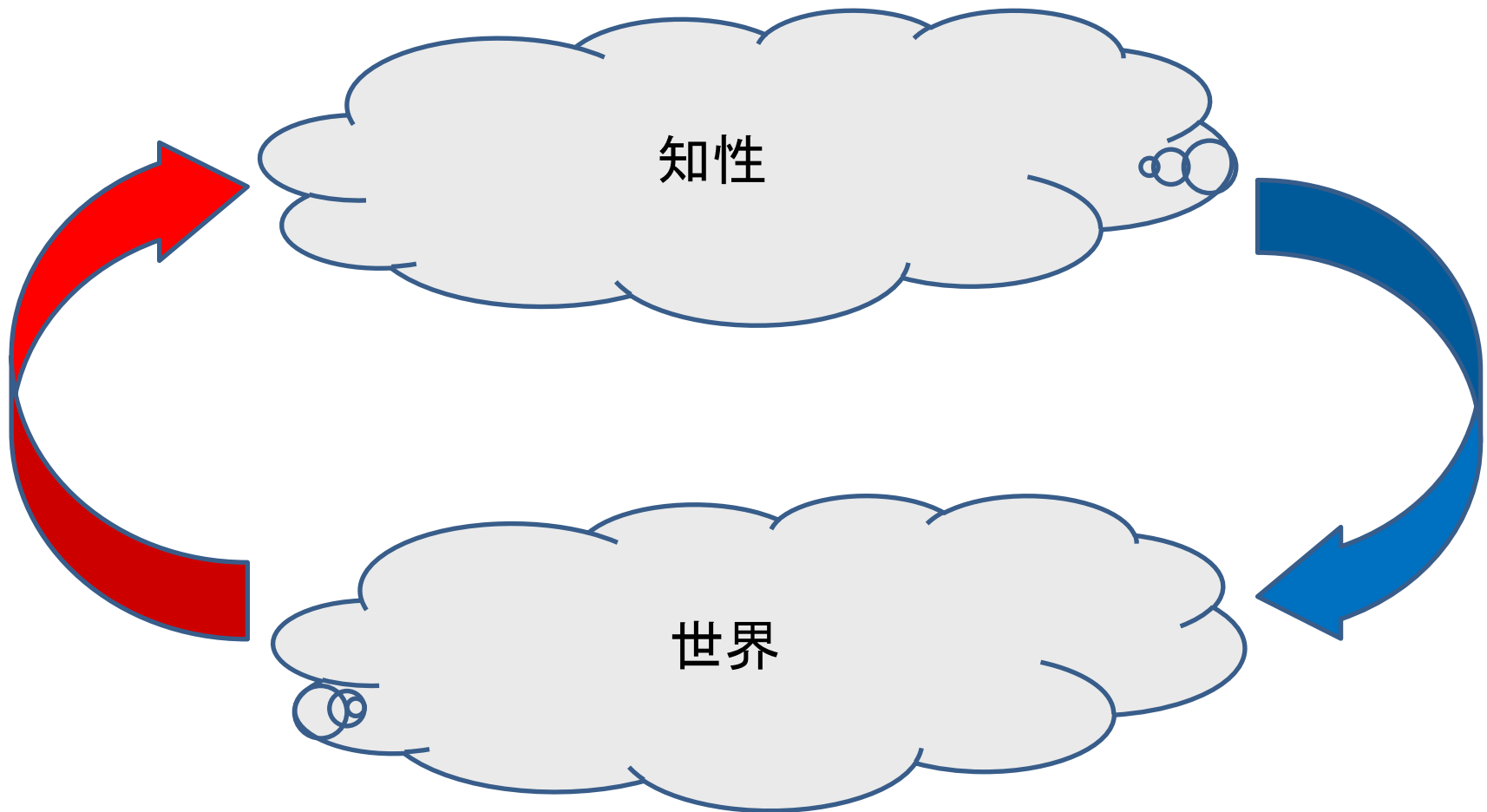
<http://www.flickr.com/photos/rotrauds-kleine-welt/346698184/>

© 2011 SQUARE ENIX CO., LTD. All rights reserved



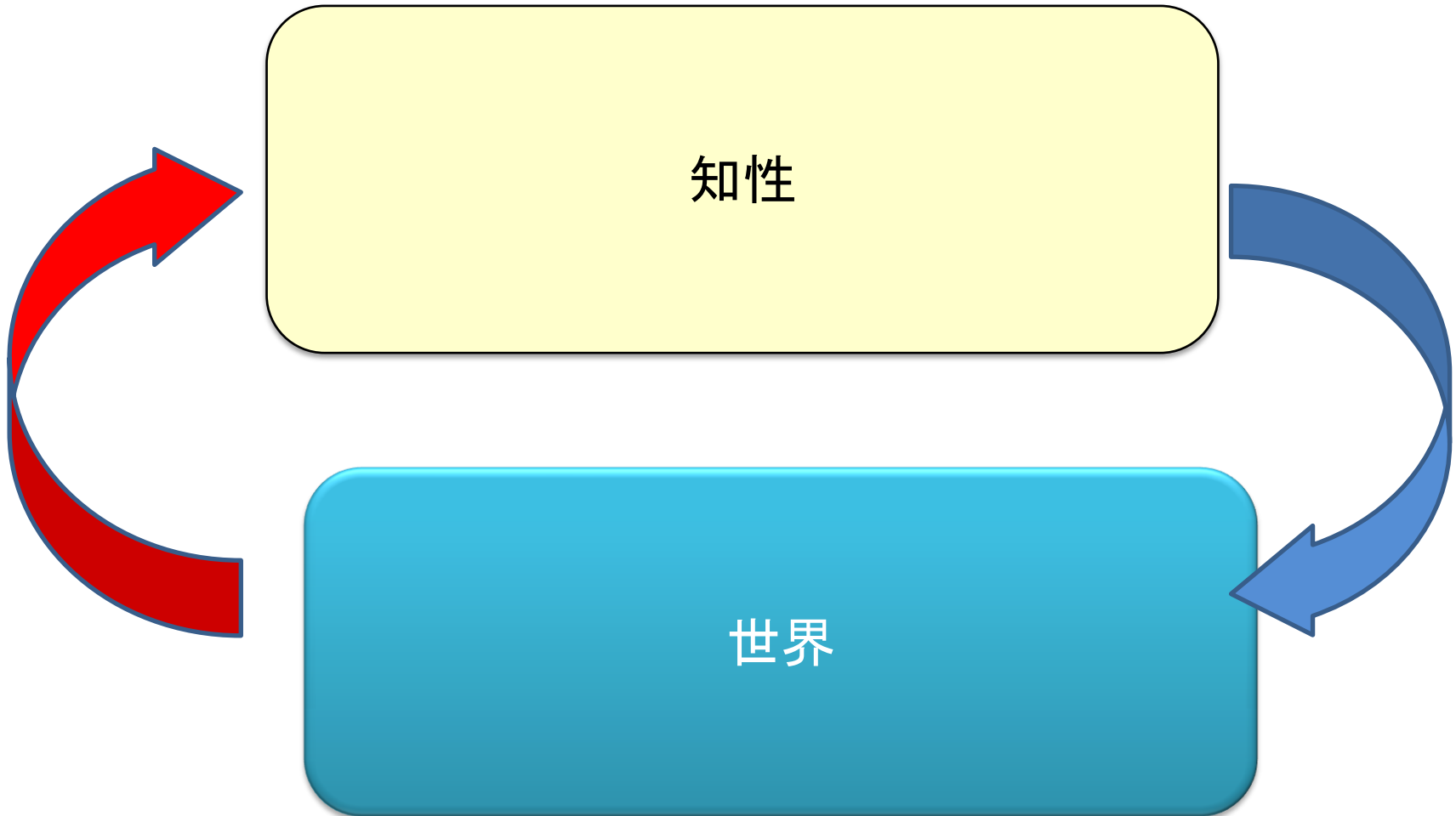
1. エージェント・アーキテクチャ

知性とは何か ≡ 世界とは何か？



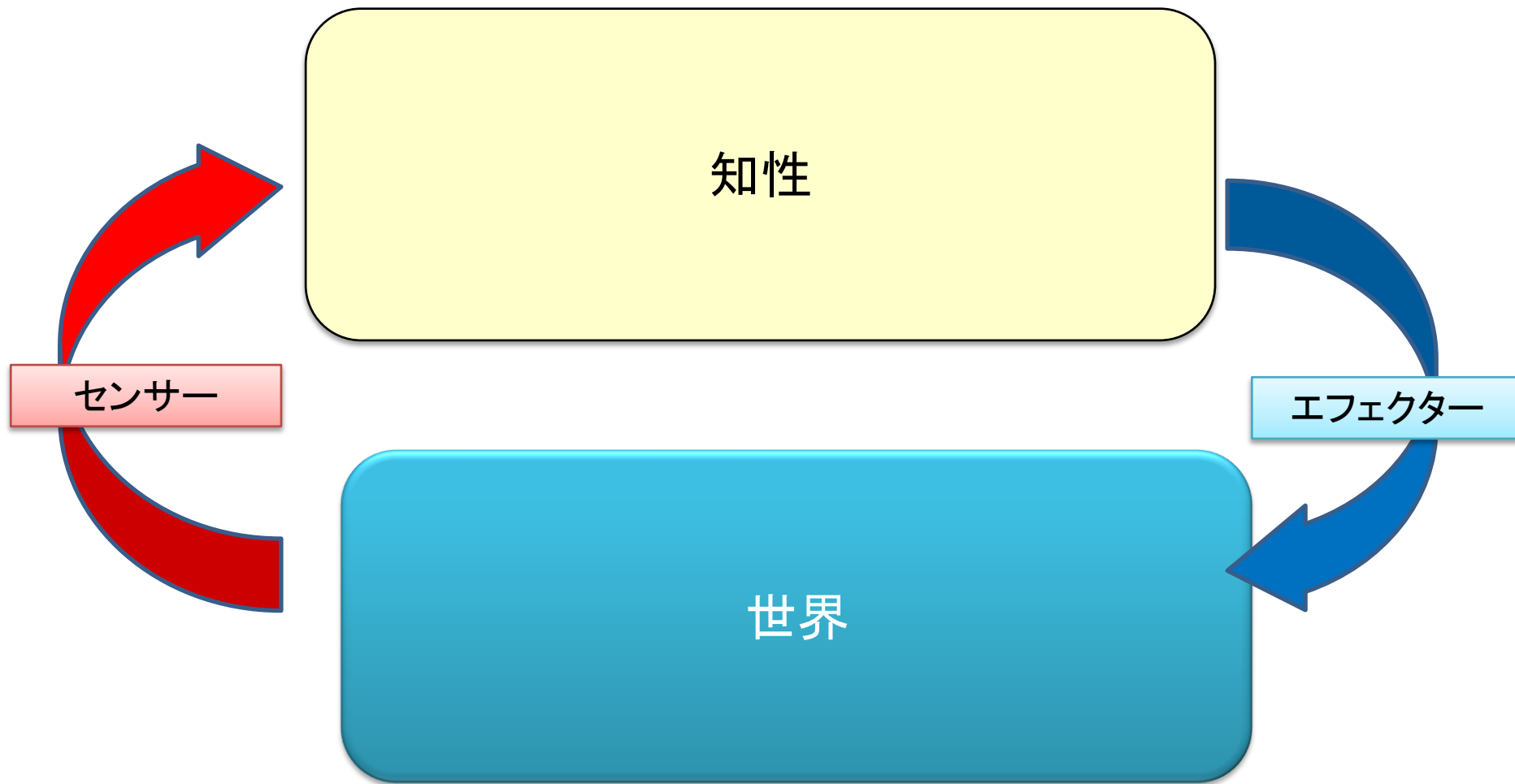
知性の構造は**ゲーム世界**の構造に対して相対的に決まる。

知性とは何か ≡ 世界とは何か？



知性の構造は**ゲーム世界**の構造に対して相対的に決まる。

エージェント・アーキテクチャ



- エージェントの定義
- ① 知性と世界が明確に分離されている
 - ② センサー(感覚)で世界の情報を取得する。
 - ③ エフェクター(効果器)で世界に影響を及ぼす能力を持つ。
 - ④ 総合的に世界で何らかの役割を満たす)

自律型エージェント



バーチャルワールド
(仮想世界)

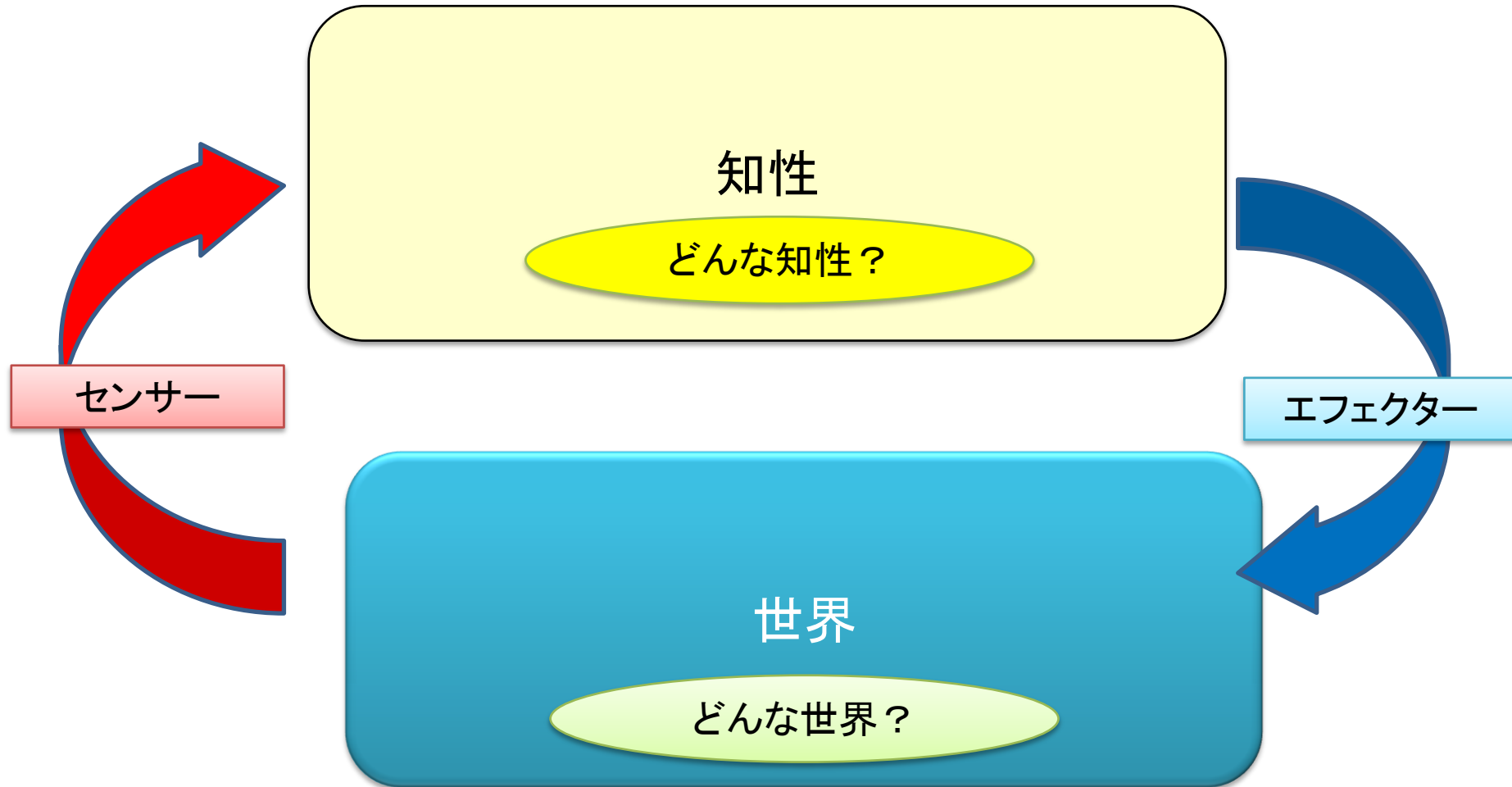
仮想世界の知性
=人工知能

エージェント・アーキテクチャは
自律型AI(自分で意思決定を行い、自分で行動する)への基礎となる



エージェント・アーキテクチャはAIと世界を明確に分離する

自律型エージェント・アーキテクチャ



世界がどんなに多様で複雑でも、理想的にはあらゆるゲームに適用できる汎用的な知性のアーキテクチャを探究したい (**Luminous Studio の AI の要件**)。

次世代ゲームの
環境の多様性と複雑性に耐え得る
AIアーキテクチャを設計する

設計中心概念 (キーコンセプト)

(1) アーキテクチャ

世界とAIの明確な分離

(2) インフォメーション・フロー

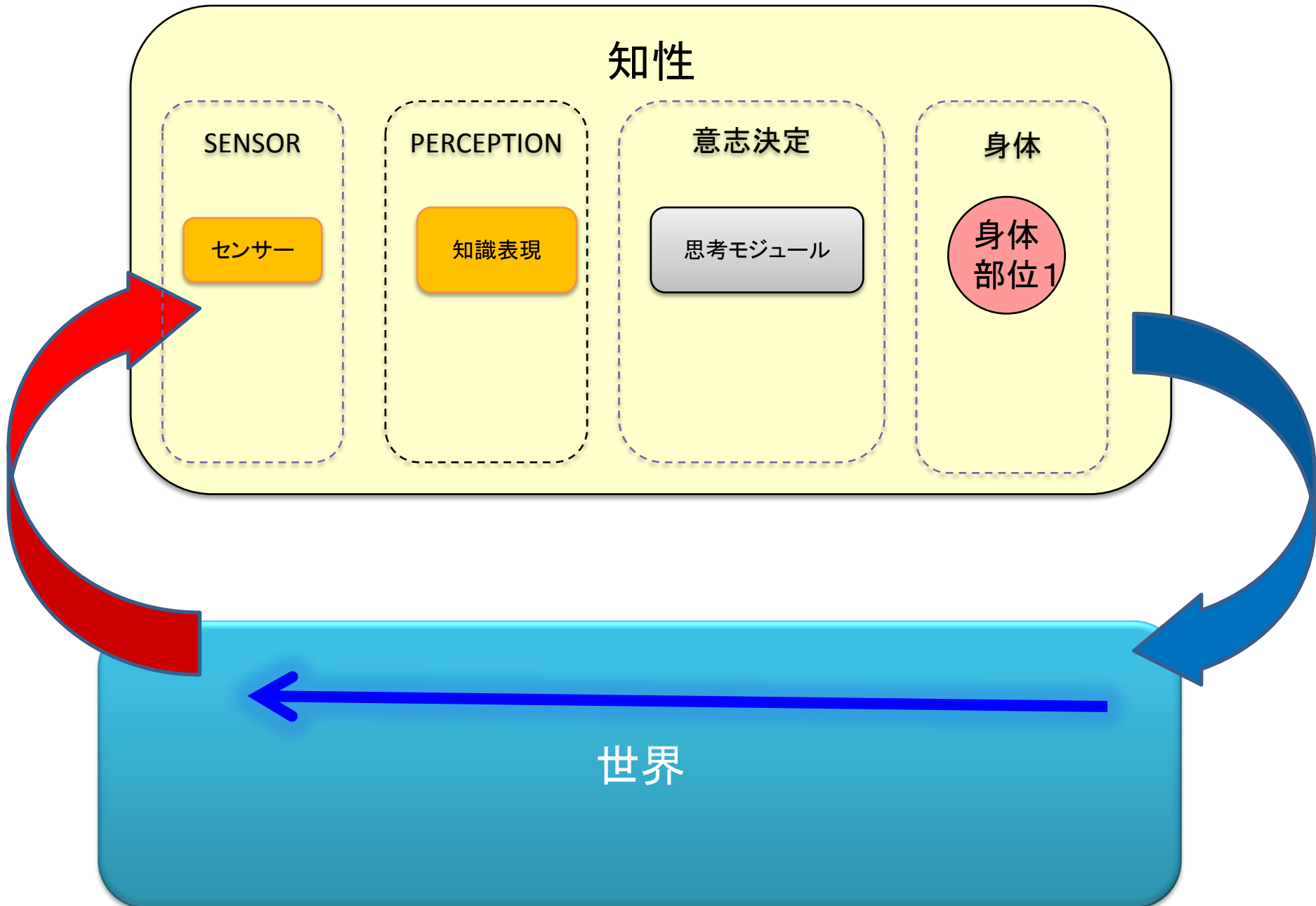
世界とAIの間の多様な情報の流れをデザイン・制御

(3) モジュール

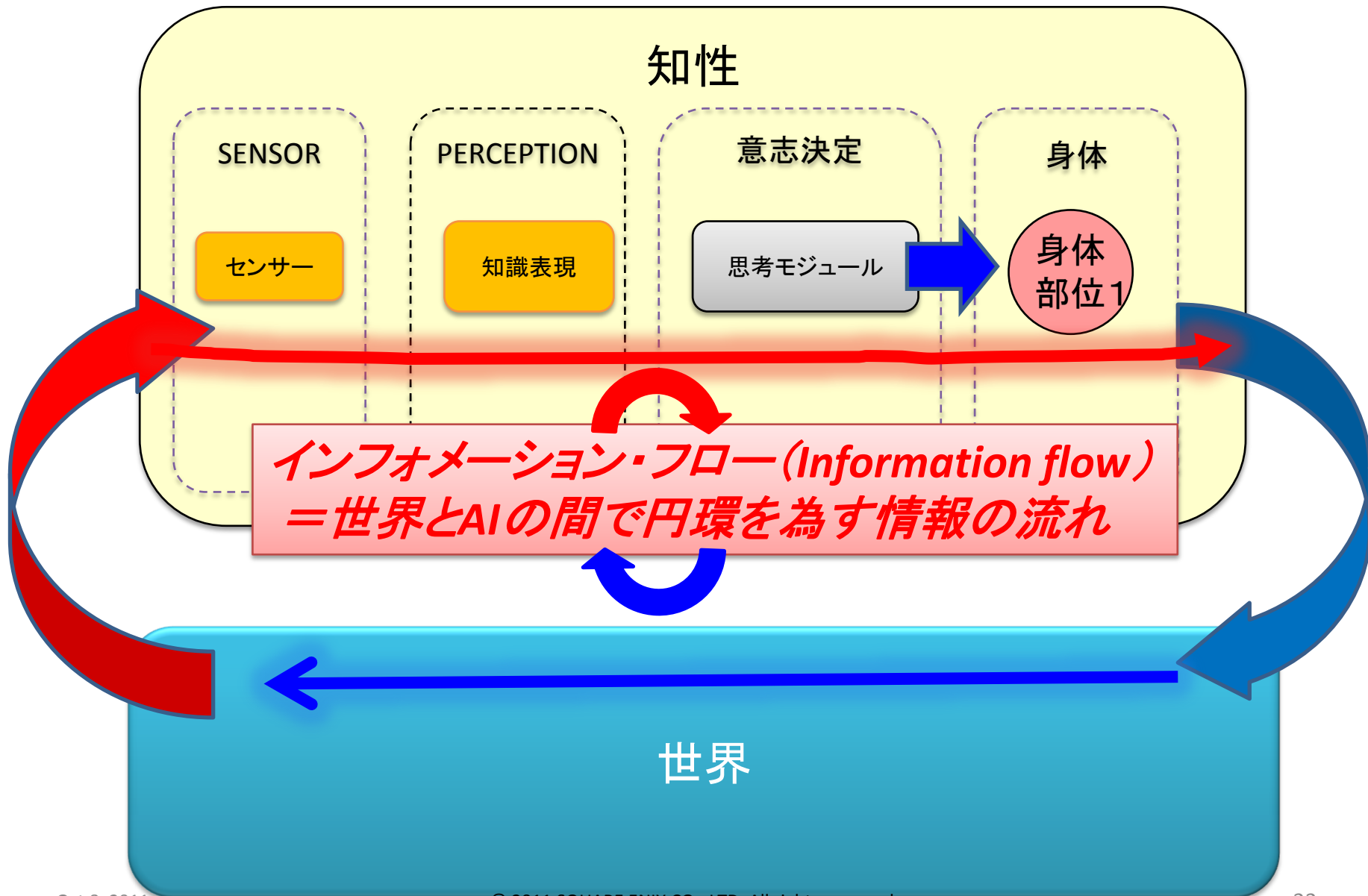
再利用可能

個別の研究を可能

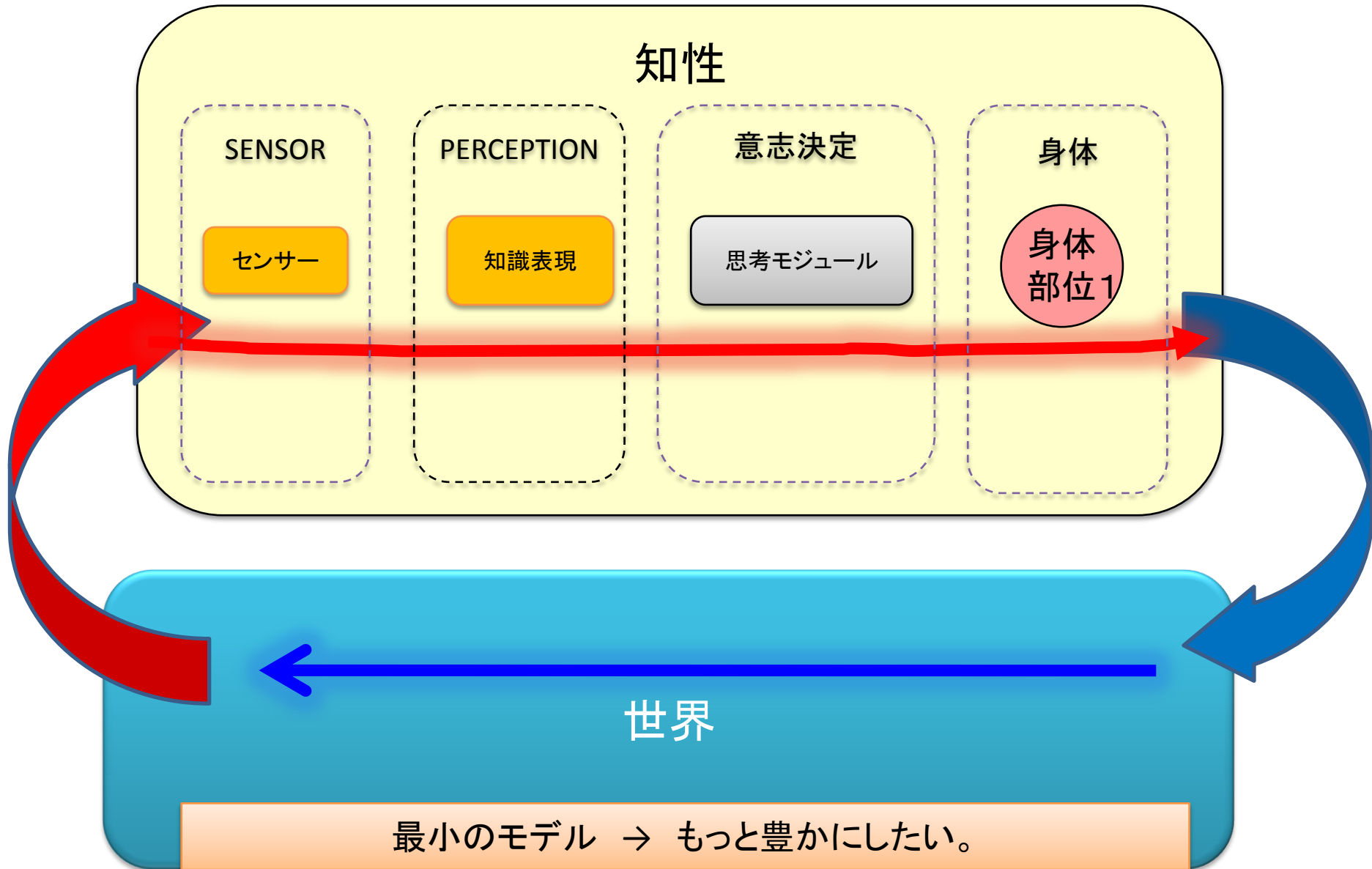
アルゴリズムのパッキング



ワンパス・インフォメーションフロー



ワンパス・インフォメーションフロー



知性を豊かにするには？

知識表現・世界表現の技術



世界の情報をより深くマルチな時間・空間スケールで集める。
＝根本的にインフォメーション・フローを太く大きな流れにする。



それも必要だけど、思考＝推論は情報を抽出する機能。



思考を複雑にする？



知性を豊かにするには、どうすればいいだろう？

知識表現・世界表現



仮想世界の知性
=人工知能



人工知能は生物のように世界をそのまま認識・解釈できるだろうか？



仮想世界の知性
=人工知能



AIが世界(物・事・空間など)を解釈できるように、世界をうまく情報表現する
= **知識表現 (KR、Knowledge Representation)**

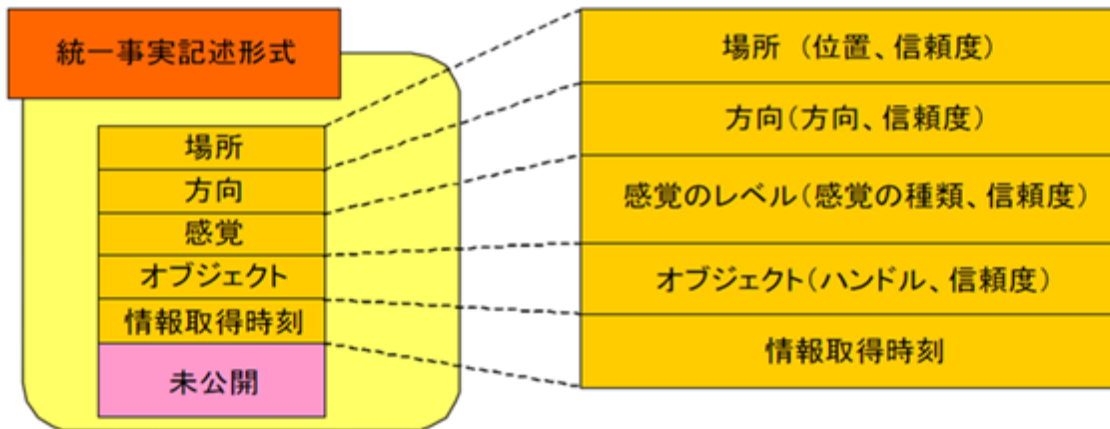
知識表現 (F.E.A.R.(2004年)における例)

統一事実表現 (WMF, Working Memory Fact)

In F.E.A.R.

キャラクター オブジェクト 任務 事件 パス 欲求 ノード

全て以下の形式(フォーマット)で記述する。



全部で本当は16個の属性がある

```
WorkingMemoryFact
{
  Attribute<Vector3D>    Position
  Attribute<Vector3D>    Direction
  Attribute<StimulusType> Stimulus
  Attribute<Handle>     Object
  Attribute<float>      Desire
  ...
  float                 fUpdateTime
}
```

```
Attribute<Type>
{
  Type Value
  float fConfidence
}
```

値
情報の信頼度

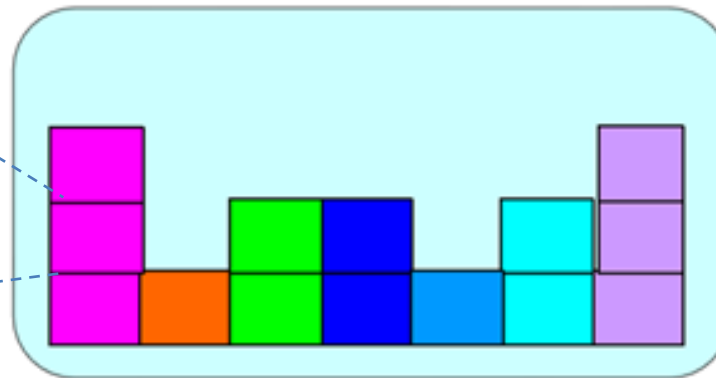
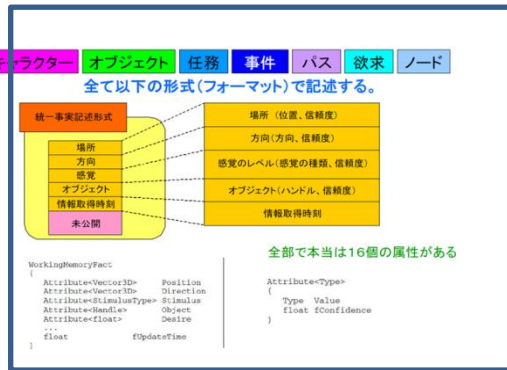
Jeff Orkin, "Three States and a Plan: The A.I. Of F.E.A.R.(GDC2006) (Document,PPT,Movie)", 2006 http://www.jorkin.com/gdc2006_orkin_jeff_fear.zip

知識表現 (F.E.A.R.(2004年)における例)

統一事実表現 (WMF, Working Memory Fact)

In F.E.A.R.

記憶領域に認識した事実をWorking Memoryへ蓄積する



Working Memory

- 敵Cが時刻Mに位置Zにいた
信頼度=0.6
- 敵Aが時刻Lに位置Xにいた
信頼度=1.0
- 敵Bが時刻Mに位置Yにいた
信頼度=0.0



ターゲットを決める

Blackboard

ターゲットはAにする

知識表現

知識表現の多様さは知性(AI)に柔軟性を与え、
その豊富さは高い知性を作る足場を与える。



すべてを表現して持つておく必要はない。
AIが必要とする知識表現を持つておけばおほい。



同じ物、同じマップに対しても複数の表現を持つておほい。



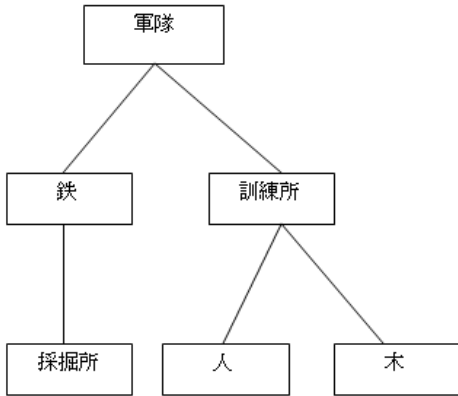
「物(オブジェクト)」の数ではない。AIが解釈するべき事実の数だけある。



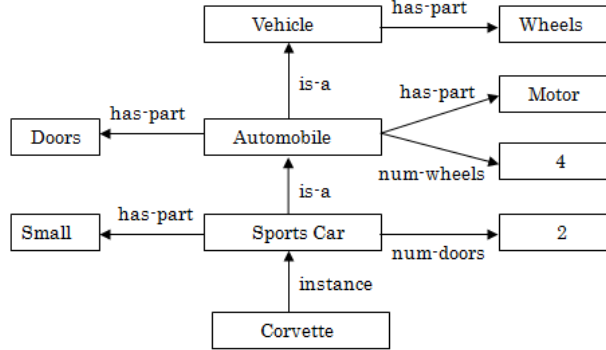
知識表現はいくつあるのだらう？

Open-Conference 2011 **SQUARE ENIX** いろいろな知識表現

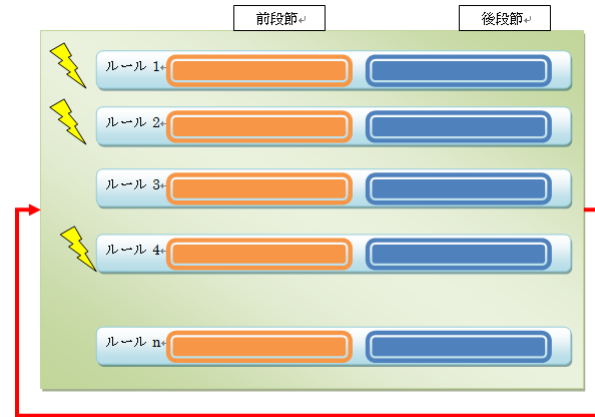
依存グラフ



意味ネットワーク



ルールベース表現



世界表現



敵表現リスト

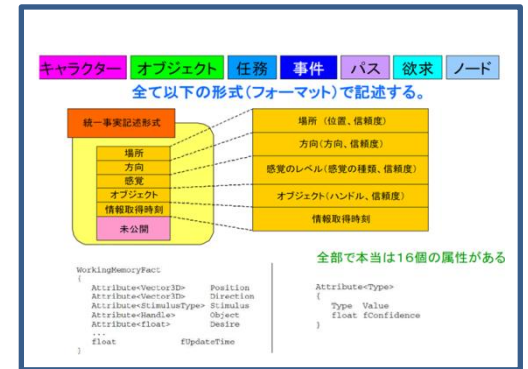
Target Lists

Target		
Perceived data		
location	(x,y,z)	0.99
action	shoot	0.99
hitpoints	44	0.98
Derived data		
Threat	0.8	
Target weight	0.9	
"Intentions"	hurt_me	

Allows AI to make mistakes

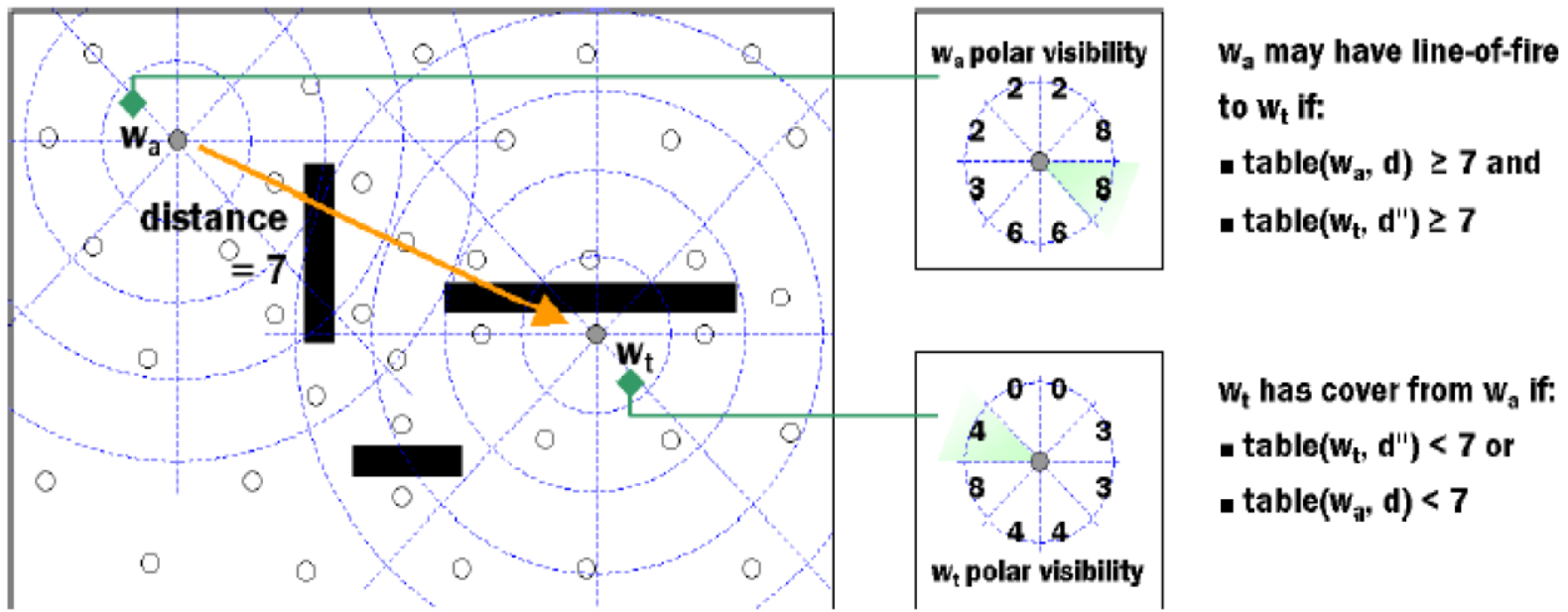
Shared computation + expressive power

事実表現 (信頼度表現)



世界表現 (知識表現の一つ)

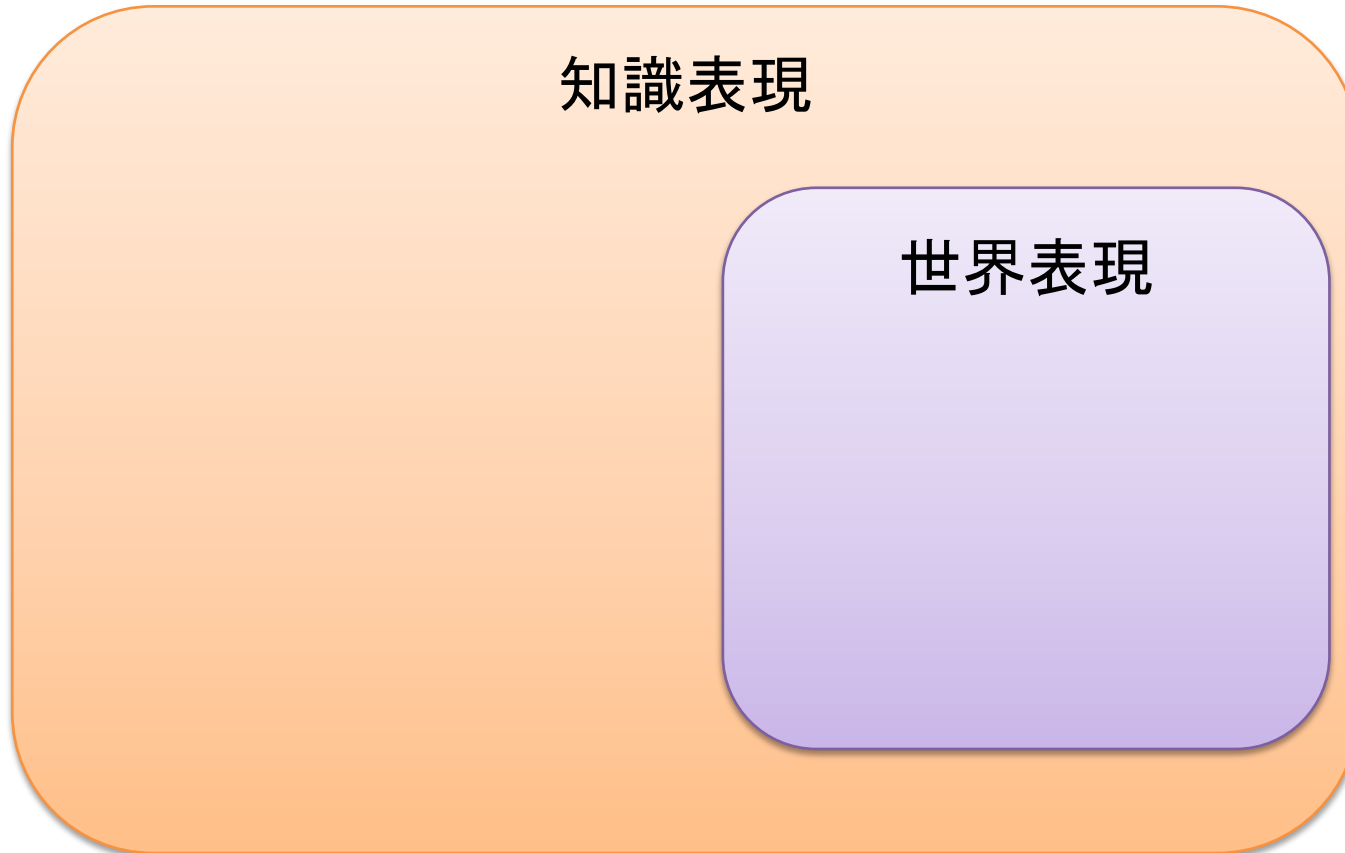
マップ全体に関わる知識表現
 (ウェイポイント、ナビメッシュを基本とする表現)
 World Representation (WR)
 Location-based Information System ともいう。



(例) 8方向の可視距離の各ポイントに埋め込まれたウェイポイント群 (Killzone)

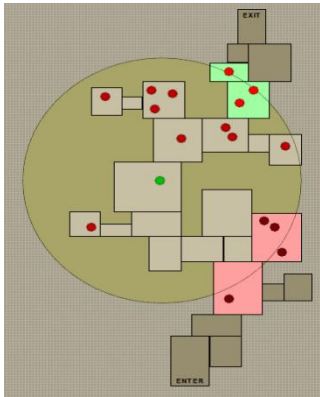
Stratman, R., Beij, A., Sterren, W.V.D., "Killzone's AI : Dynamic Procedural Combat Tactics", 2005
http://www.cgf-ai.com/docs/straatman_remco_killzone_ai.pdf

知識表現・世界表現



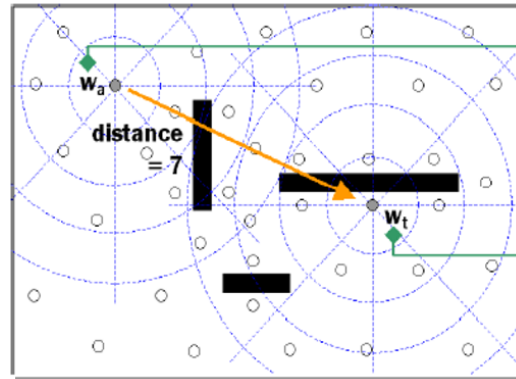
いろいろな世界表現

敵配位マップ



Left 4 Dead

LOS マップ



Killzone

テリトリー表現



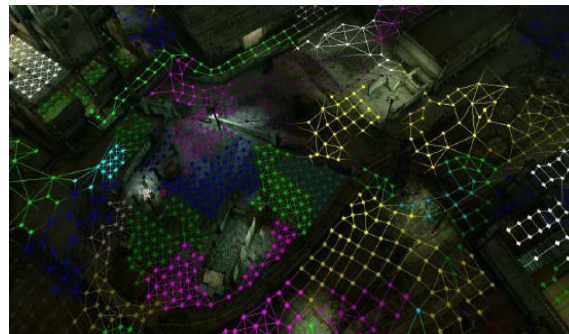
Halo 2

Tactical Point System



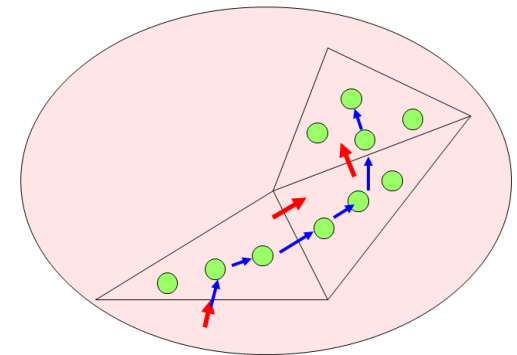
Halo

戦術マップクラスタリング



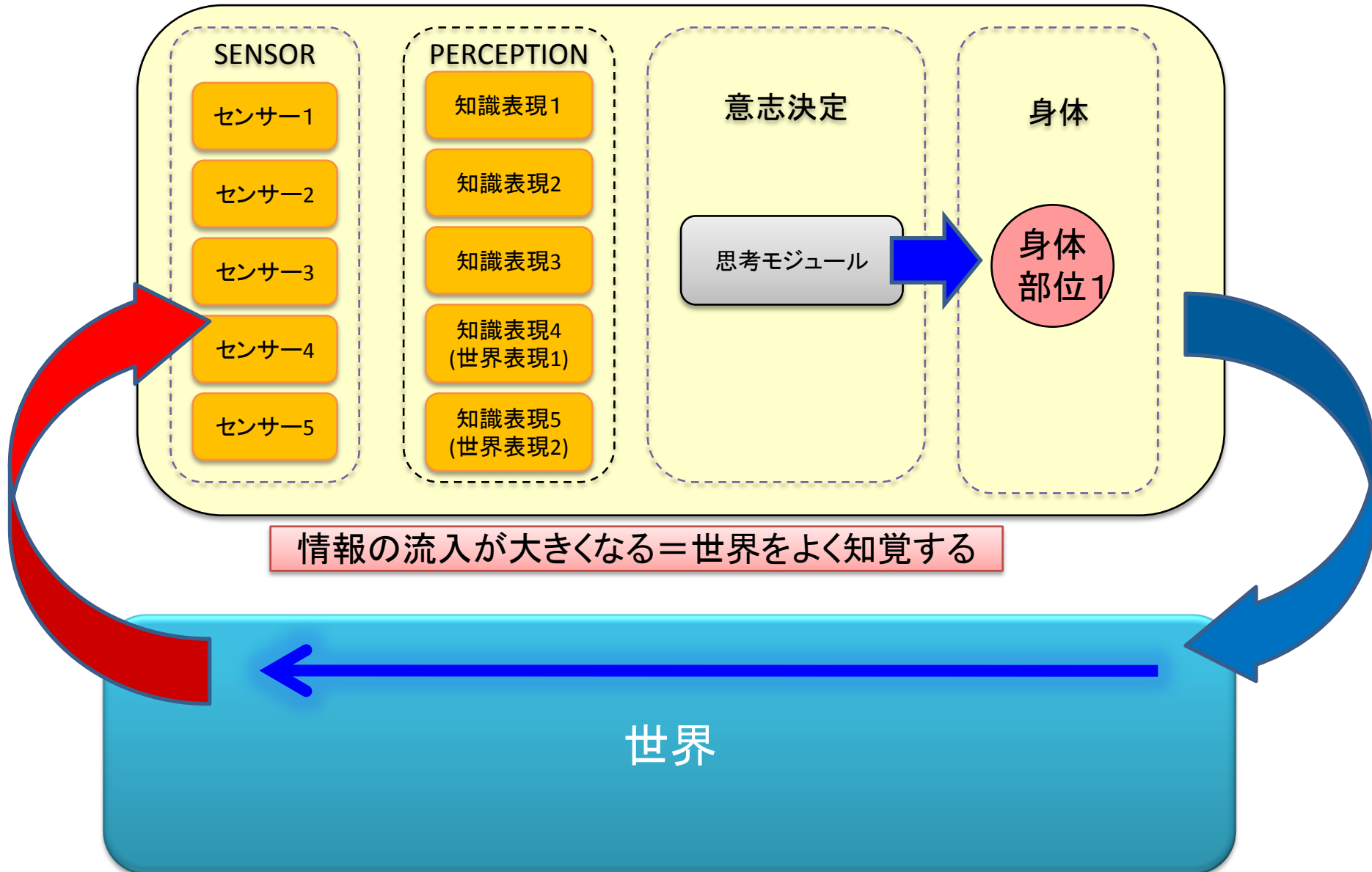
Killzone 2

ナビメッシュ-ウェイポイント階層表現

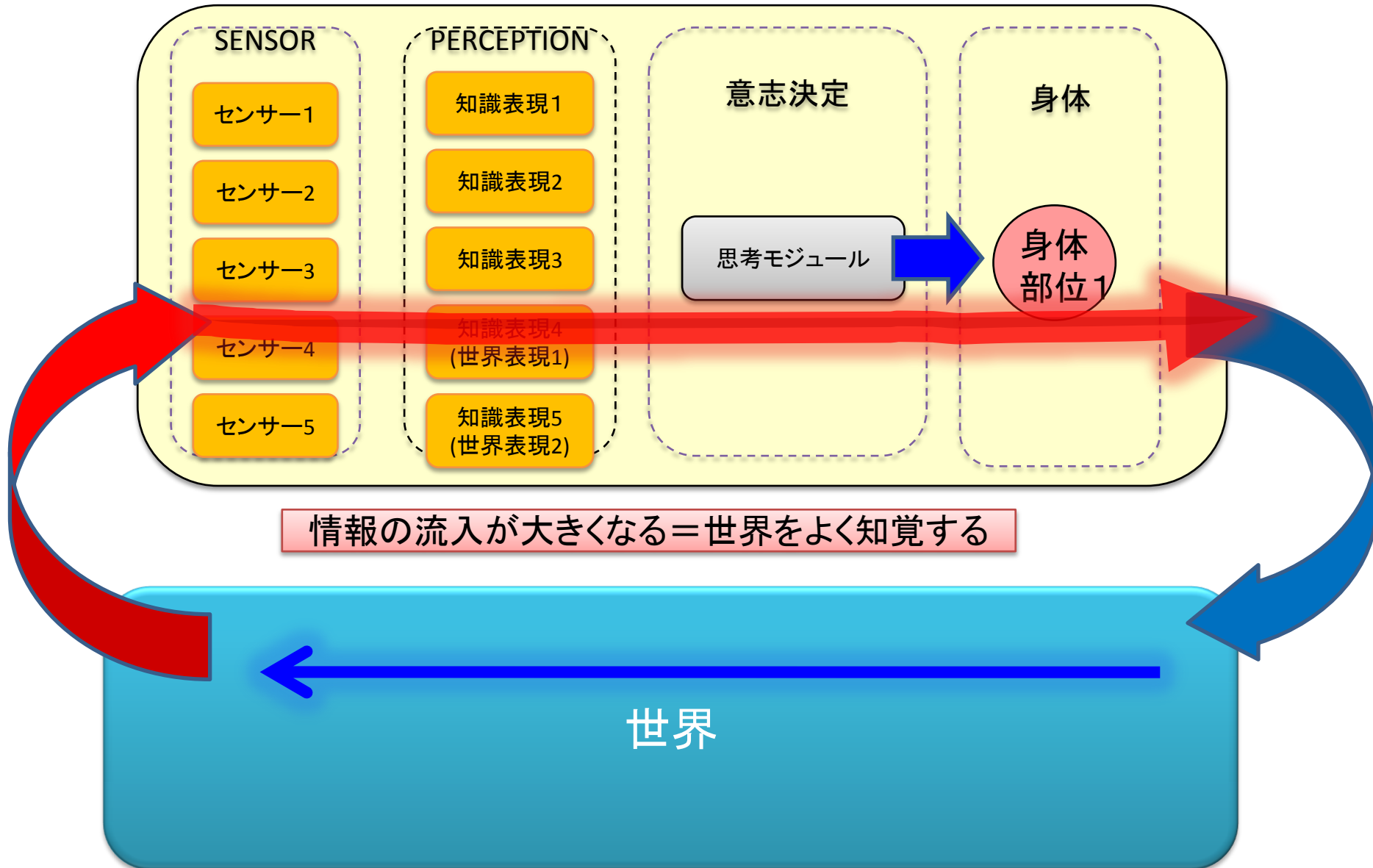


Assassin's Creed

ワンパス・インフォメーションフロー

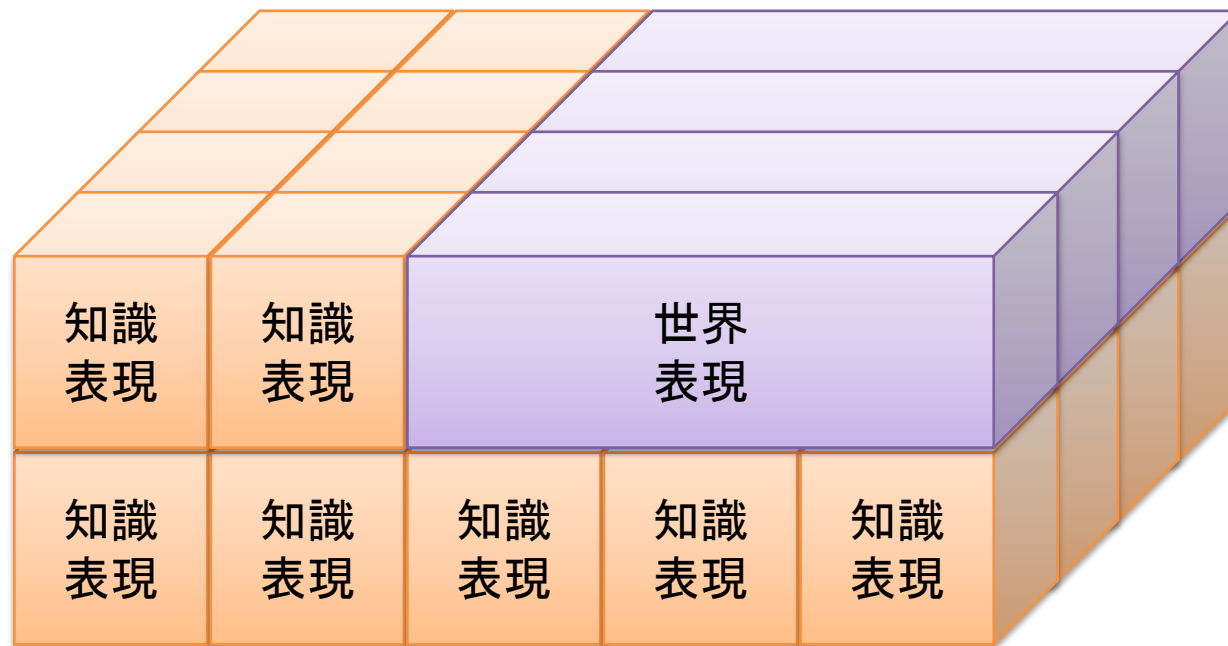


ワンパス・インフォメーションフロー



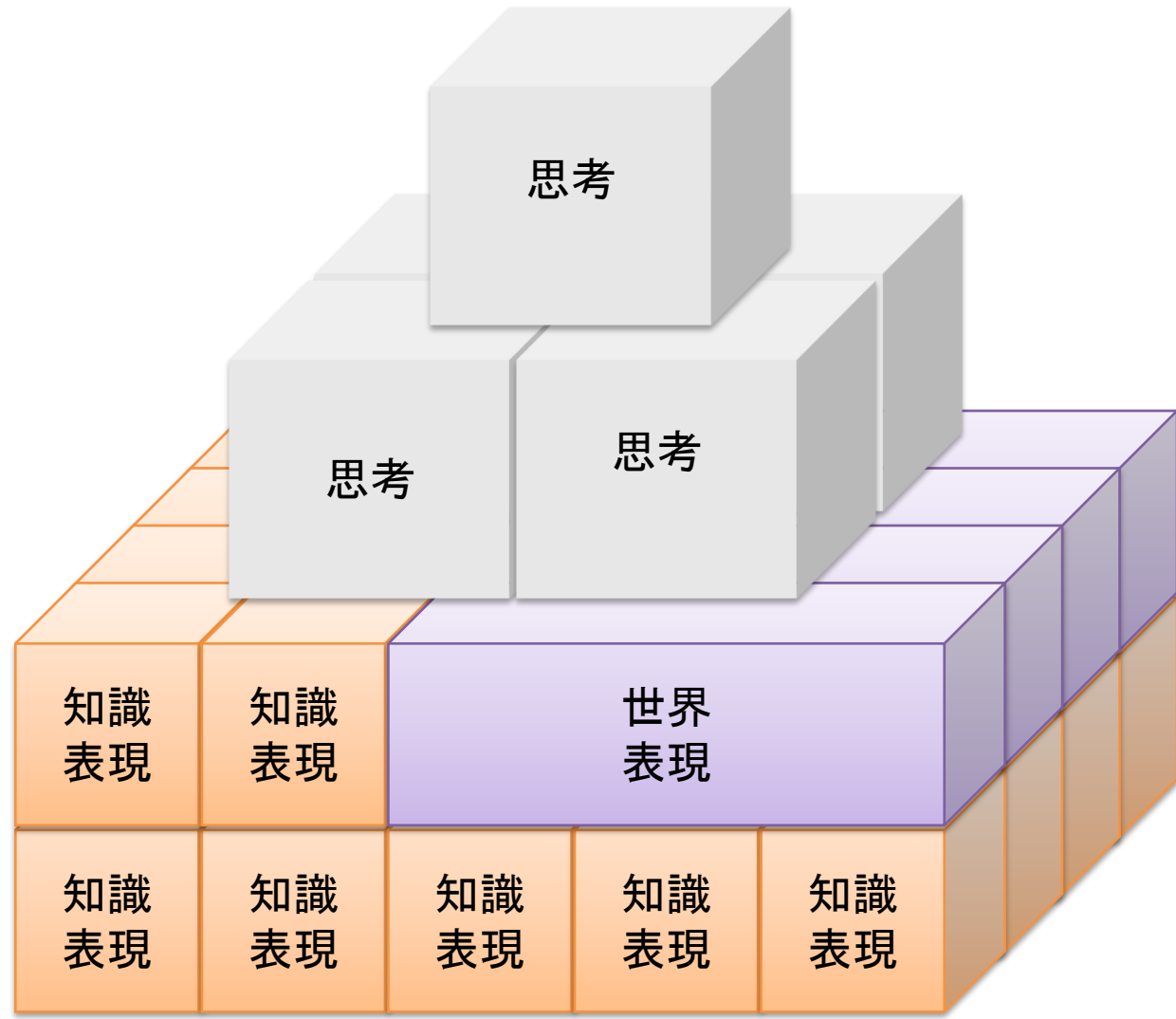
知性を豊かにするには？

知識表現・世界表現が思考の足場を与える。



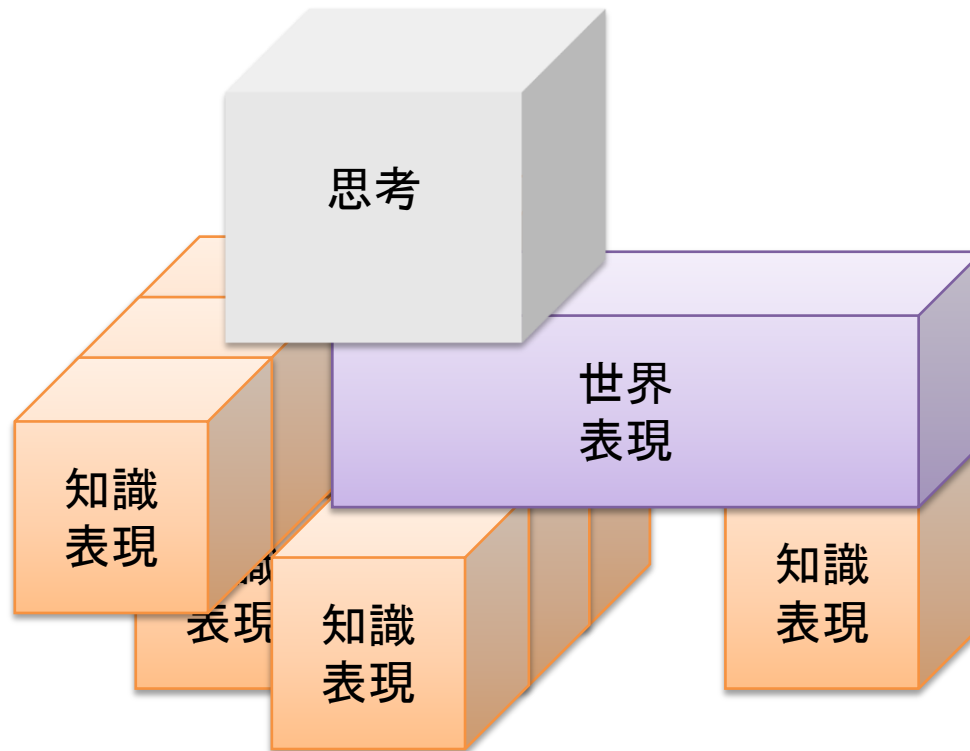
知性を豊かにするには？

知識表現・世界表現が思考の足場を与える。

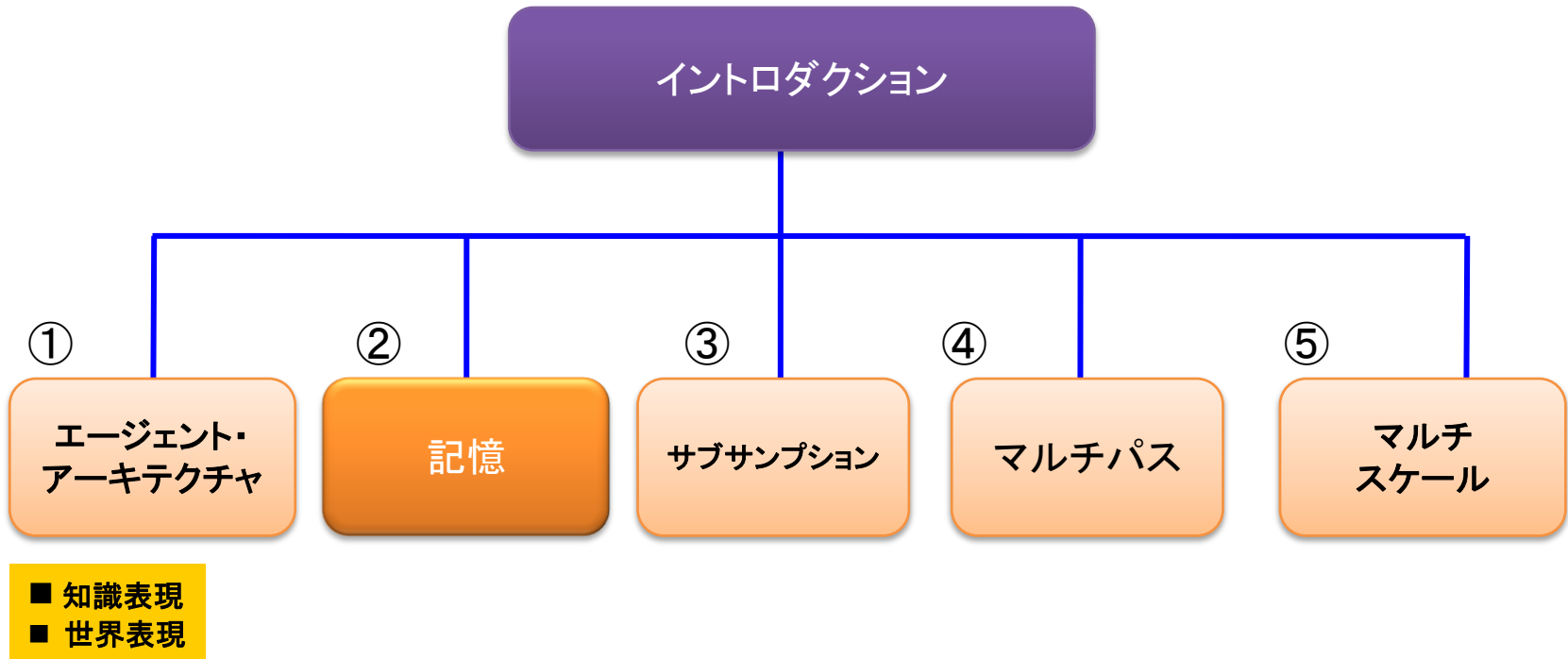


知性を豊かにするには？

知識表現・世界表現が思考の足場を与える。



不安定な足場では高い思考を積み上げることはできない。



2. 人工知能の持つ記憶とその操作

- 記憶モジュールの位置
- 記憶モジュールの中身の使用

2. 人工知能の持つ記憶とその操作

記憶のデザイン

二つの問題

- (1) 記憶モジュール(記憶を入れる箱)の位置と思考モジュールとの連携の仕方
- (2) 記憶の内容そのもののデザイン

(1)(2) は(ある程度)独立した問題として扱うことができる。

(注) これはコネクショニズム(ニューラルネットワーク)の方法では、記憶と思考を分離できない。ニューラルネットワークが大規模な思考で用いることができない主な要因となっている。

2. 人工知能の持つ記憶とその操作

- 記憶モジュールの設計
- 記憶内容の設計

記憶モジュールの設計

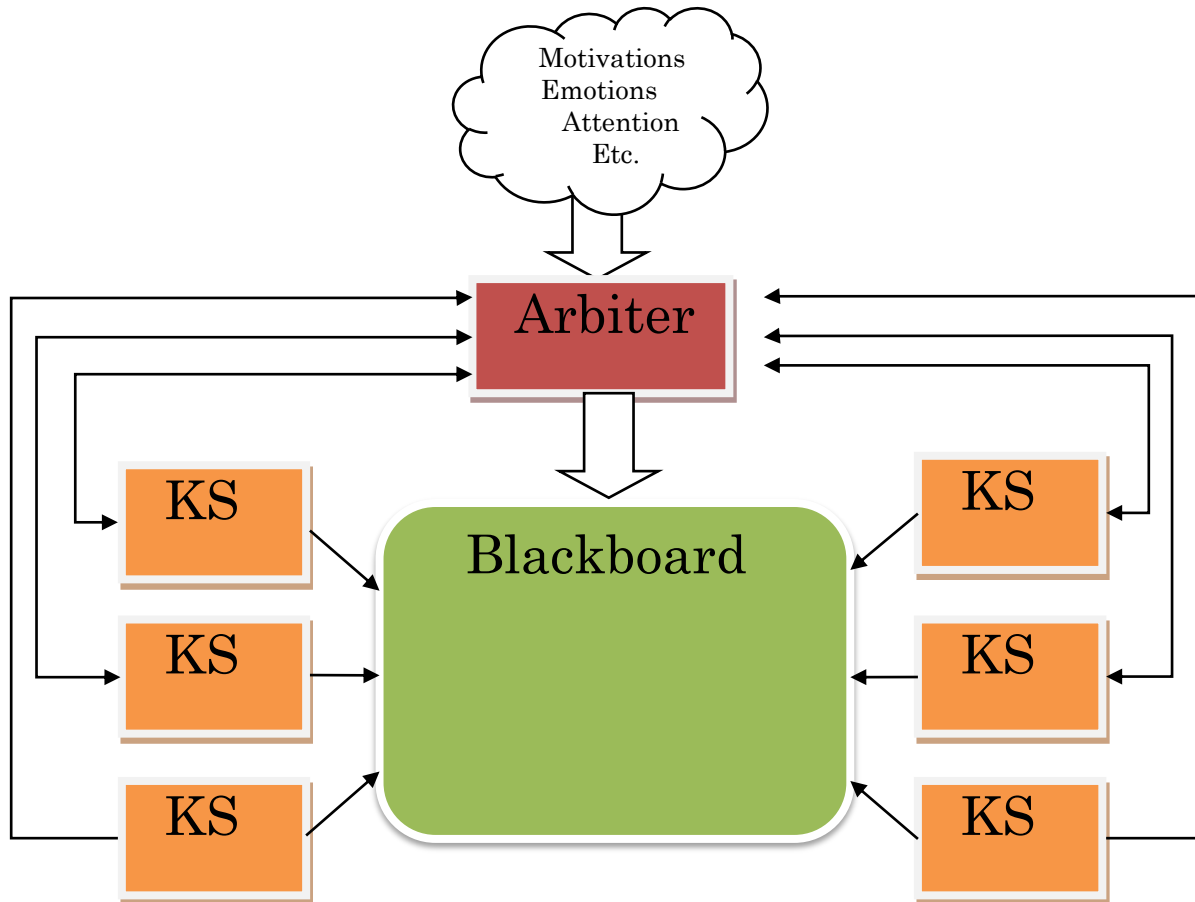
記憶モジュールの要件

- どのようなゲームに関しても汎用性を確保したい
- 思考を制限するものであってはならない。
- インフォメーション・フロー(知識・記憶情報処理)の非同期性を確保しなければならない。



黒板アーキテクチャ(ブラックボード・アーキテクチャ)

ブラックボード・アーキテクチャ(Blackboard Architecture)



特徴:

- 中央の黒板に情報が蓄積される(されて行く)。
- モジュールはKS(=Knowledge Source)と呼ばれ、特定の専門的な知識や技術に基づいた操作を黒板の情報に対して行う。
- Arbiter(=調停者)がKSをどのように(順序、タイミングなど)動作させるかを行う。





Bruce Blumberg, Damian Isla, "Blackboard Architectures",
AI Game Programming Wisdom (Charles River Media), 2002

黒板アーキテクチャの歴史

コンピューターの処理速度が遅かった時代に、
取得した科学的統計データを、複数のコンピューターを並列して
分散処理するために発展されたアーキテクチャ。

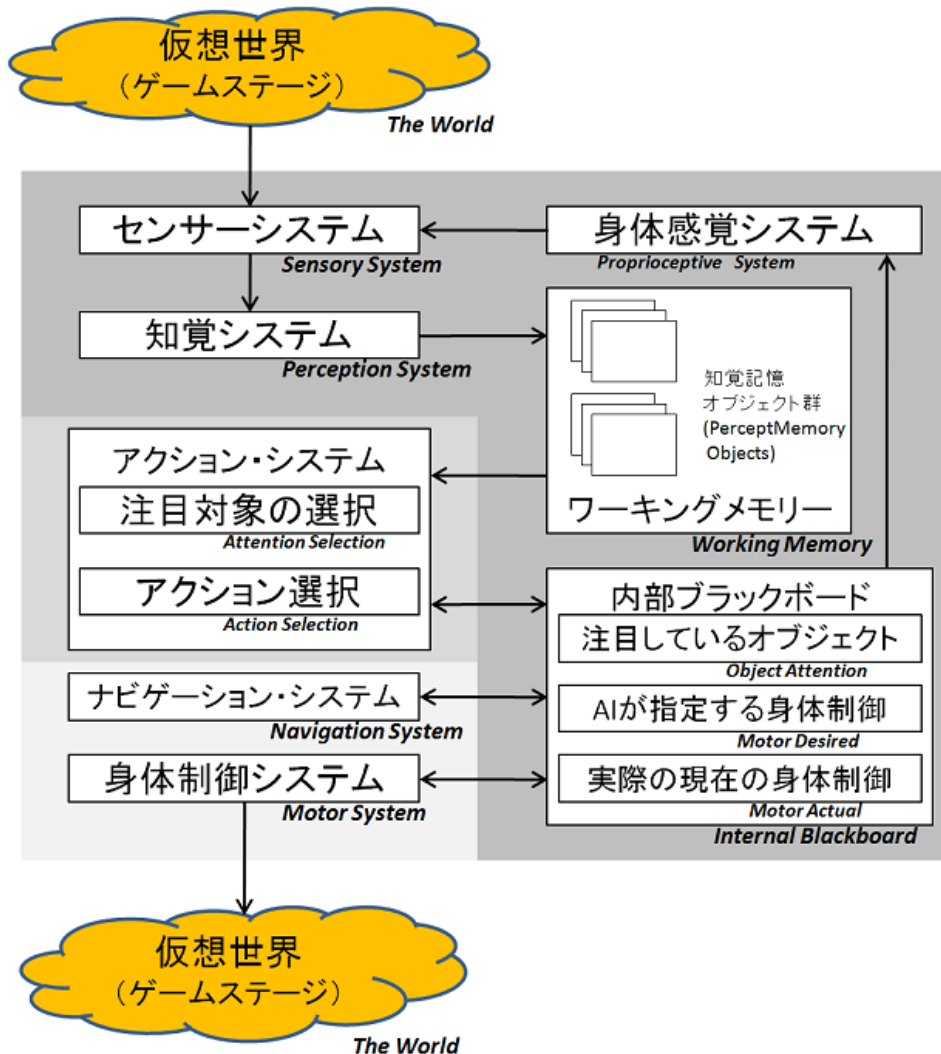
H. Penny Nii, "The Blackboard Model of Problem Solving and the Evolution of Blackboard Architectures"
<http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/537>

H. Penny Nii, "Blackboard Application Systems, Blackboard Systems and a Knowledge Engineering Perspective",
<http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/550>

-  1970年代には様々な局面で応用される。
-  1980年代にはいろいろな形に発展される。
-  1990年代に分散処理、エージェントの概念が発展して一時忘れられる。
-  2000年代に**キャラクターAIの内部記憶モデル**として新しい用途として復活する。
(MIT Media Lab. の **C4 アーキテクチャ**で使用され、以後デジタルゲームの
キャラクターAIの内部で用いられる)

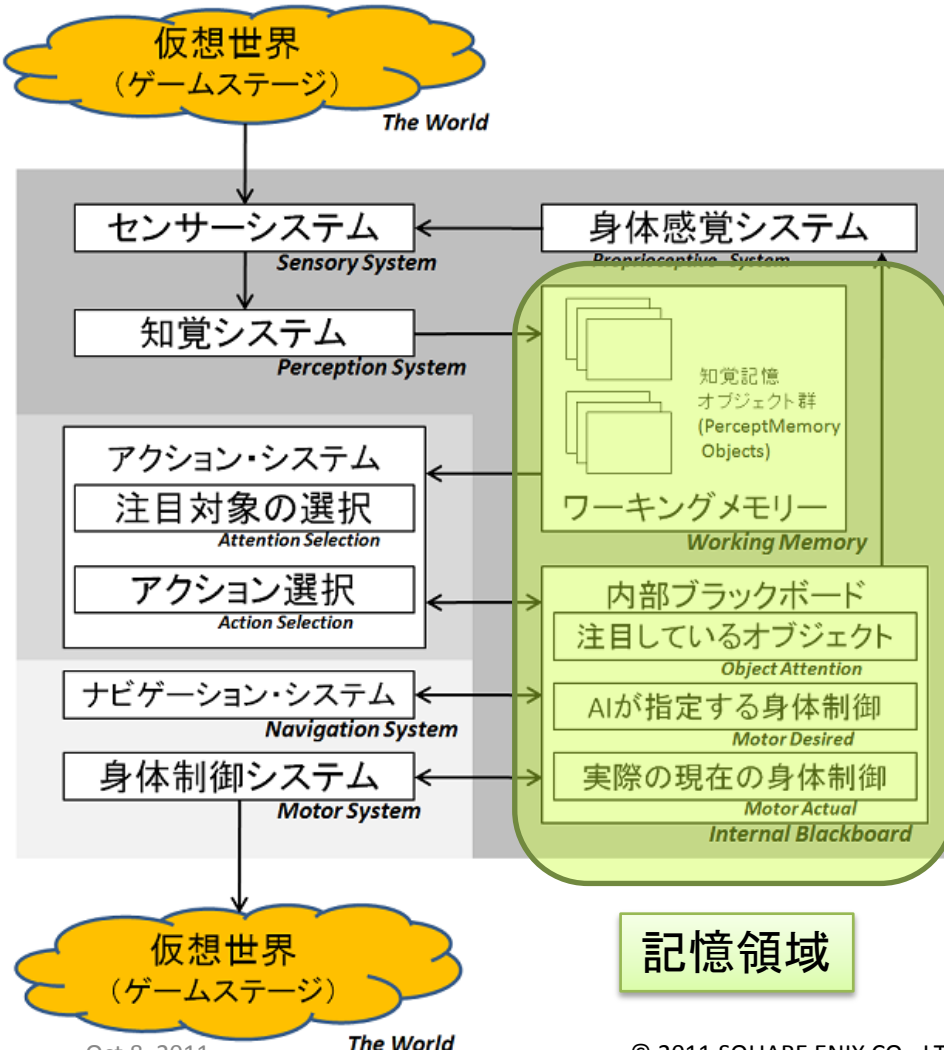
キャラクターAIの内部モデルとしてのブラックボード・アーキテクチャ

C4 アーキテクチャ
(MIT メディアラボ Synthetic Creature Group, 2000)



キャラクターAIの内部モデルとしてのブラックボード・アーキテクチャ

C4 アーキテクチャ
(MIT メディアラボ Synthetic Creature Group, 2000)



特徴:

- AIの各機能がモジュール化されている
- モジュール同士はブラックボードを経由してコミュニケーションを取る。
- 各モジュールはKS

古典的機能

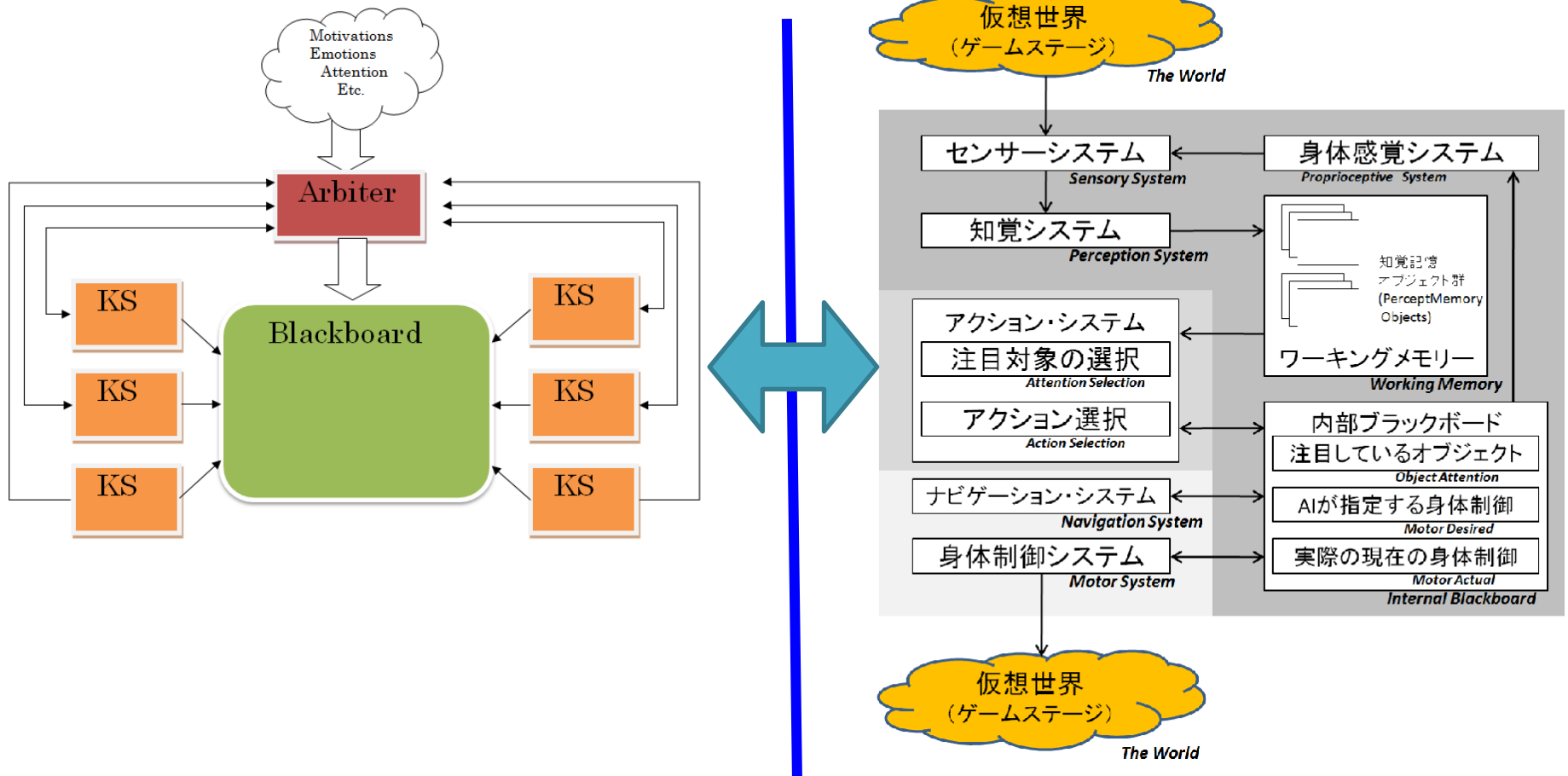
ブラックボードには記憶だけでなく、**知識、身体の情報など、個体の持つあらゆる情報が表現される**

ブラックボード・アーキテクチャ
= **記憶の場所**
+
制御アーキテクチャ

ブラックボードは、**キャラクター表現そのもの。**

エージェントにおける**新しい機能**

C4アーキテクチャは黒板アーキテクチャを応用したアーキテクチャ

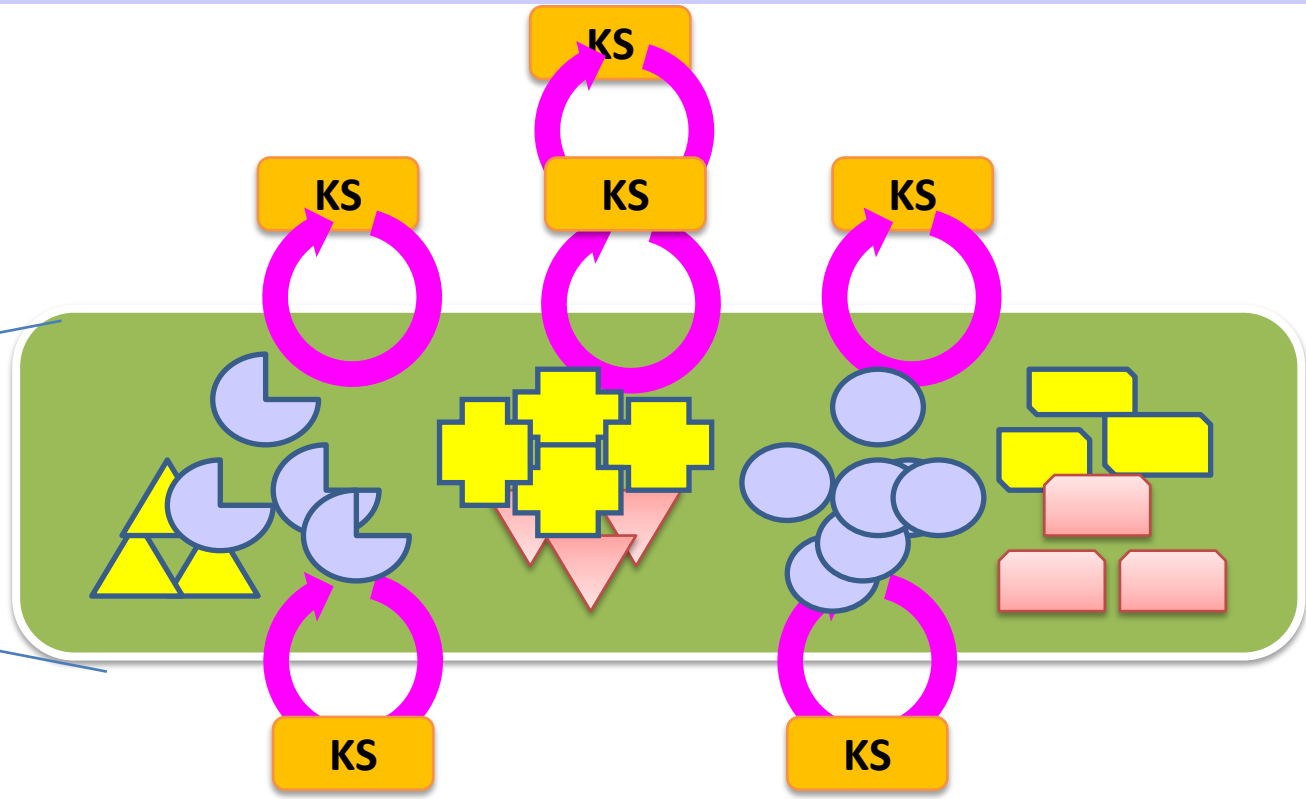


特徴:

- AIの各機能がモジュール化されている
- モジュール同士はブラックボードを経由してコミュニケーションを取る。
- 各モジュールはKS

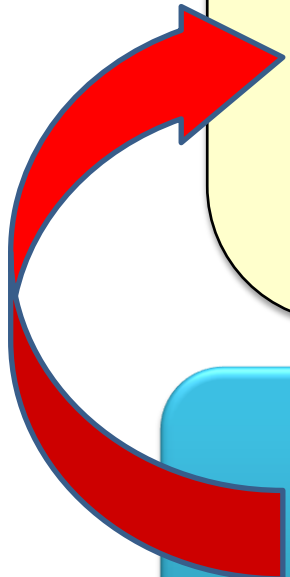
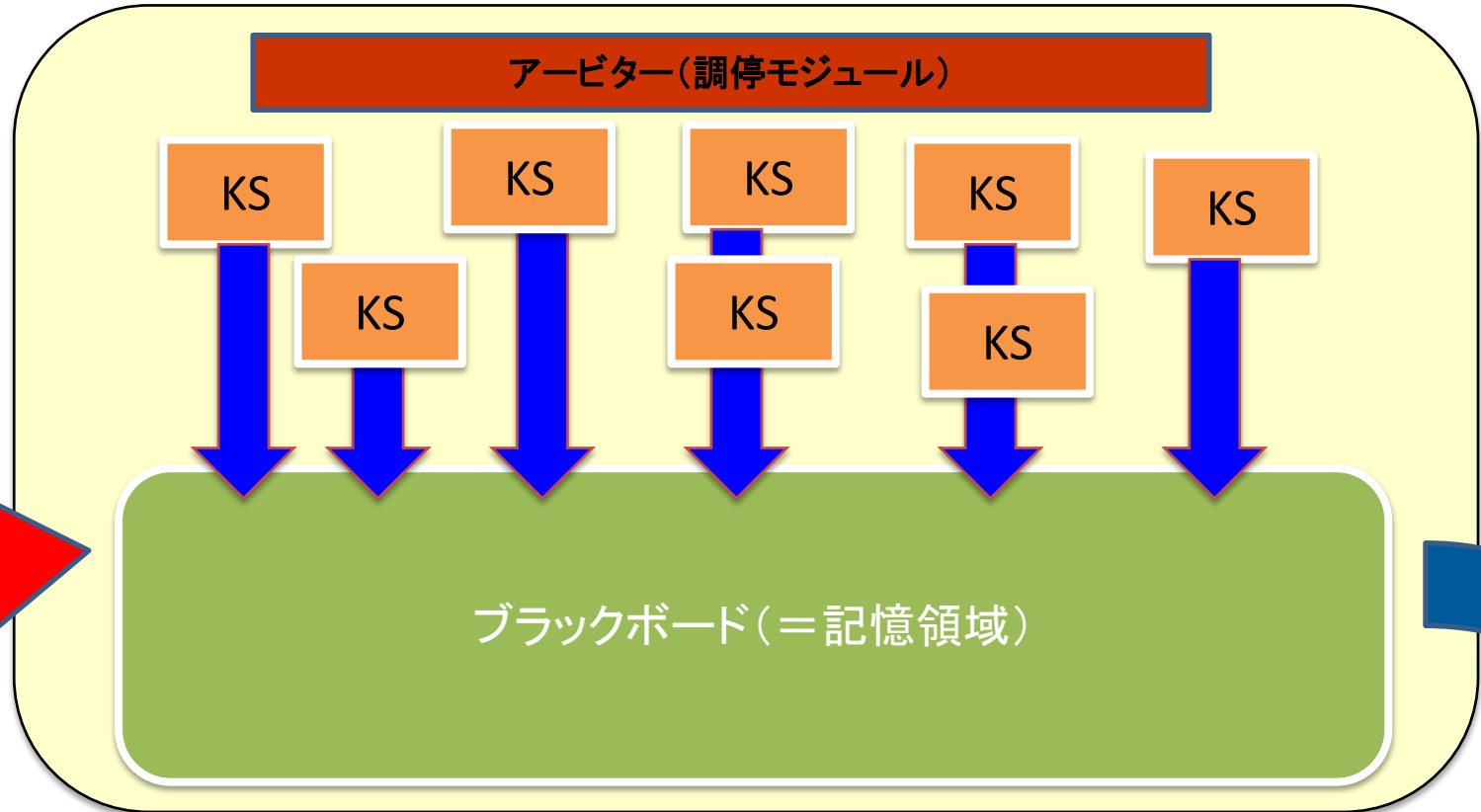
内部ダイナミクス

生物の持つ運動 = 外部からの情報によって駆動するダイナミクス + 内部の自律的ダイナミクス + 外部ダイナミクスと外部ダイナミクスの相互作用

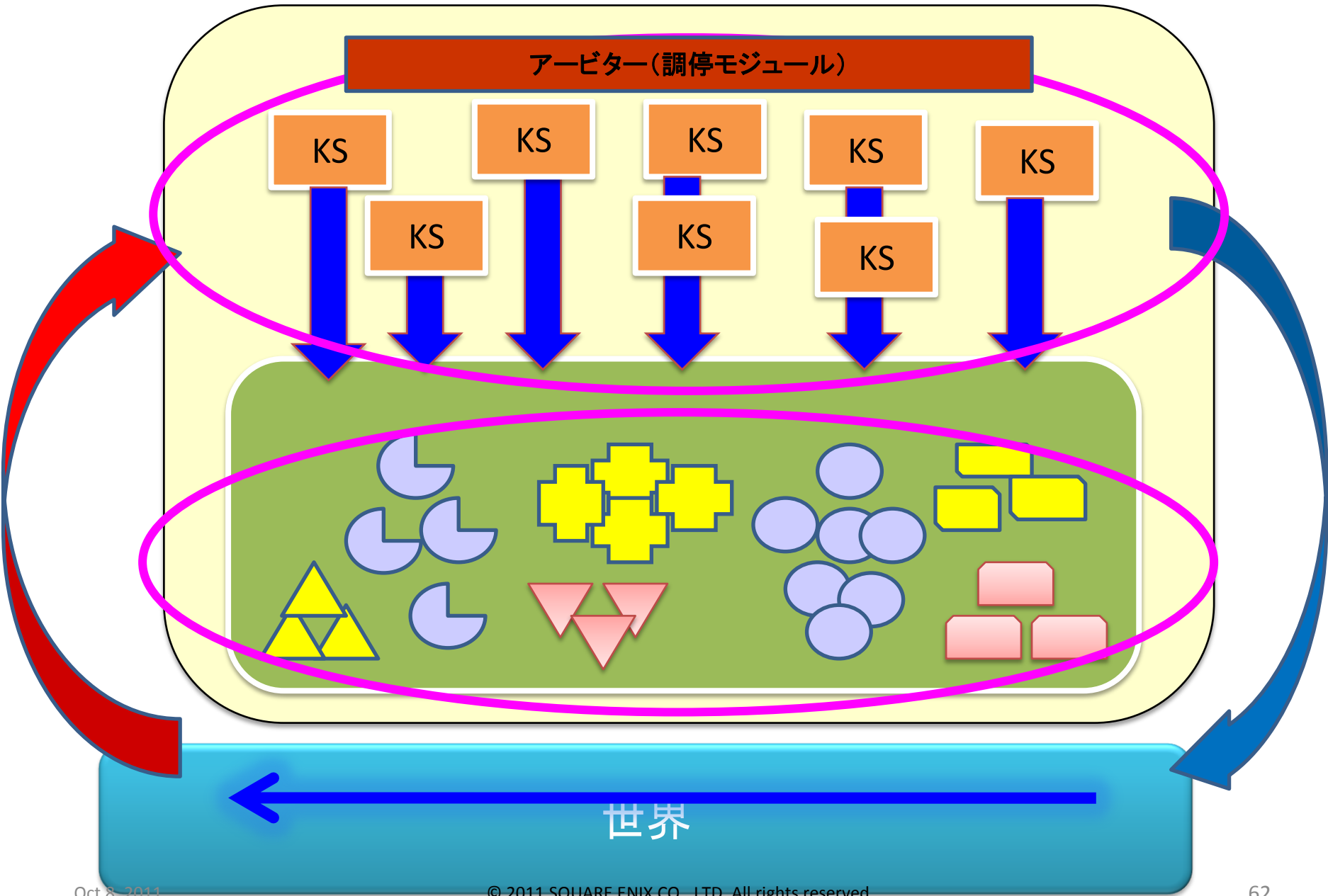


身体のダイナミクス(動的システム)は「ブラックボード+KS」ダイナミクス上に射影される

「黒板=記憶、AIのモジュール要素=KS」イメージ



ブラックボード・アーキテクチャに基づくエージェントアーキテクチャ



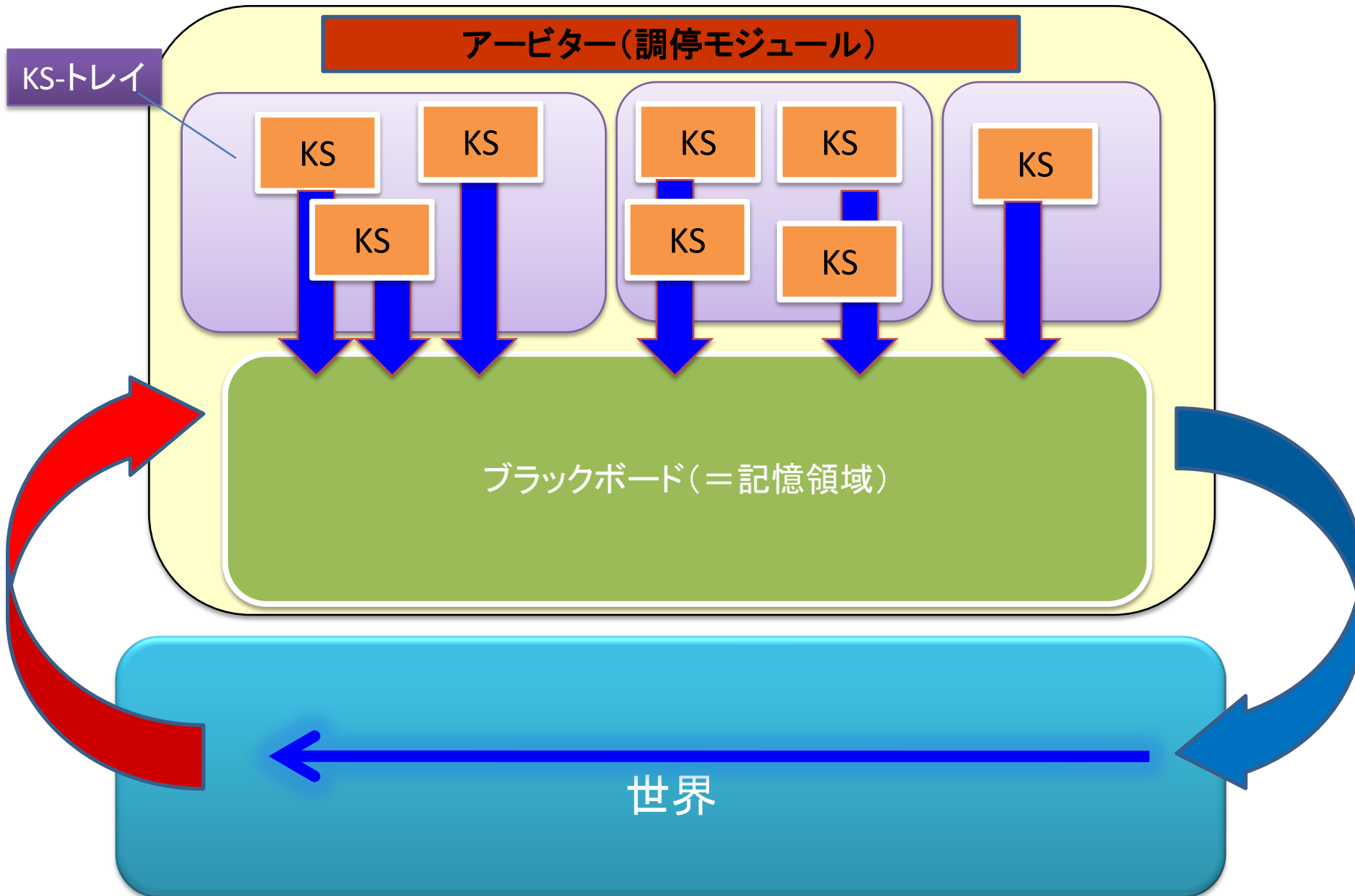
Open Conference 2011 SQUARE ENIX ブラックボード・アーキテクチャに基づく エージェントアーキテクチャ

思考に関しても、「センサー」「知識表現KS」「意思決定」「身体制御」というモジュールで分けたが、様々なKSの集合体として、任意の設計があり得る。

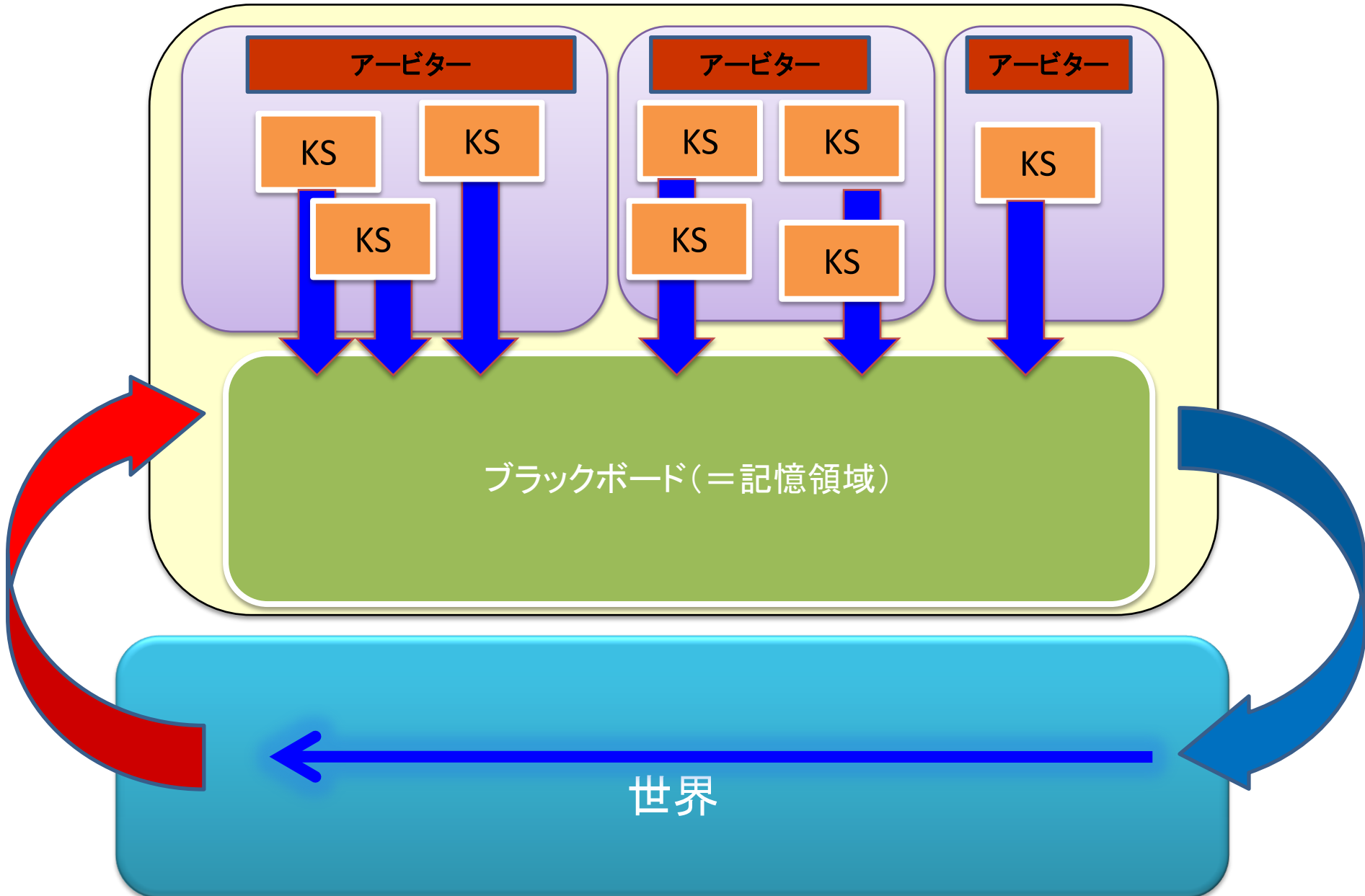
センサーから得られた情報、状態パラメーター群などの情報はブラックボード上にプールされ、KSは任意のデータを任意に読み加工できる。

世界

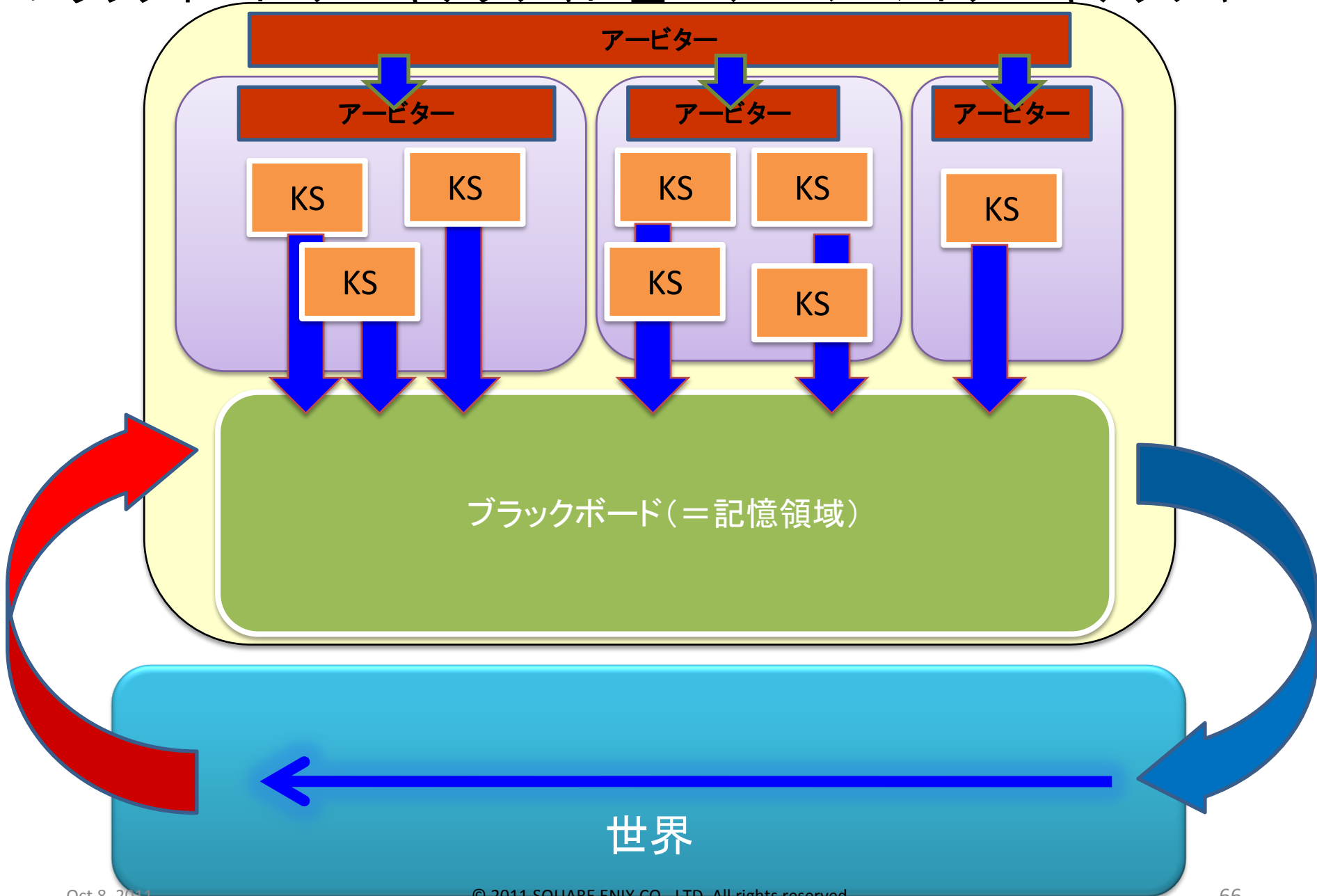
ブラックボード・アーキテクチャに基づくエージェントアーキテクチャ

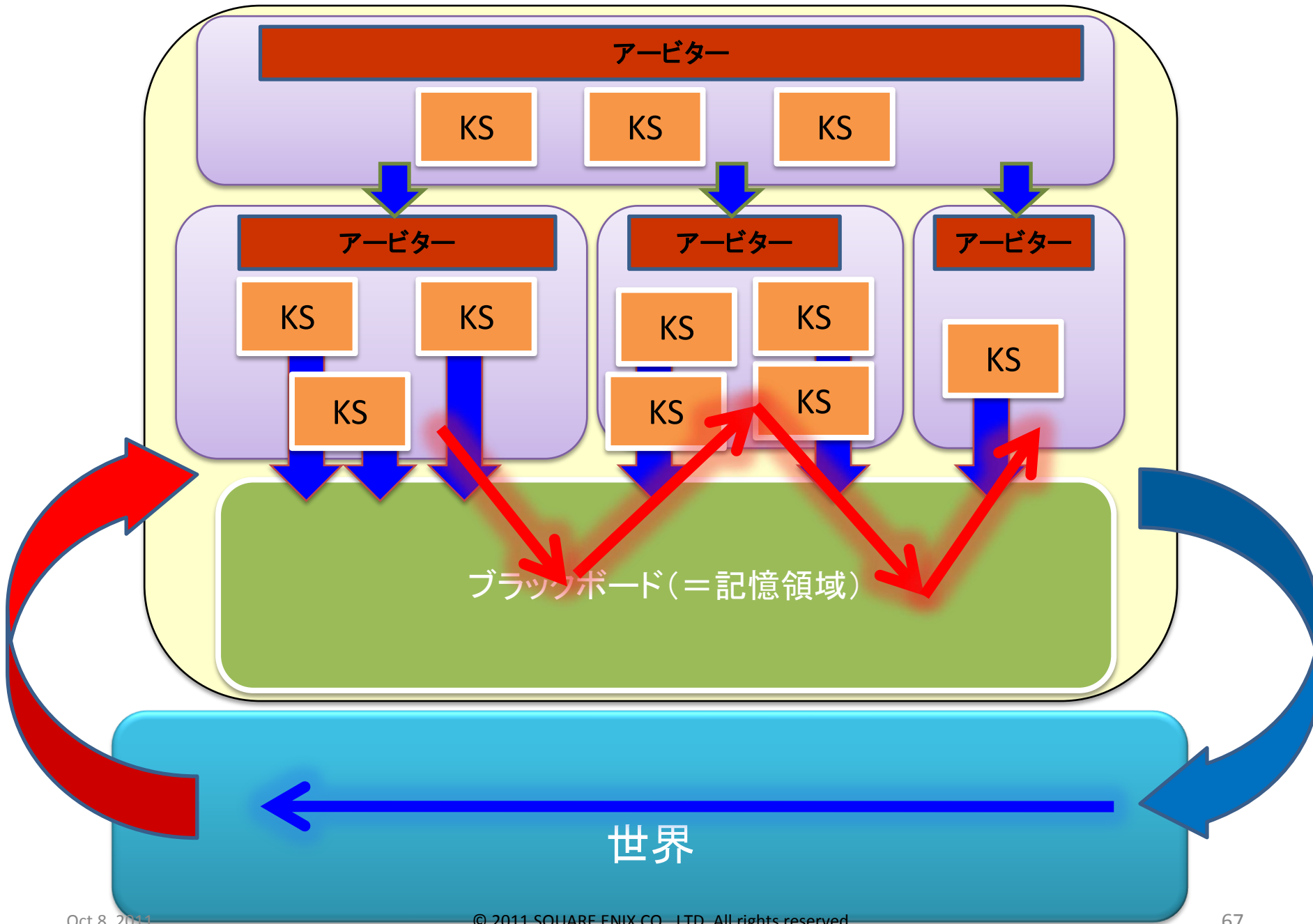


ブラックボード・アーキテクチャに基づくエージェントアーキテクチャ

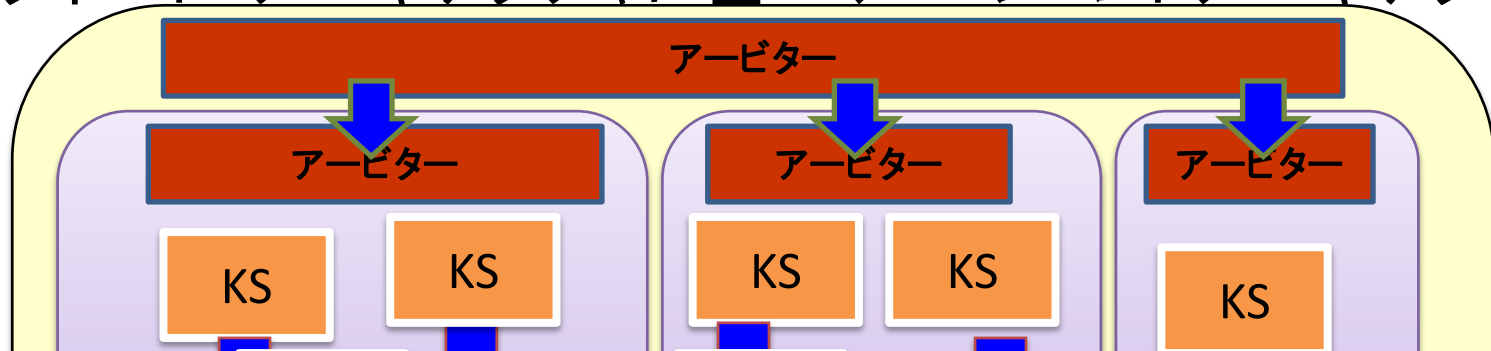


ブラックボード・アーキテクチャに基づくエージェントアーキテクチャ



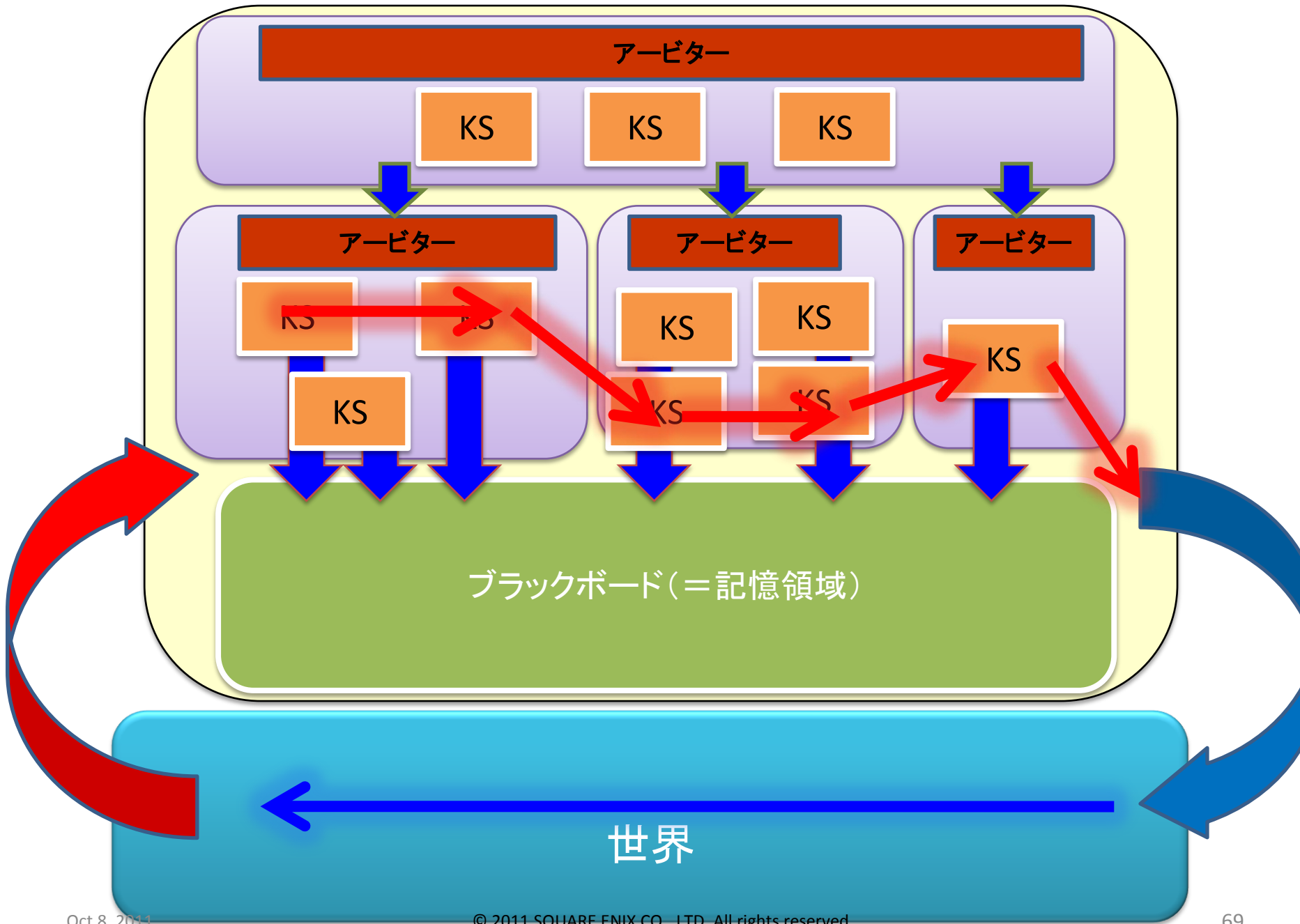


ブラックボード・アーキテクチャに基づくエージェントアーキテクチャ

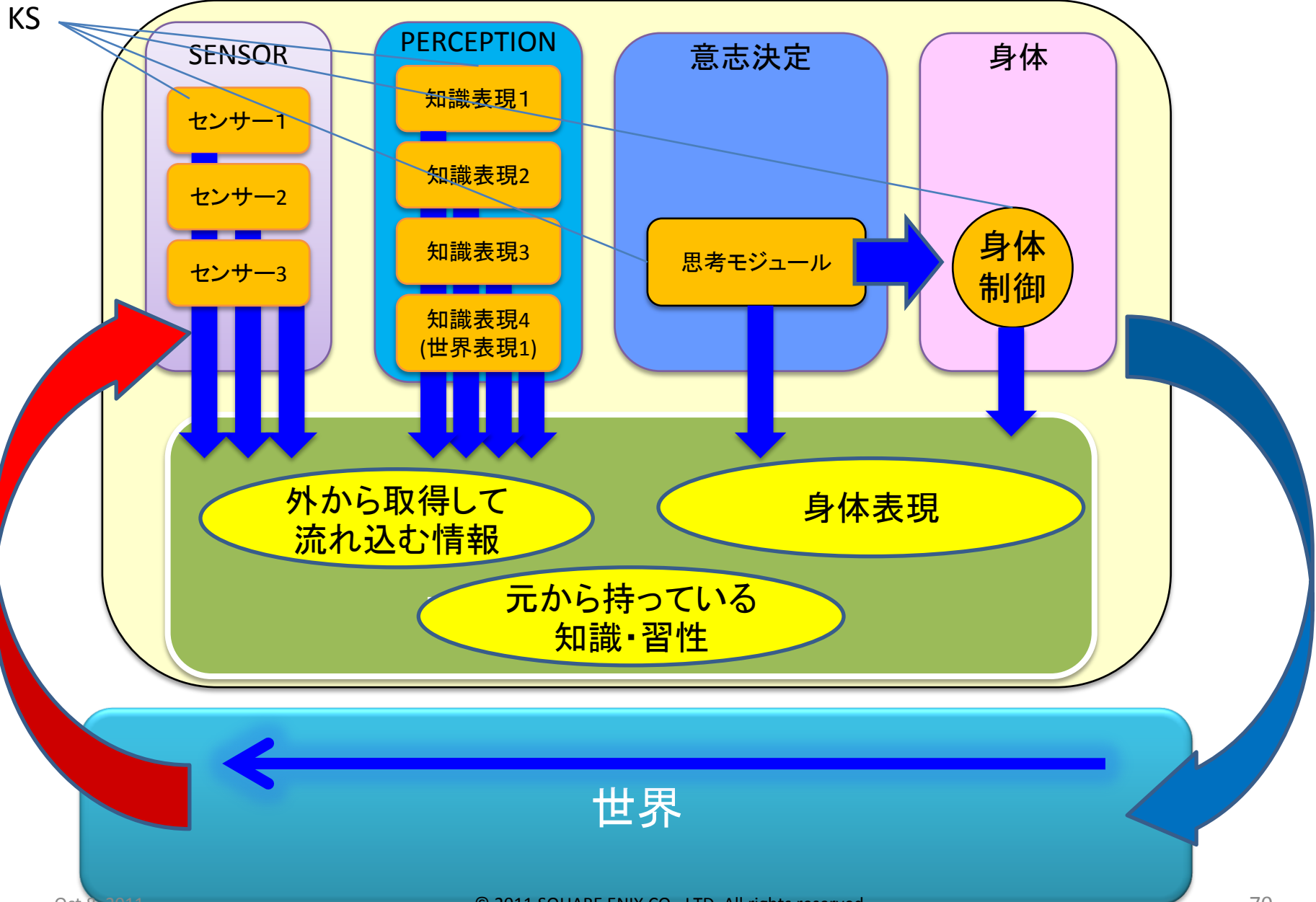


さらに拡張として、**KS** 同士の情報の協調、連携、情報の受け渡しを許容すると、より一般的なインフォメーション・フローを想定することができる。

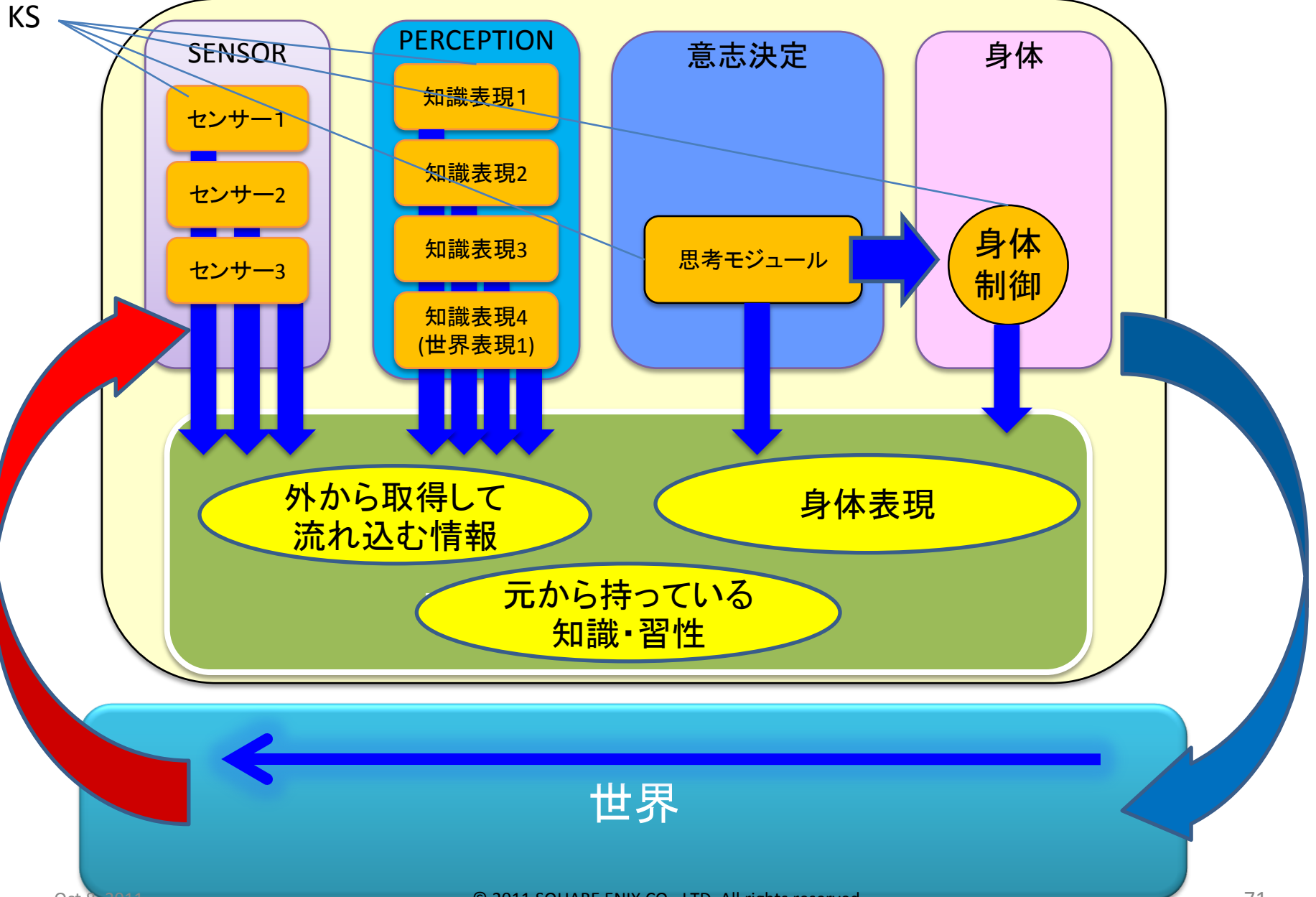
世界



ブラックボード・アーキテクチャに基づくエージェントアーキテクチャ



ブラックボード・アーキテクチャに基づくエージェントアーキテクチャ



2. 人工知能の持つ記憶とその操作

- 記憶モジュールの設計
- **記憶内容の設計**

知識表現・世界表現

知識表現

身心情報

身体物理
情報

内部状態
パラメータ

心理的
情報

知識

世界表現

知識にはさまざまな種類の型がある。

知識表現・世界表現



仮想世界の知性
=人工知能

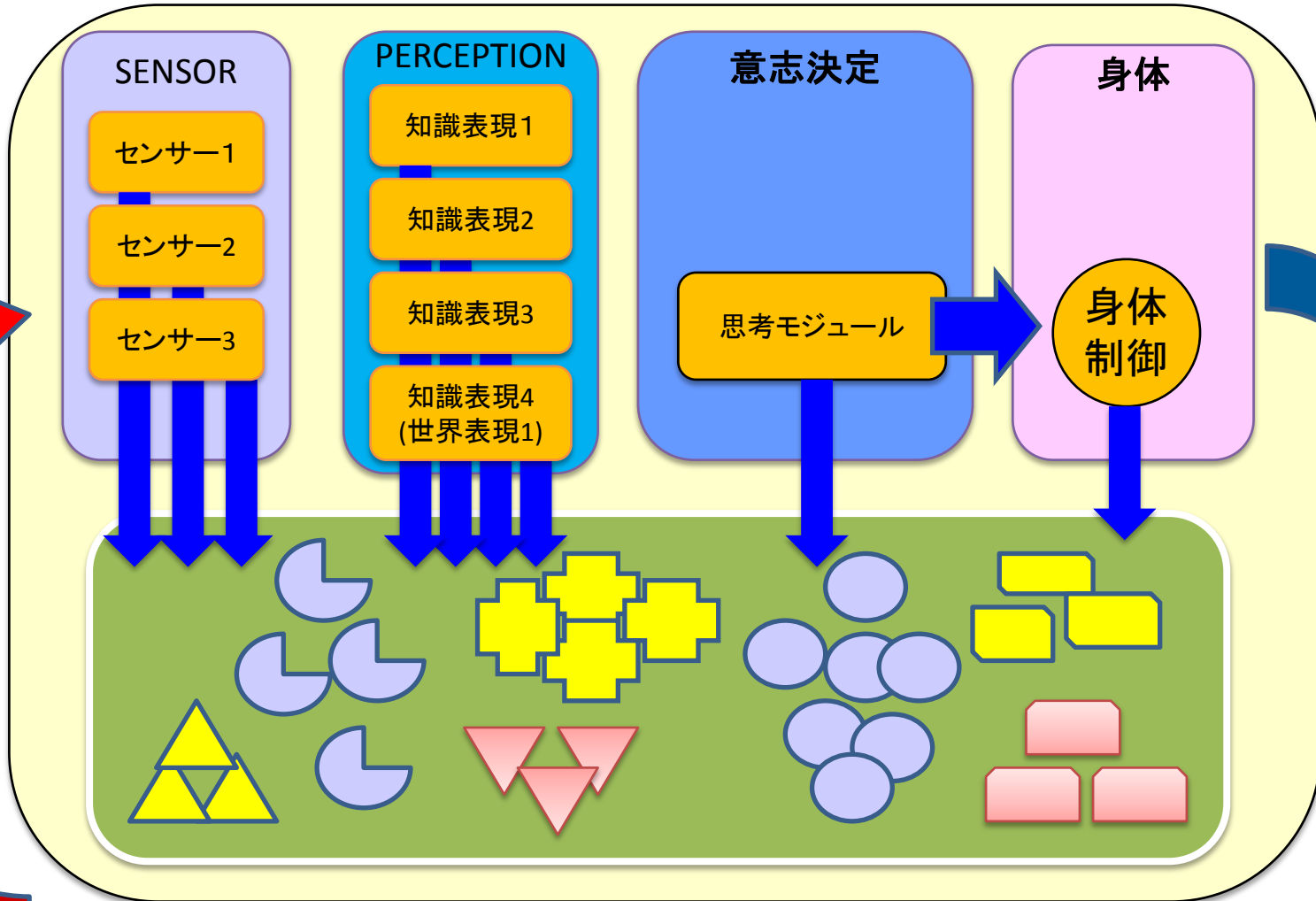
人工知能は生物のように世界をそのまま認識・解釈できるだろうか？



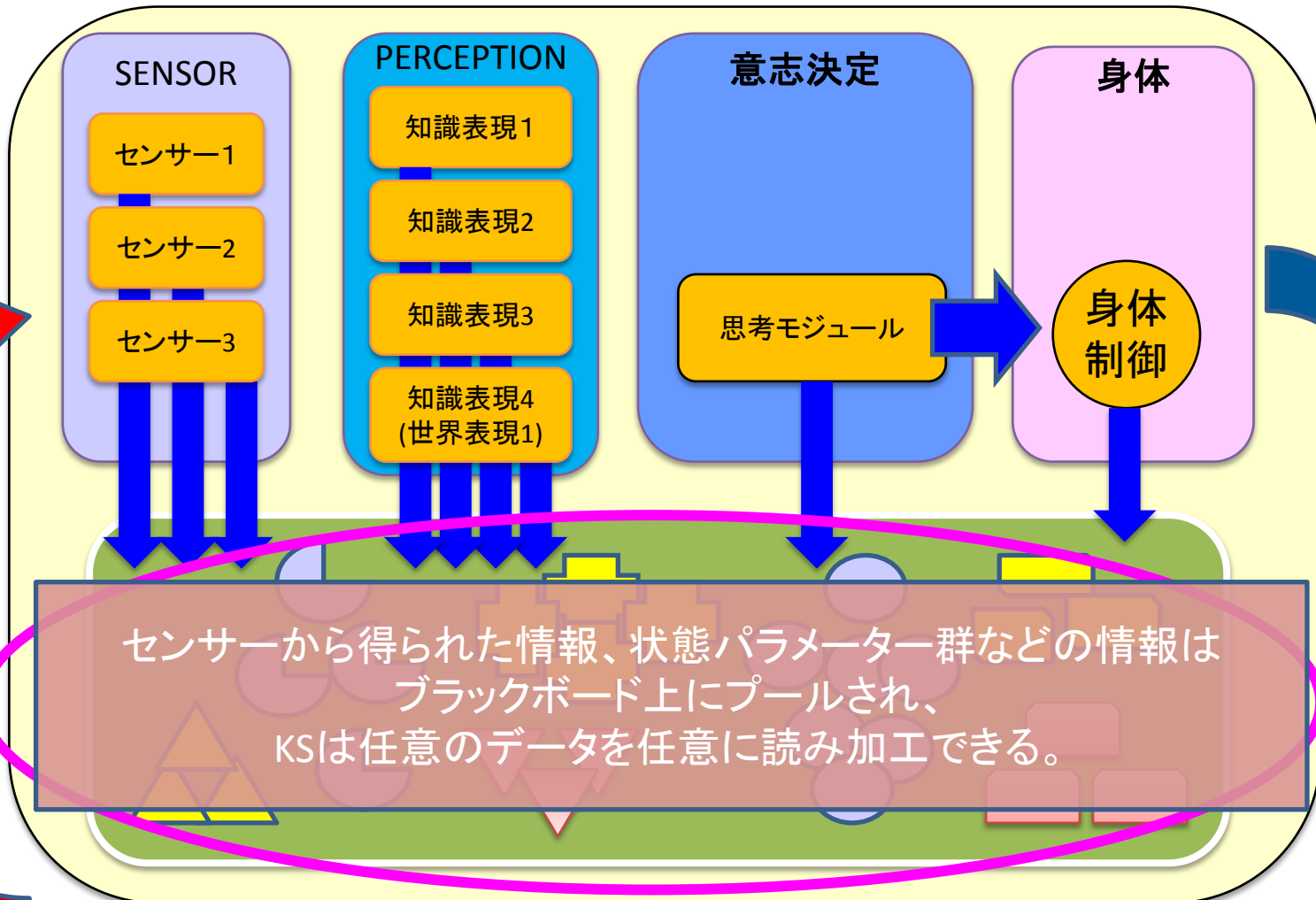
仮想世界の知性
=人工知能

AIが世界(物・事・空間など)を解釈できるように、世界をうまく情報表現する
= **知識表現 (KR、Knowledge Representation)**

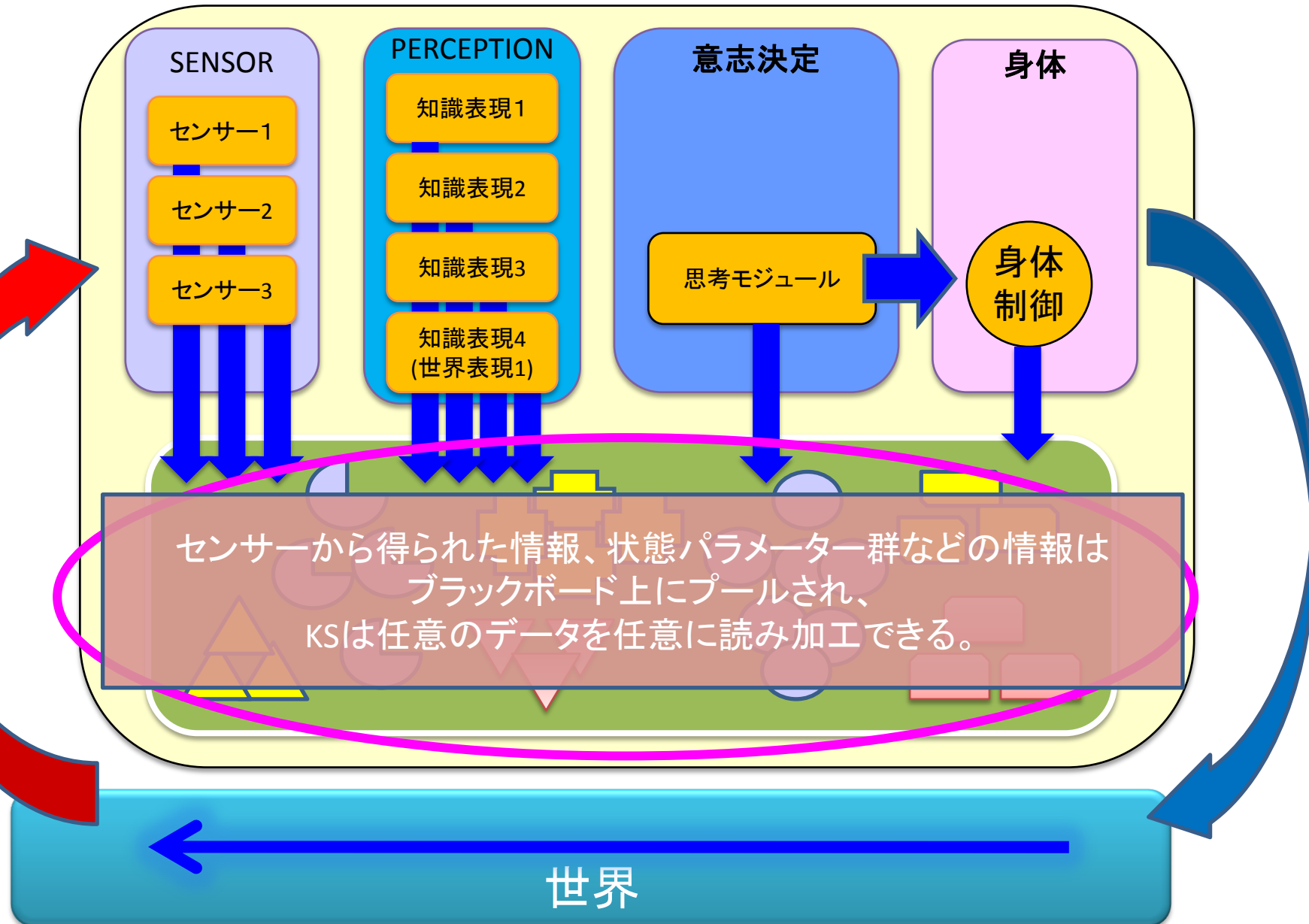
ブラックボード、記憶、エージェントアーキテクチャ



ブラックボード、記憶、エージェントアーキテクチャ



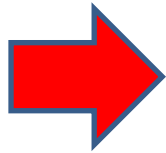
ブラックボード、記憶、エージェントアーキテクチャ



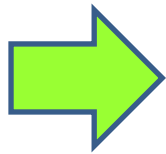
記憶の構造

記憶も思考の形態も自由

- だが思考の形が環境が決定するように、
この世界で生きる生物には、
共通して見られる記憶の構造がある。



- さまざまな生物の認識・記憶の構造の研究成果を導入する。
- 心理学
 - 動物行動学

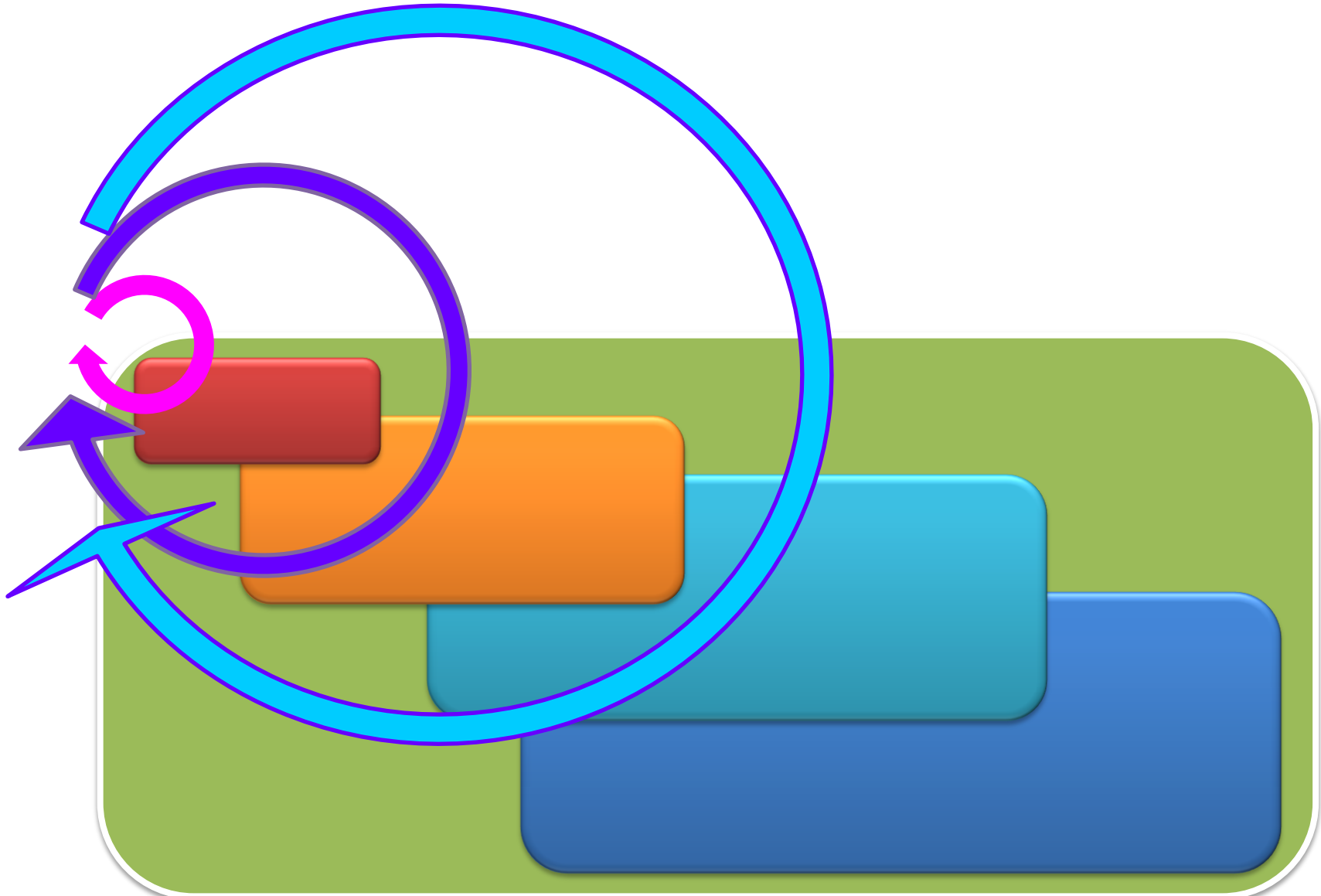


究極的には、キャラクターAIの目標は、
客観的な構造をキャラクターAIに搭載することではなくて、
生物が構成している主観的世界(=環世界)を
キャラクターに構成すること。

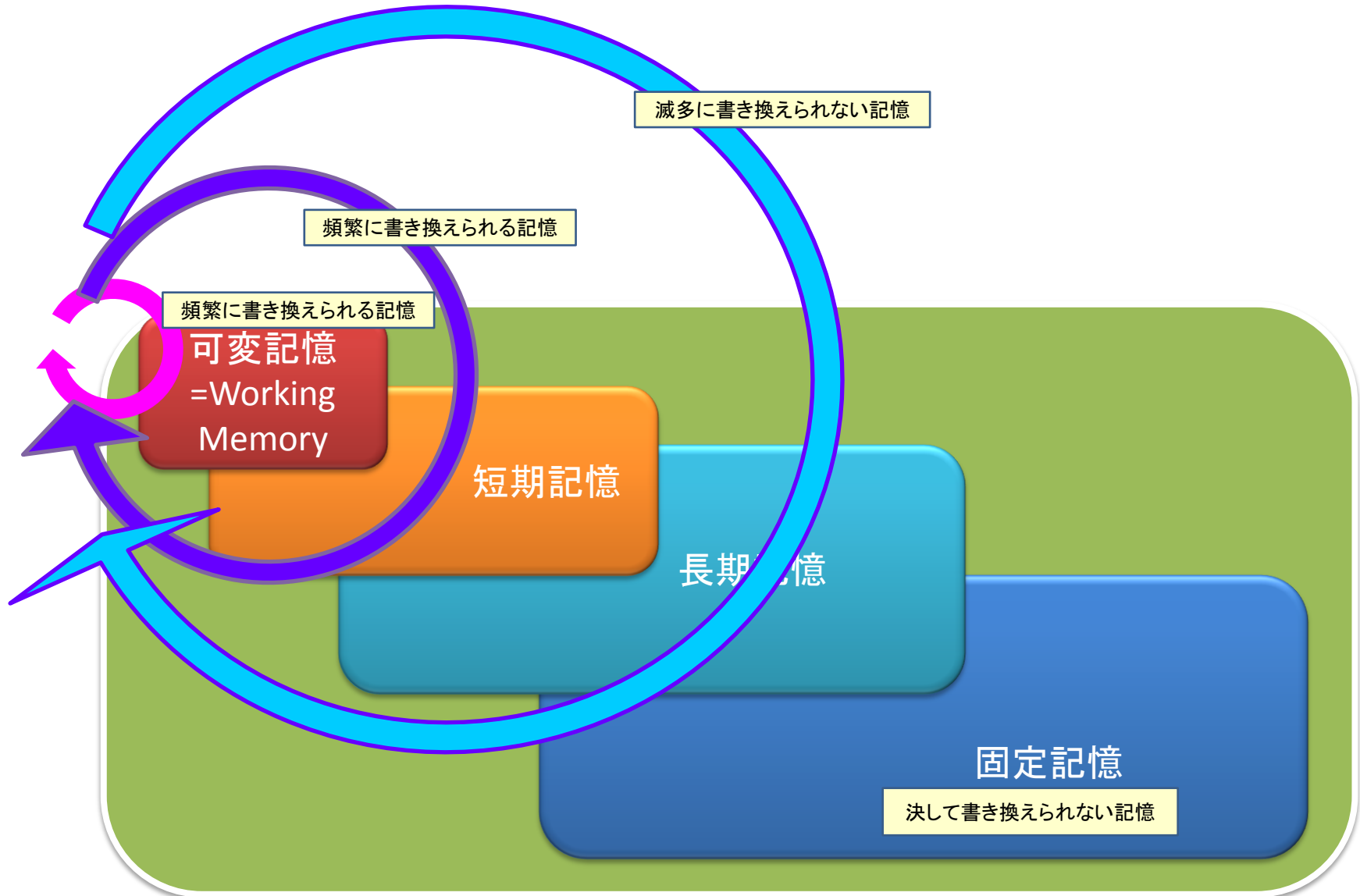
記憶の構造

- ① 記憶の時間階層構造
- ② 記憶の論理階層構造

記憶の時間階層構造

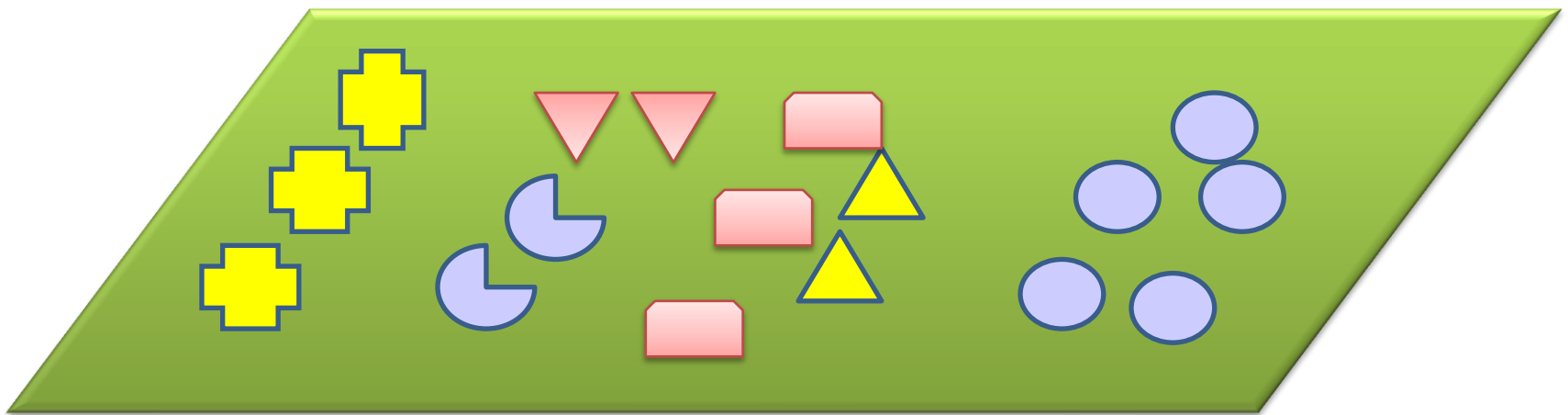


記憶の時間階層構造



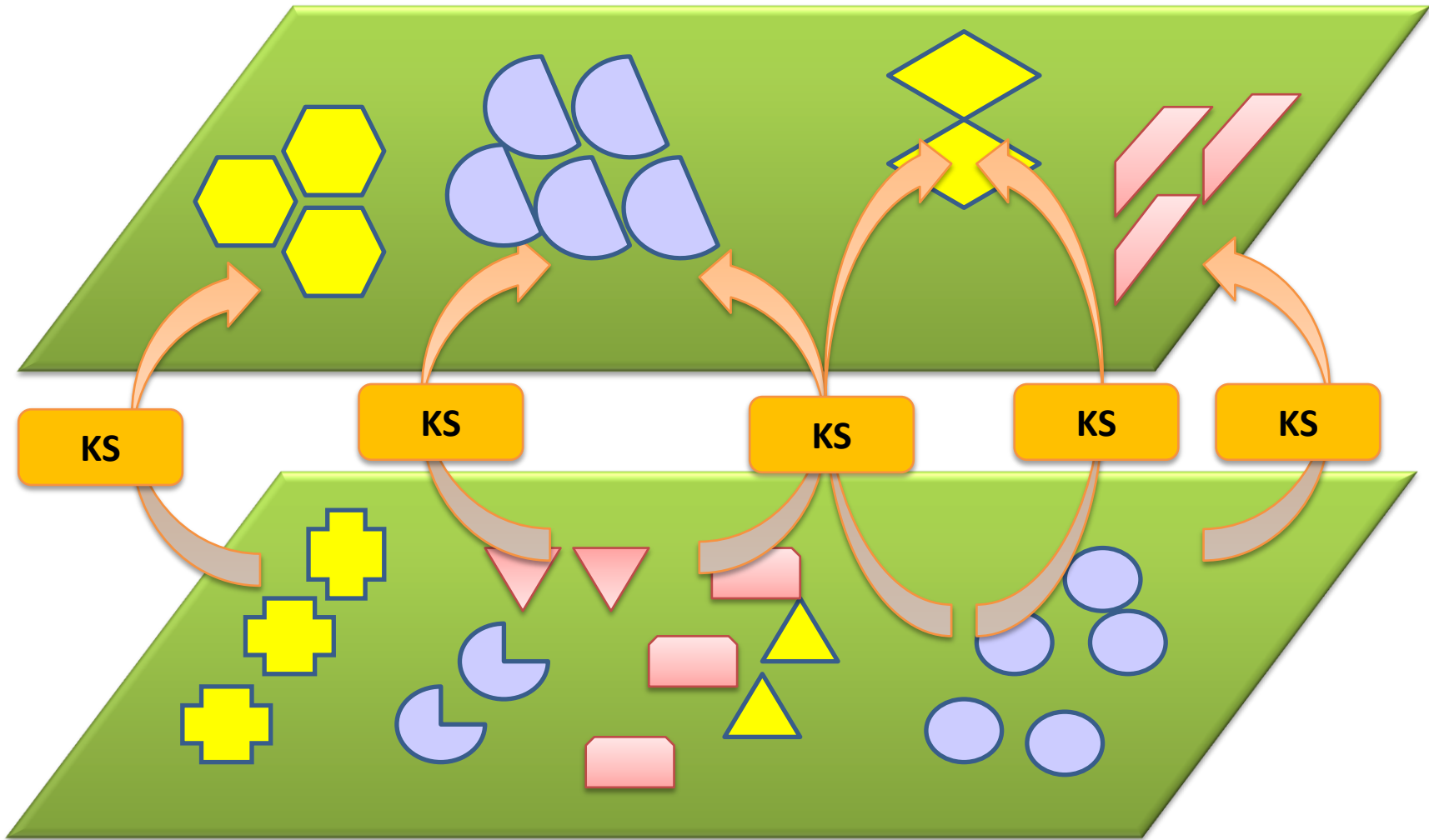
最も良く書き換えられる記憶領域は**ワーキングメモリー**と呼ばれる。

記憶の論理階層構造



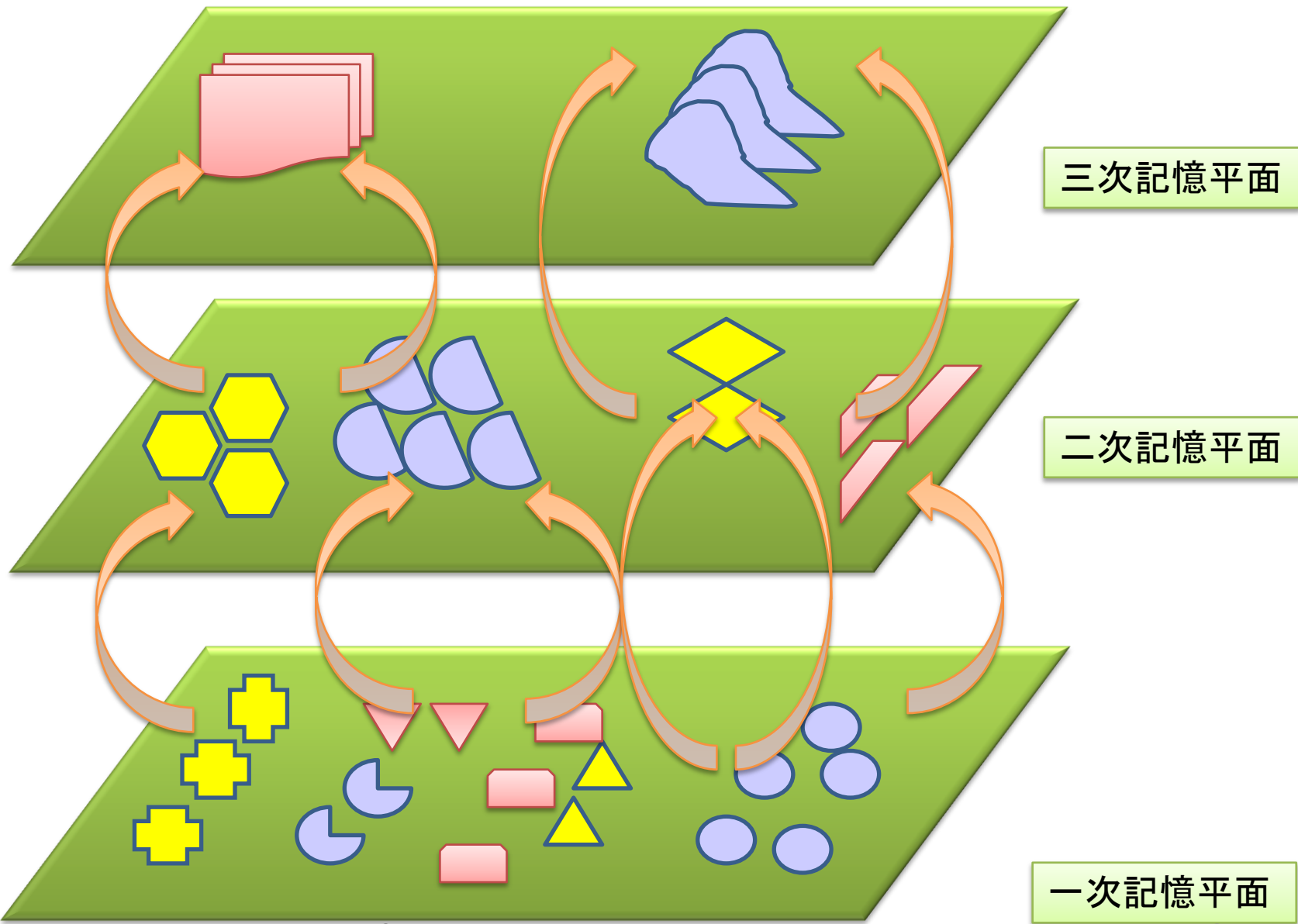
記憶の論理階層構造

二次記憶平面



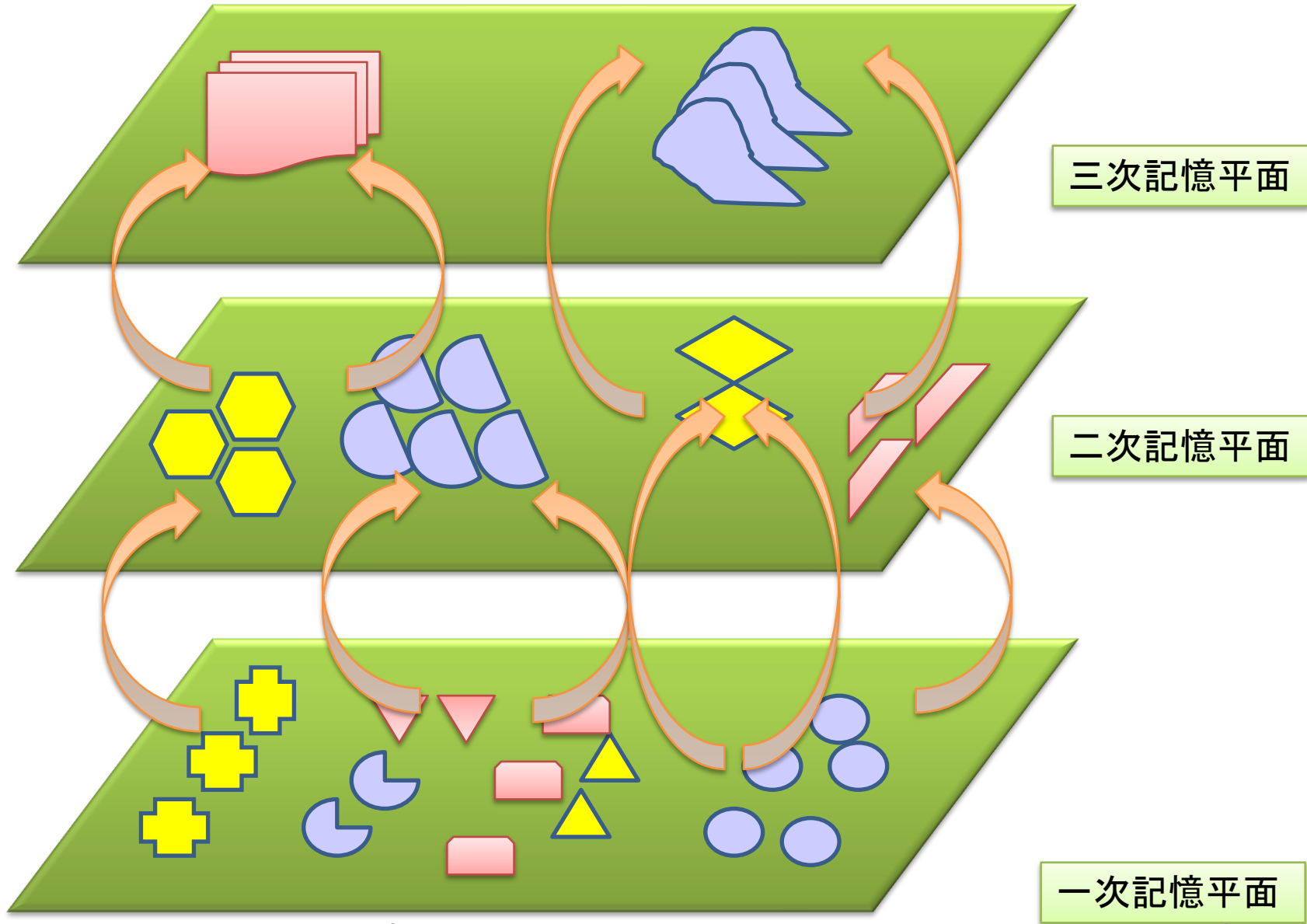
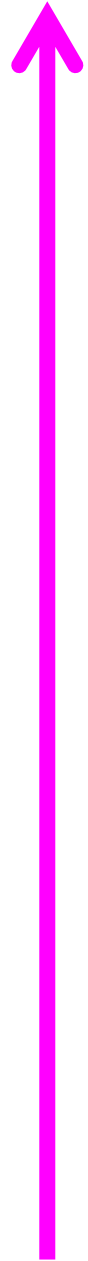
一次記憶平面

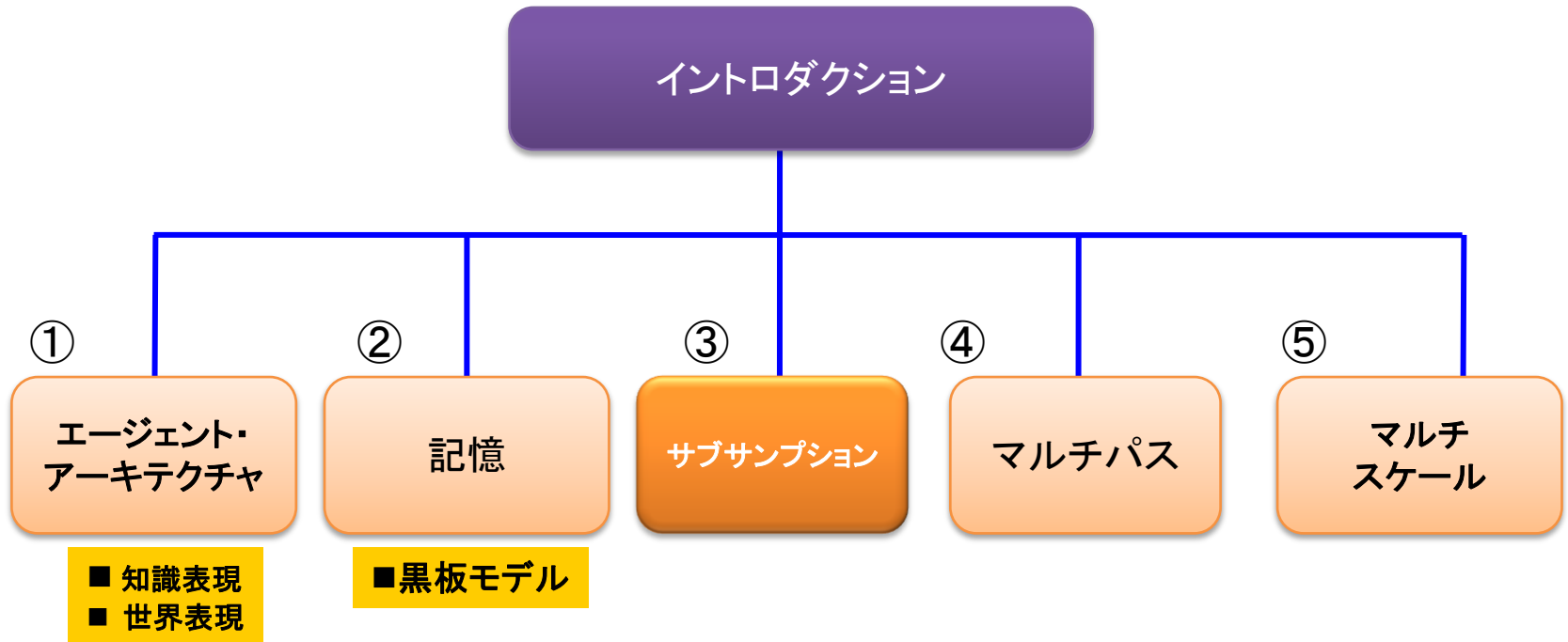
記憶の論理階層構造



抽象度

記憶の論理階層構造



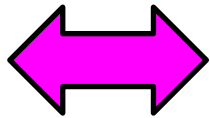


3. サブサンクション

セントライズド・システム ⇔ サブサンクション (中枢決定⇔分散包含)

セントライズド・システム (centralized system)

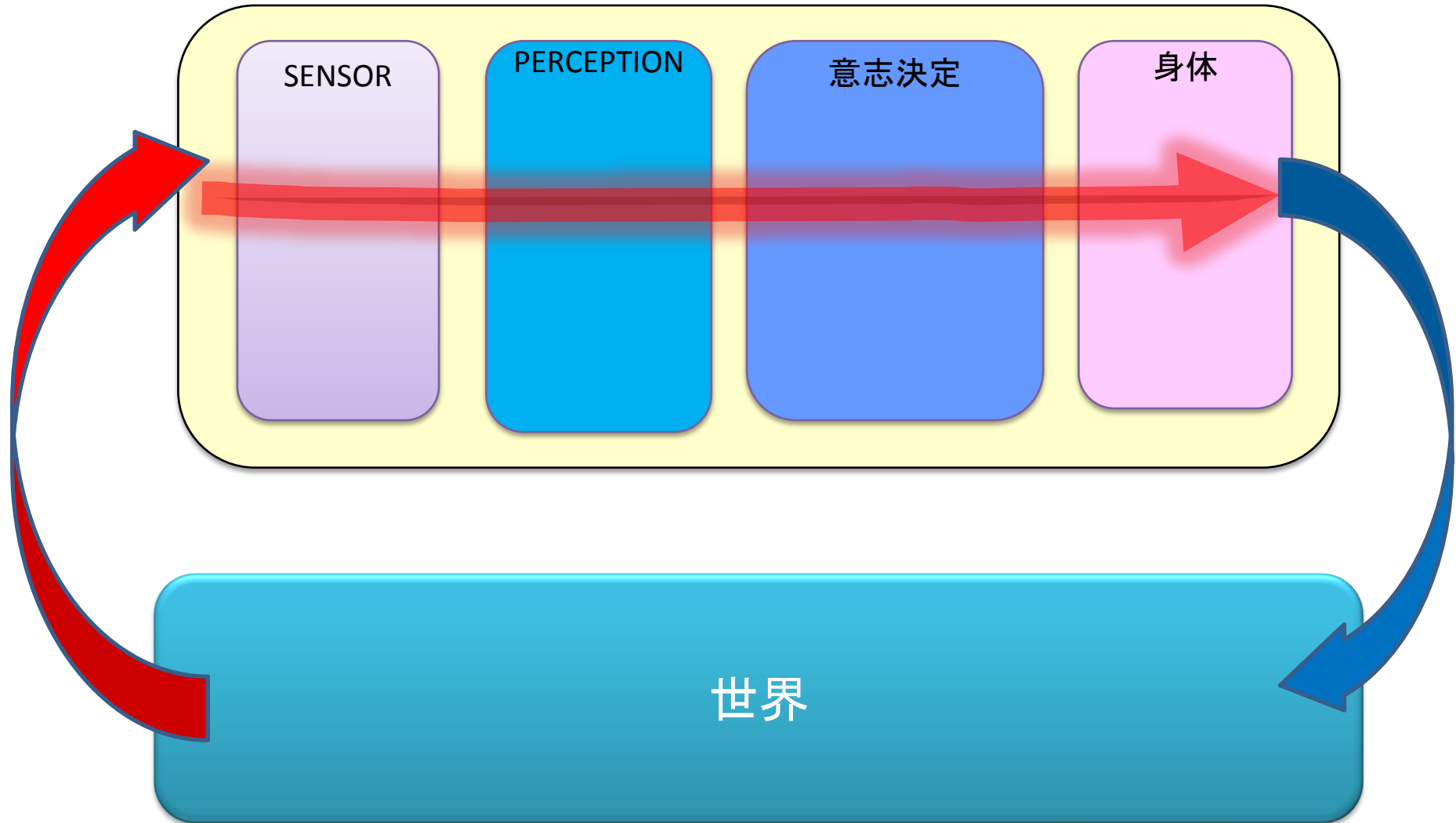
情報を一箇所に集めて思考して解決する



サブサンクション(包含) (subsumption)

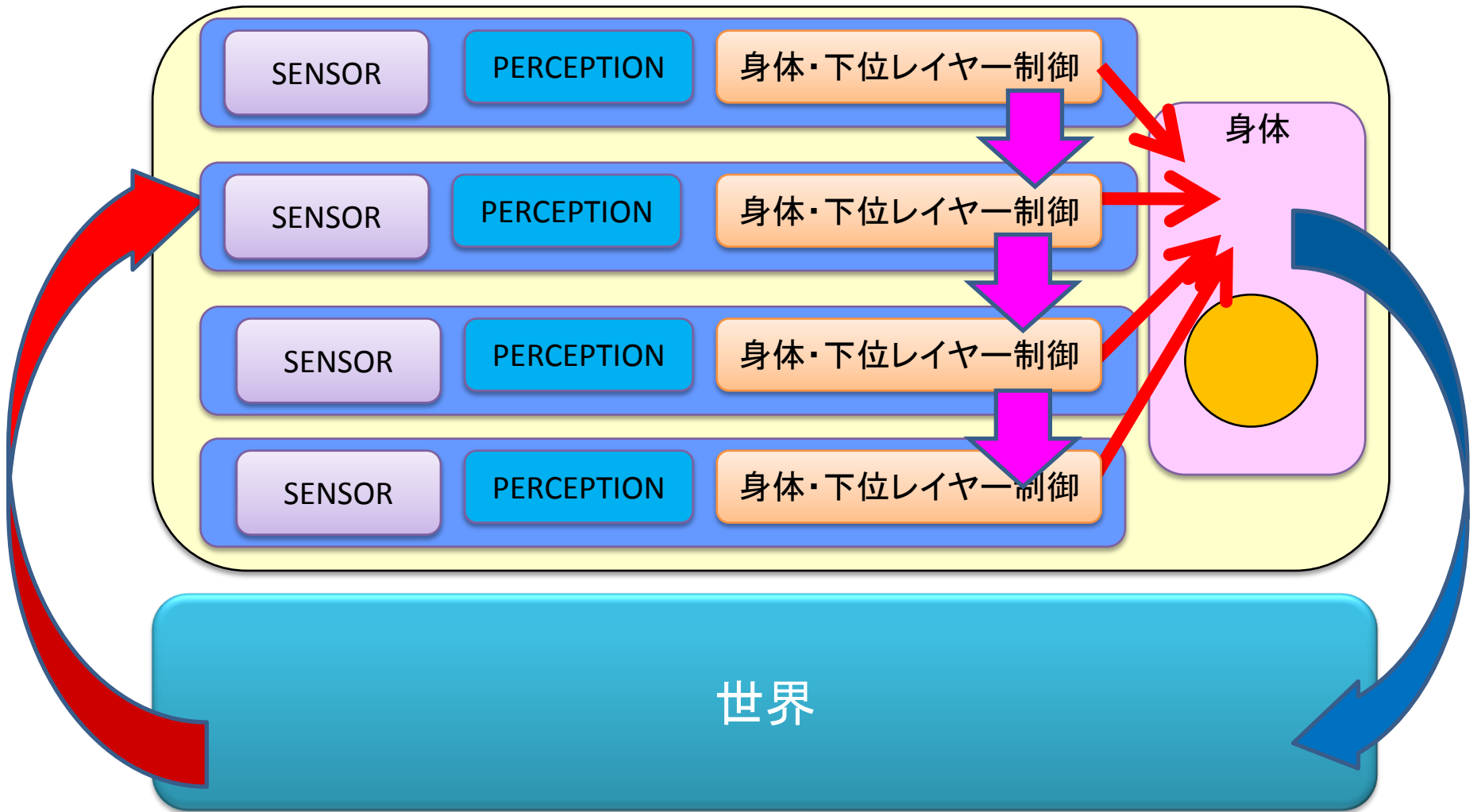
並行思考かつ思考の序列を持つ

サブサンプリング・アーキテクチャとは？



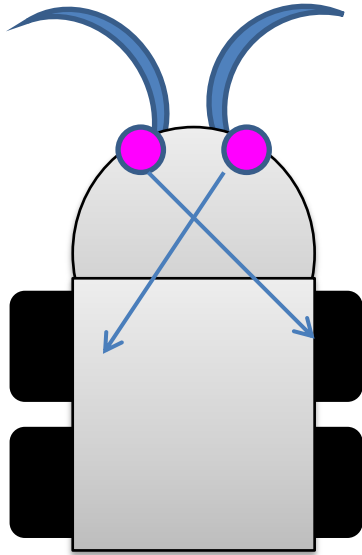
セントラル・ドメインの考え方 = 情報を一箇所(=中心)に集めて解決する

サブサンクション・アーキテクチャ



- サブサンクションの定義**
- ① それぞれの層がセンサーと制御モジュールを持つ
 - ② 上位レイヤーは常に下位レイヤーの制御を抑止・中止することができる。
 - ③ 下位に行くほど反射的な行動

サブサンプリングの例



レイヤー3

経路に沿って進む。

レイヤー2

バランスを崩したらとりあえず止まる。

レイヤー1

ぶつかりそうになったらタイヤを動かして曲がる

サブサンプリング・アーキテクチャ



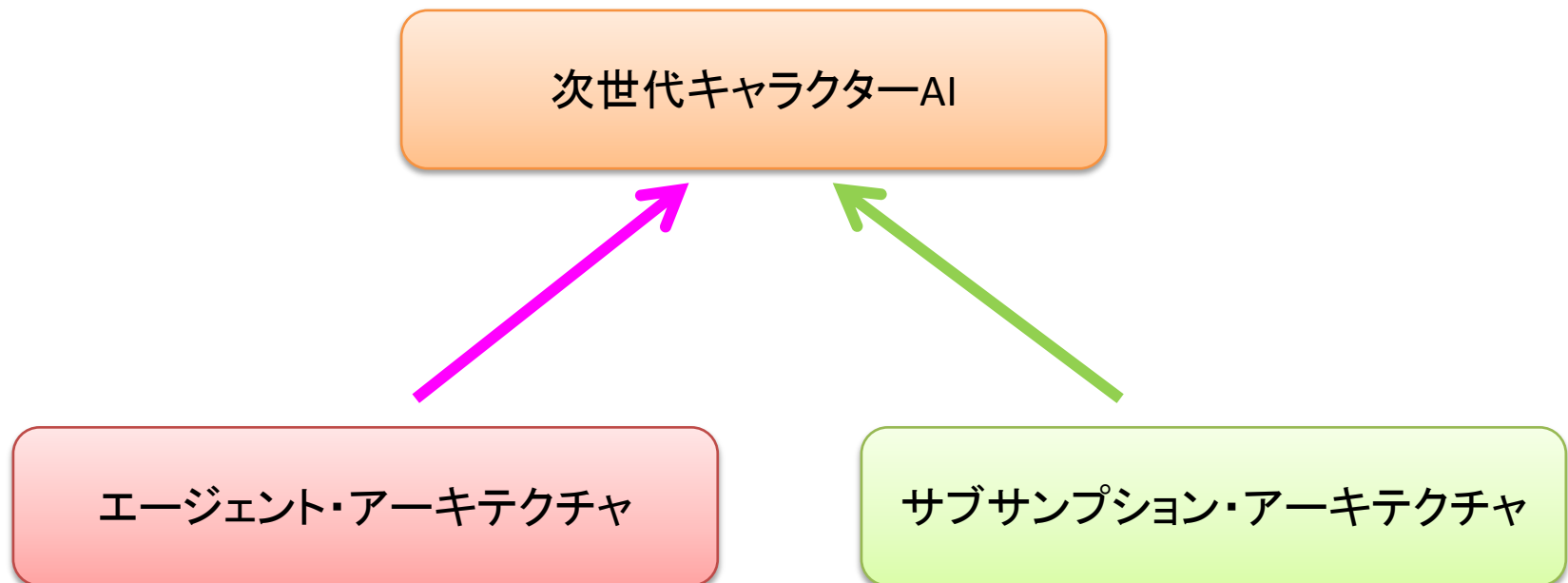
運動性・反射性に優れている

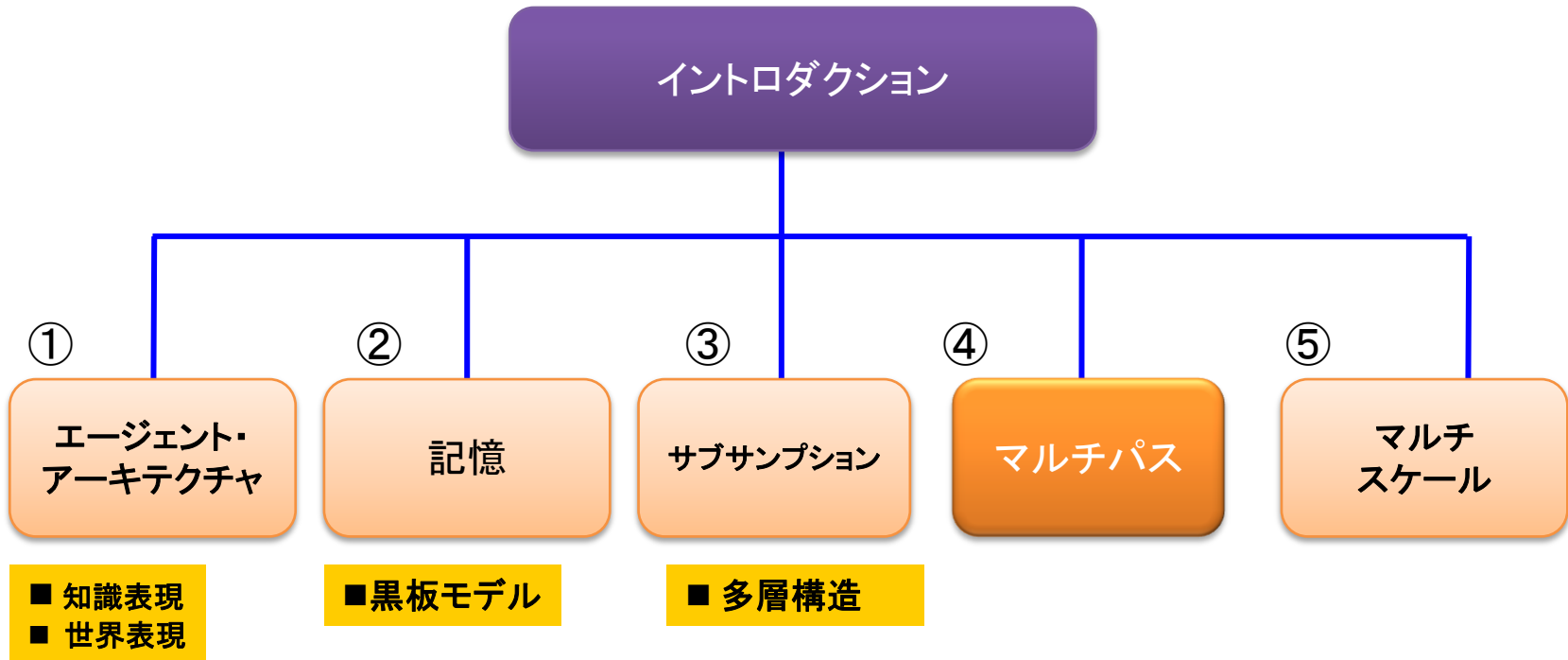
次世代キャラクターAI

次世代ゲームAIの要件

- 優れた反射性
- 深い思考性

の両者を併せ持たなければならない。





4. 思考の並列性 - マルチパス -

知性から世界へ

もちろん、いろいろあるが、知性にとって最も重要な複雑性は、
世界がマルチスケールであること。



では、世界の多様性と複雑性って何だろう？



知性の構造は世界の構造に対して相対的に決まる。

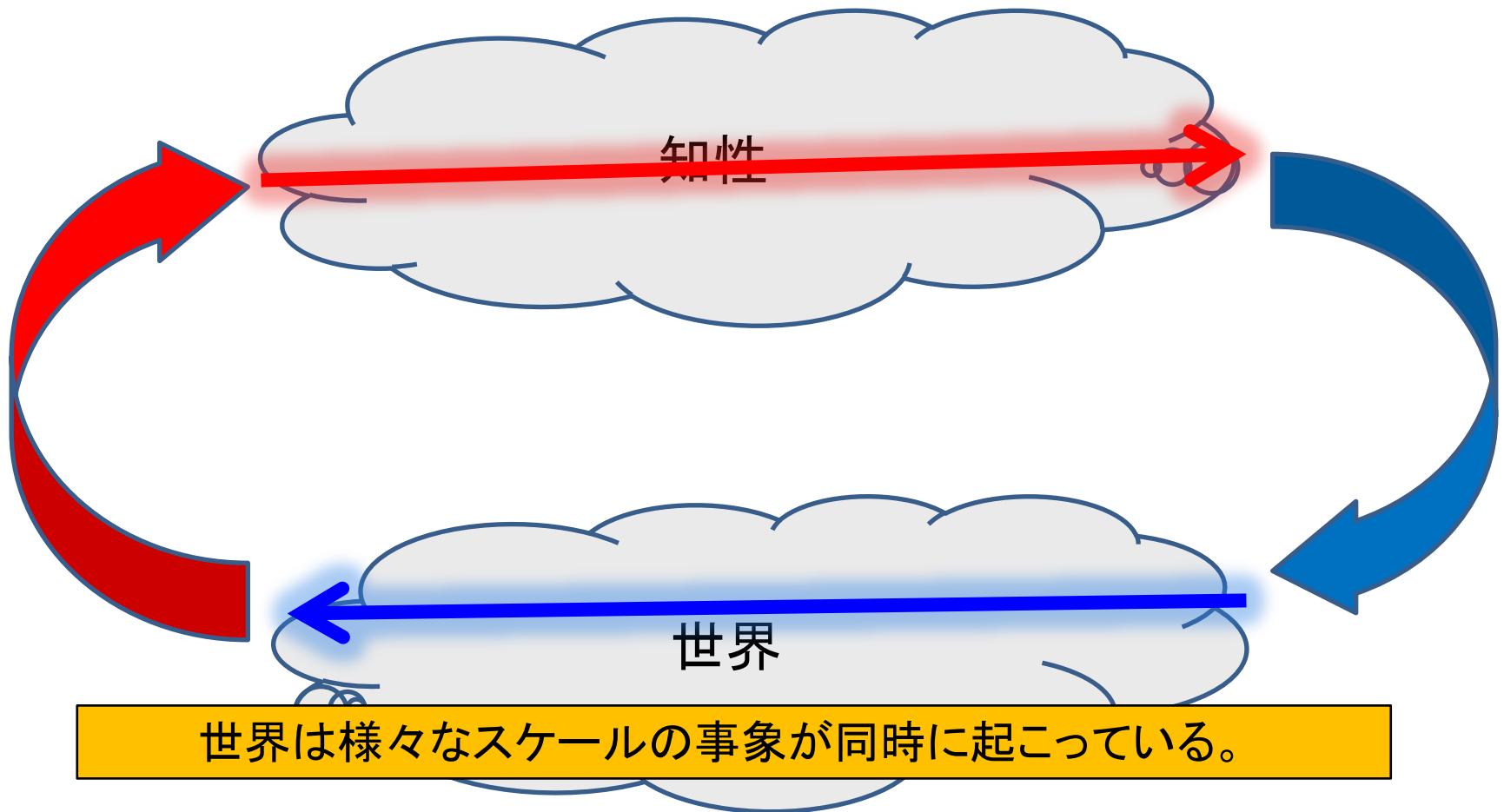


しかし、世界がより複雑な場合はどうすればいいだろうか？

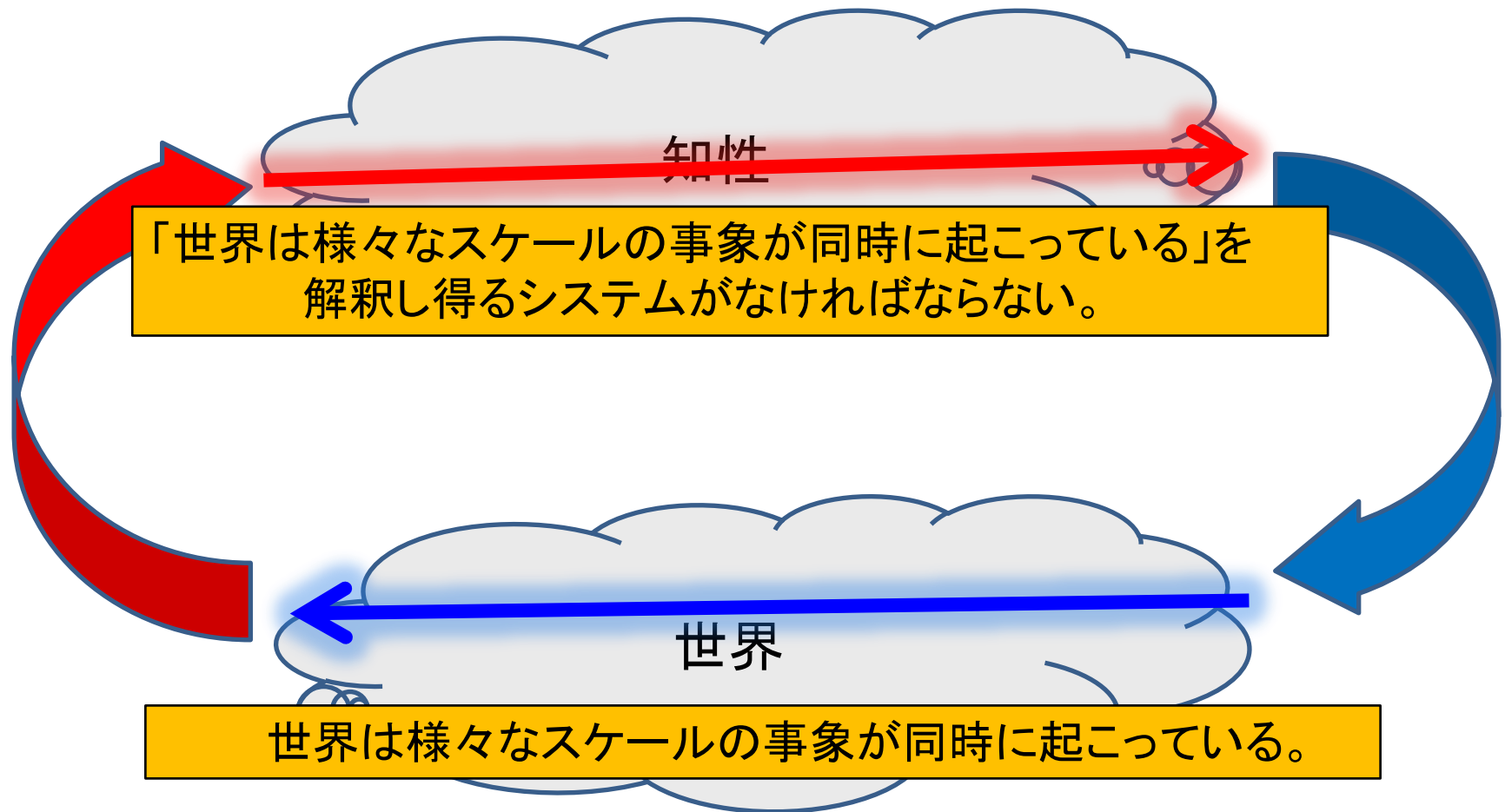


単純なAIならこれでいいかもしれない。

知性の構造は世界の構造に対して相対的に決まる

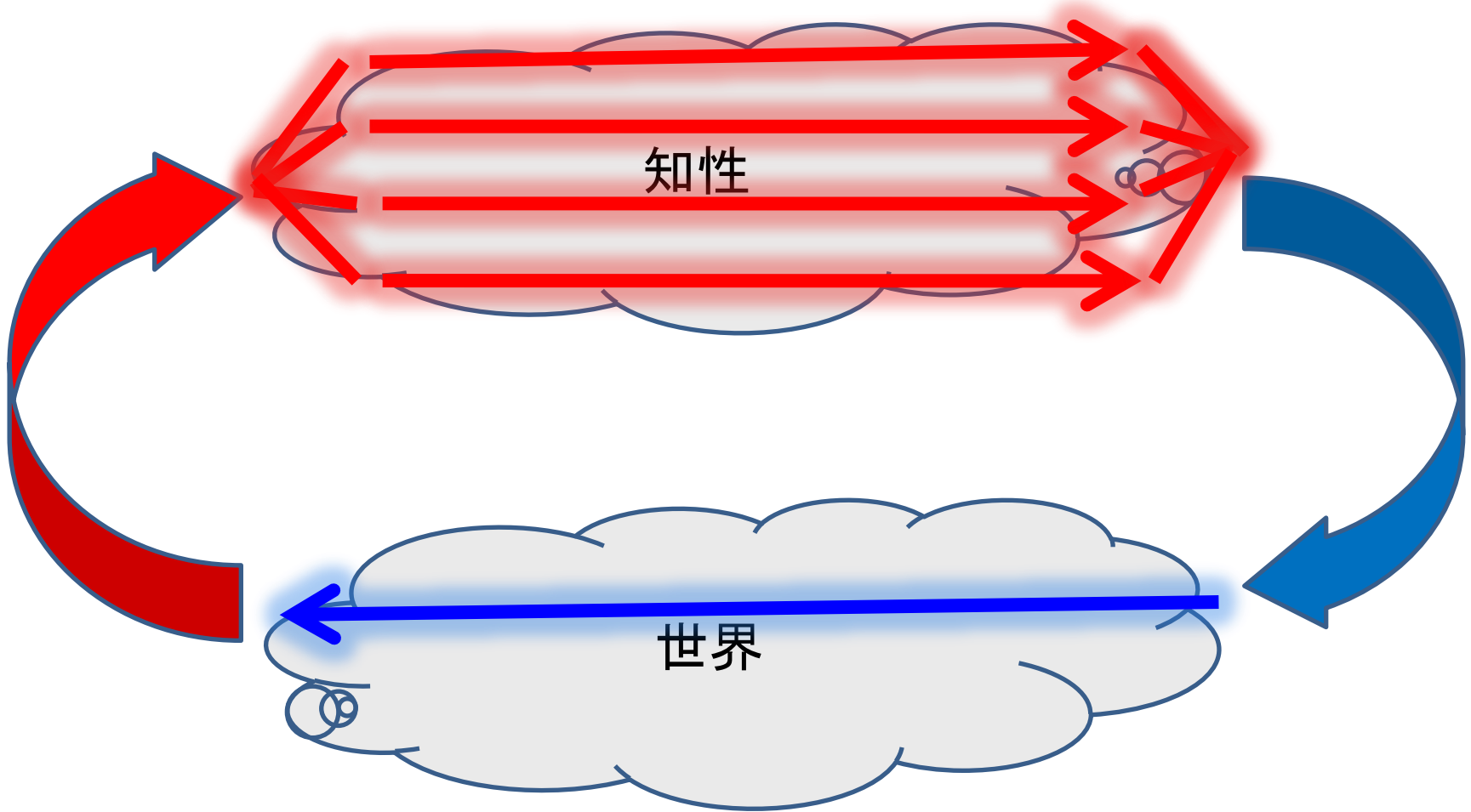


知性の構造は世界の構造に対して相対的に決まる

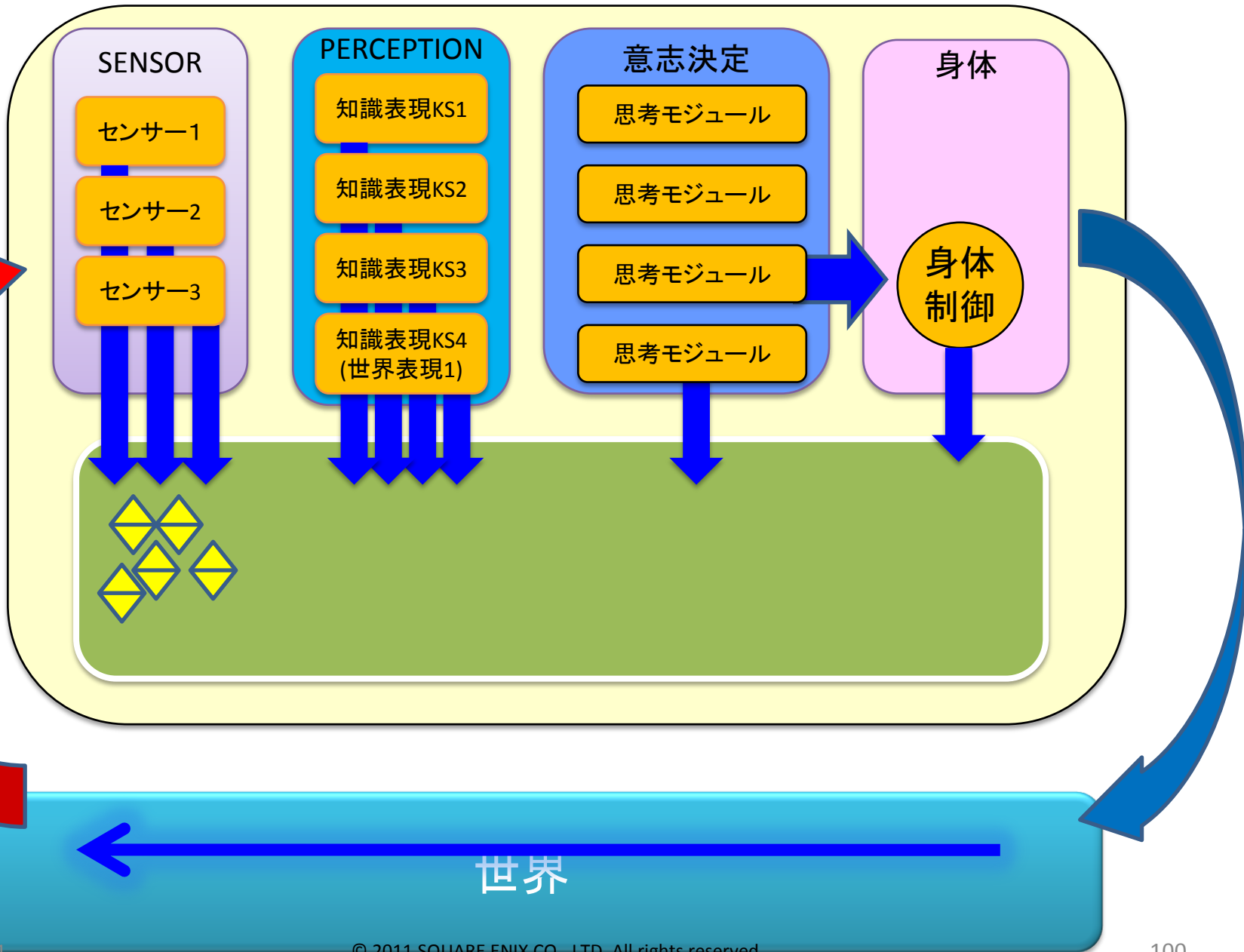


思考の並列性

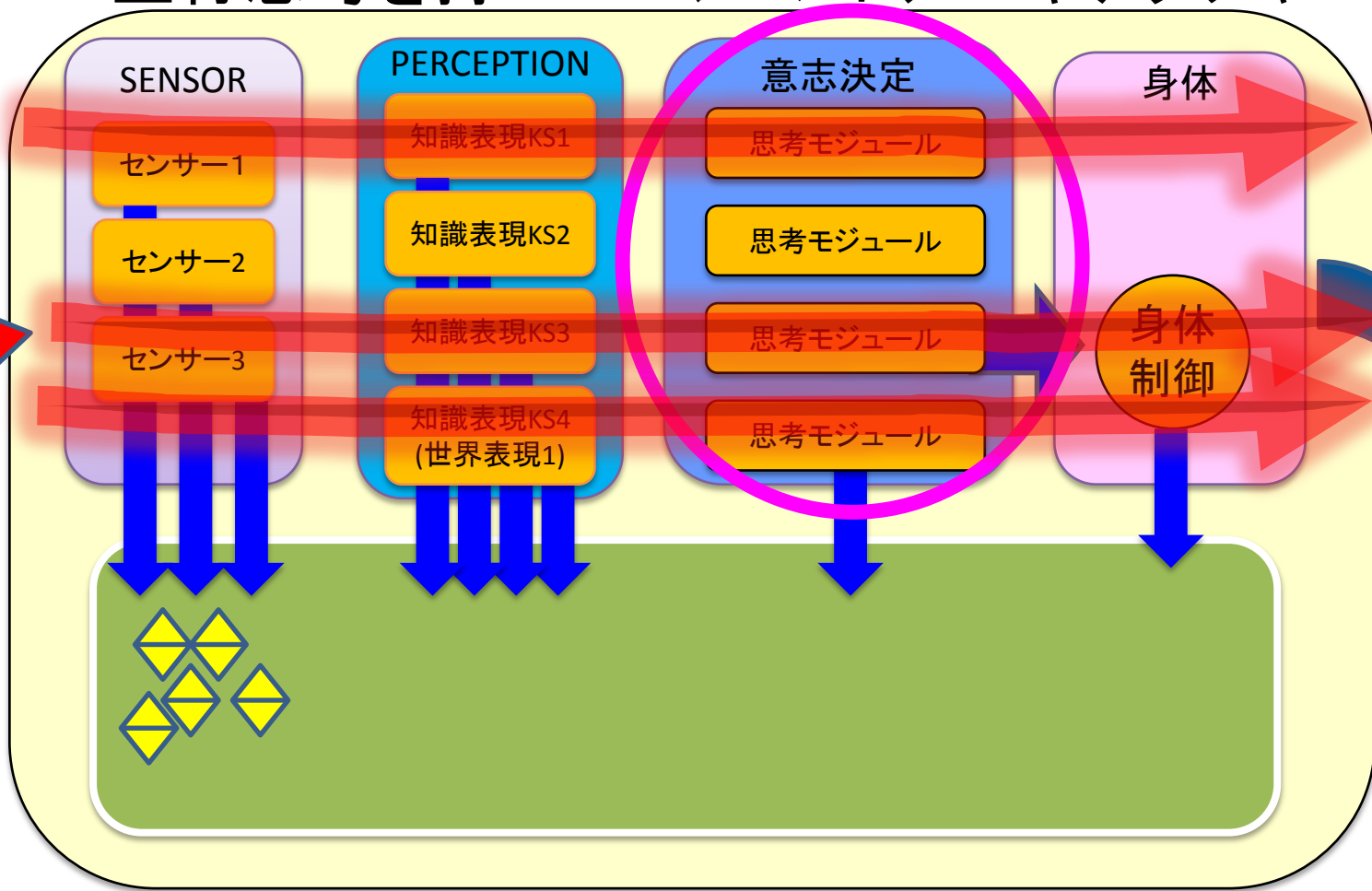
= マルチパス・インフォメーションフロー



並行思考を持つエージェントアーキテクチャ



並行思考を持つエージェントアーキテクチャ



アービター（調停者）

アービター（調停）モジュールの導入

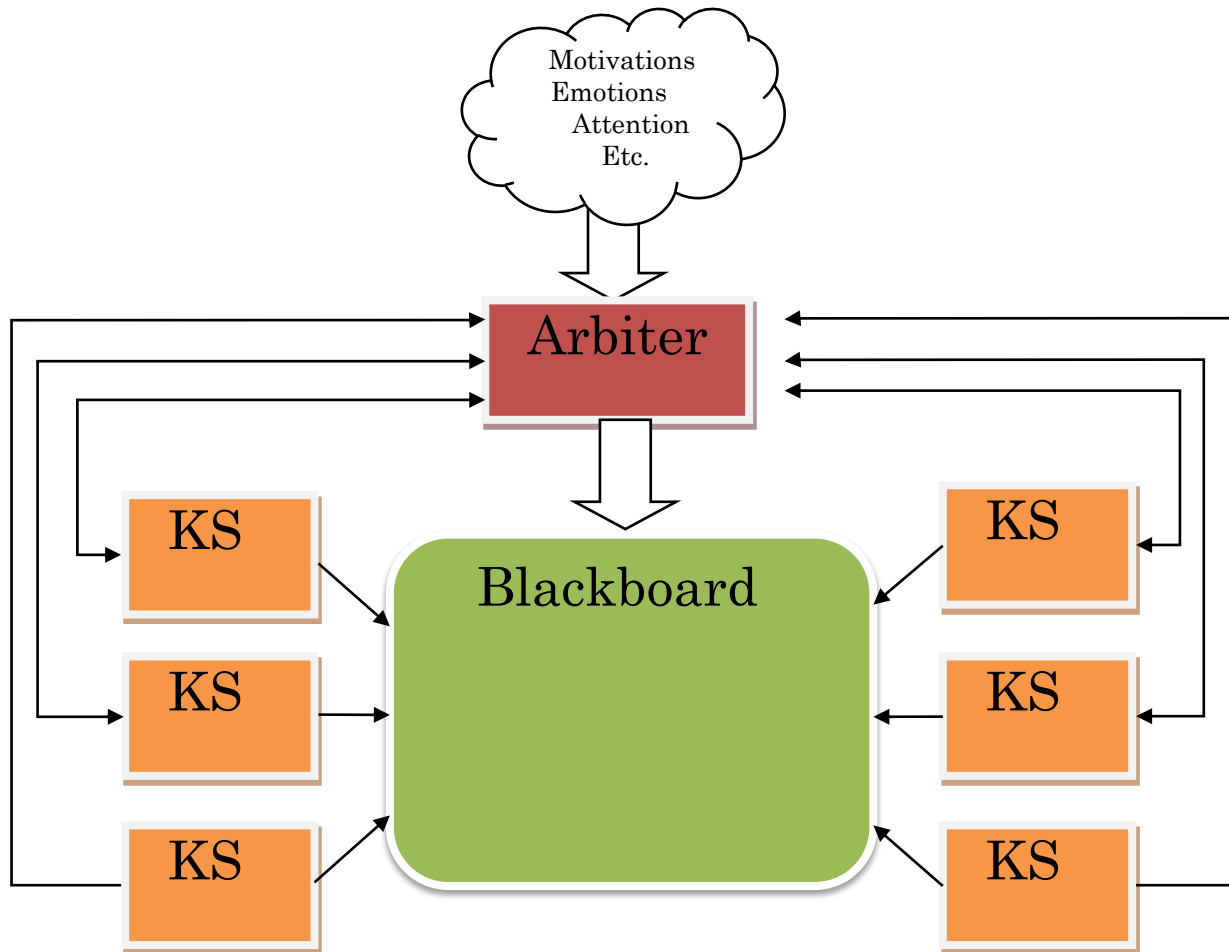


ゲーム、キャラクターによって、
その調整の仕方を自在に変える必要がある。



では、並行する思考をどのように調整するのか？

黒板モデル (Blackboard Architecture)

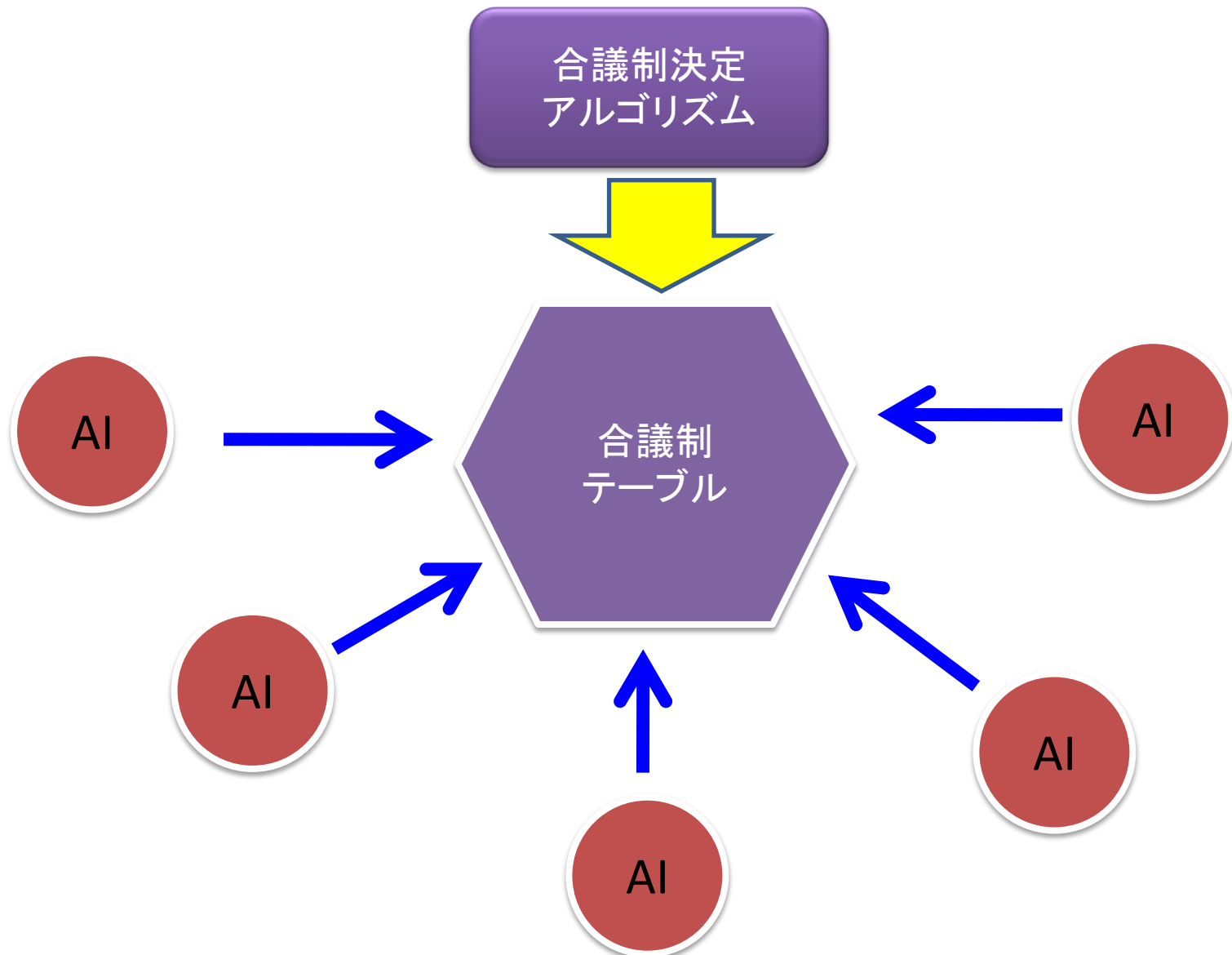


アービターはKSを調整しつつ、ブラックボードの操作を調停する。

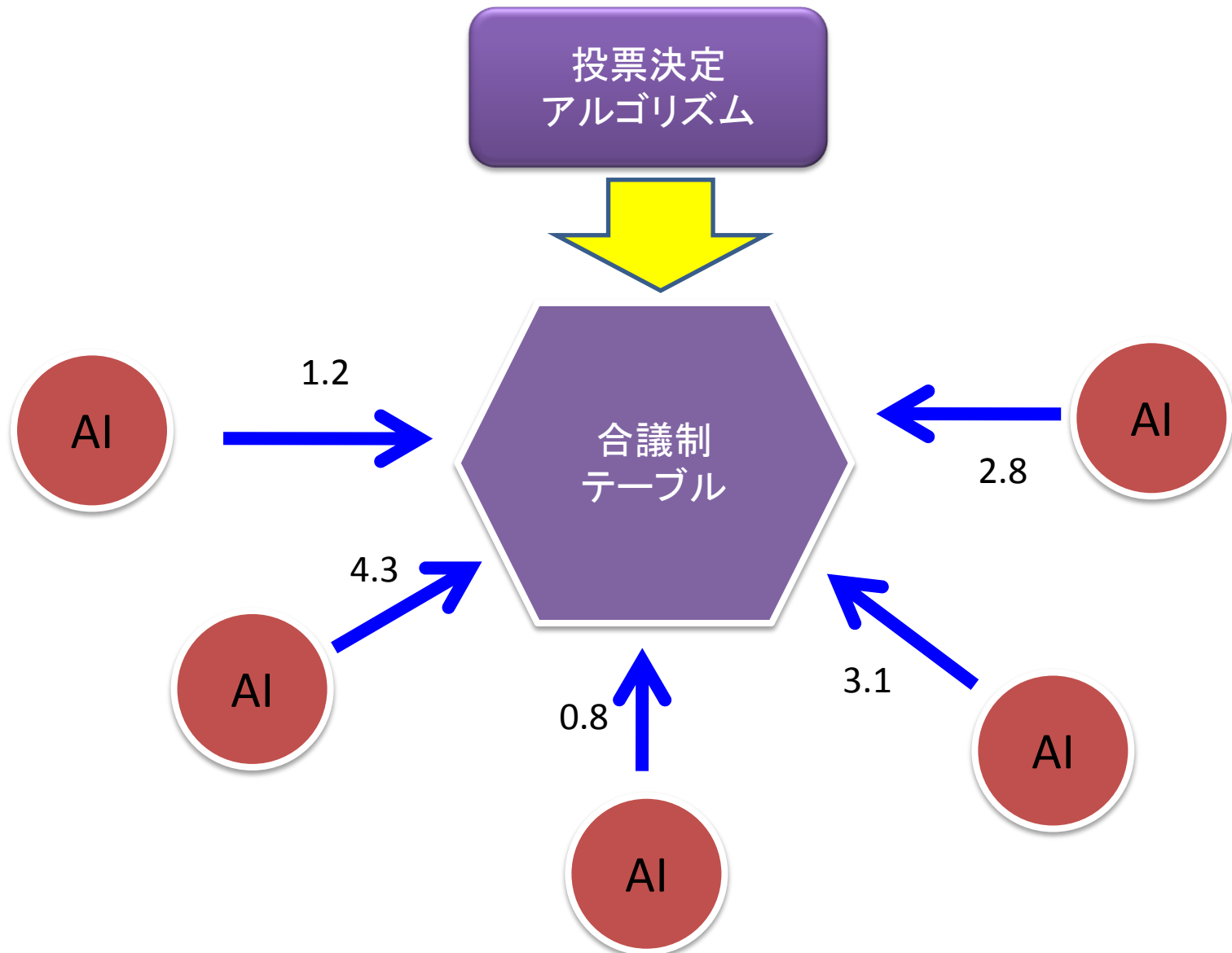
一般化されたアービター

黒板アーキテクチャから離れて、アービター一般化された概念として使用される。

合議制アルゴリズム



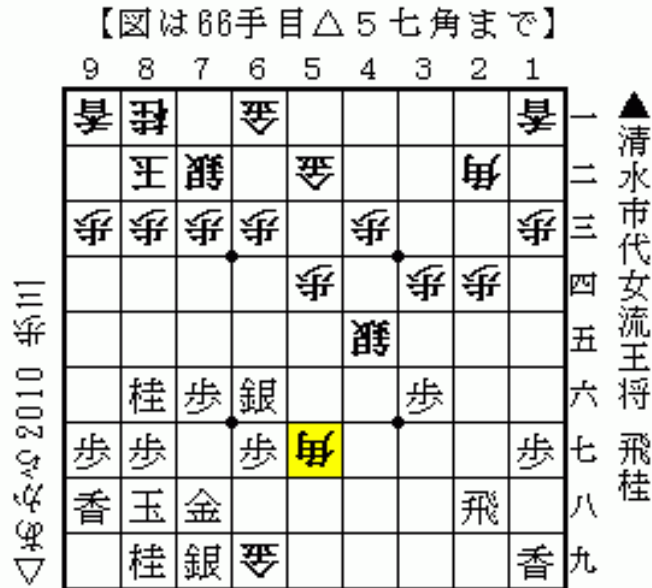
投票システム



あから2010（情報処理学会、2010年-）



複数の将棋AIによる投票システム＝合議制AI



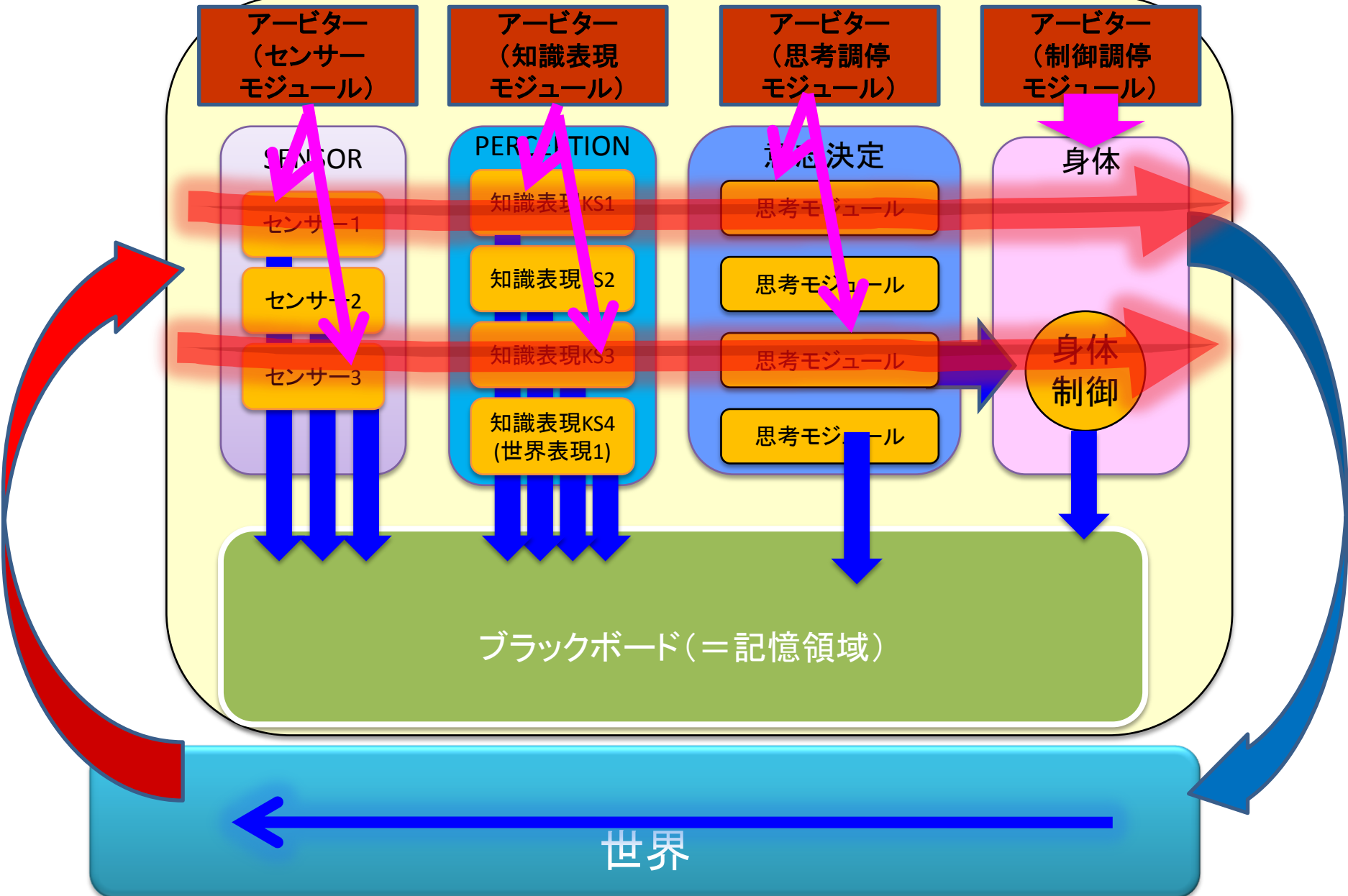
プロ棋士vsコンピューター-「あから2010」の威力を目撃してきた
<http://journal.mycom.co.jp/articles/2010/10/12/akara/index.html>

女流棋士との対決（2010.10.11）AIの勝利

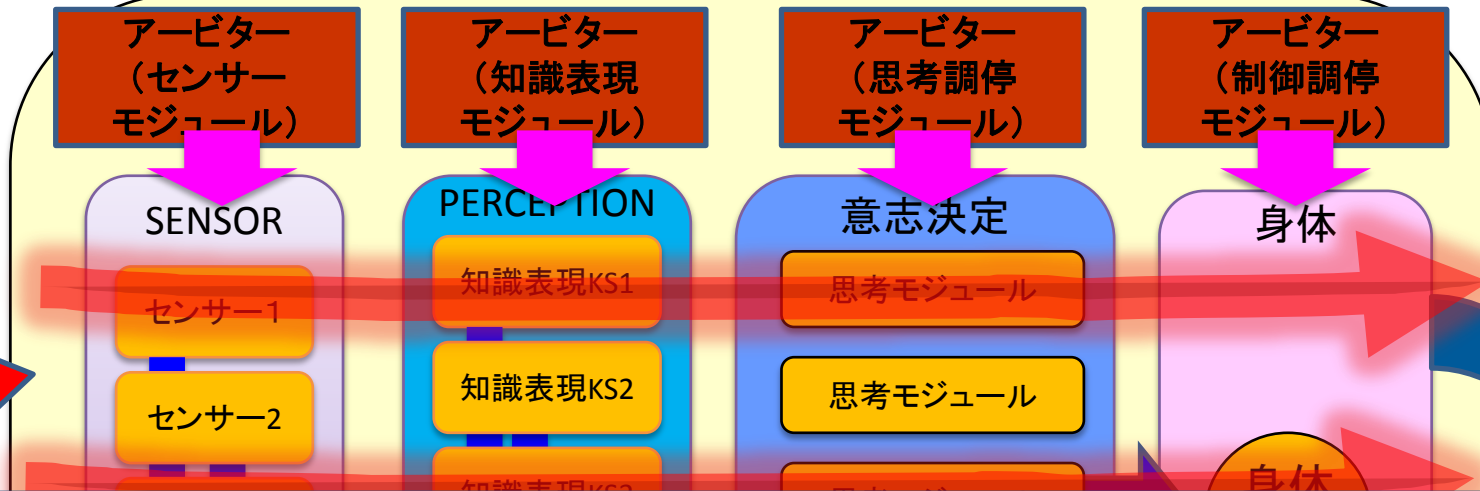
あから2010合議サーバログを可視化してみた
<http://blog.livedoor.jp/lunarmodule7/archives/1121781.html>

169台のコンピューターを並列化した
 東京大学のクラスターマシン

アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ

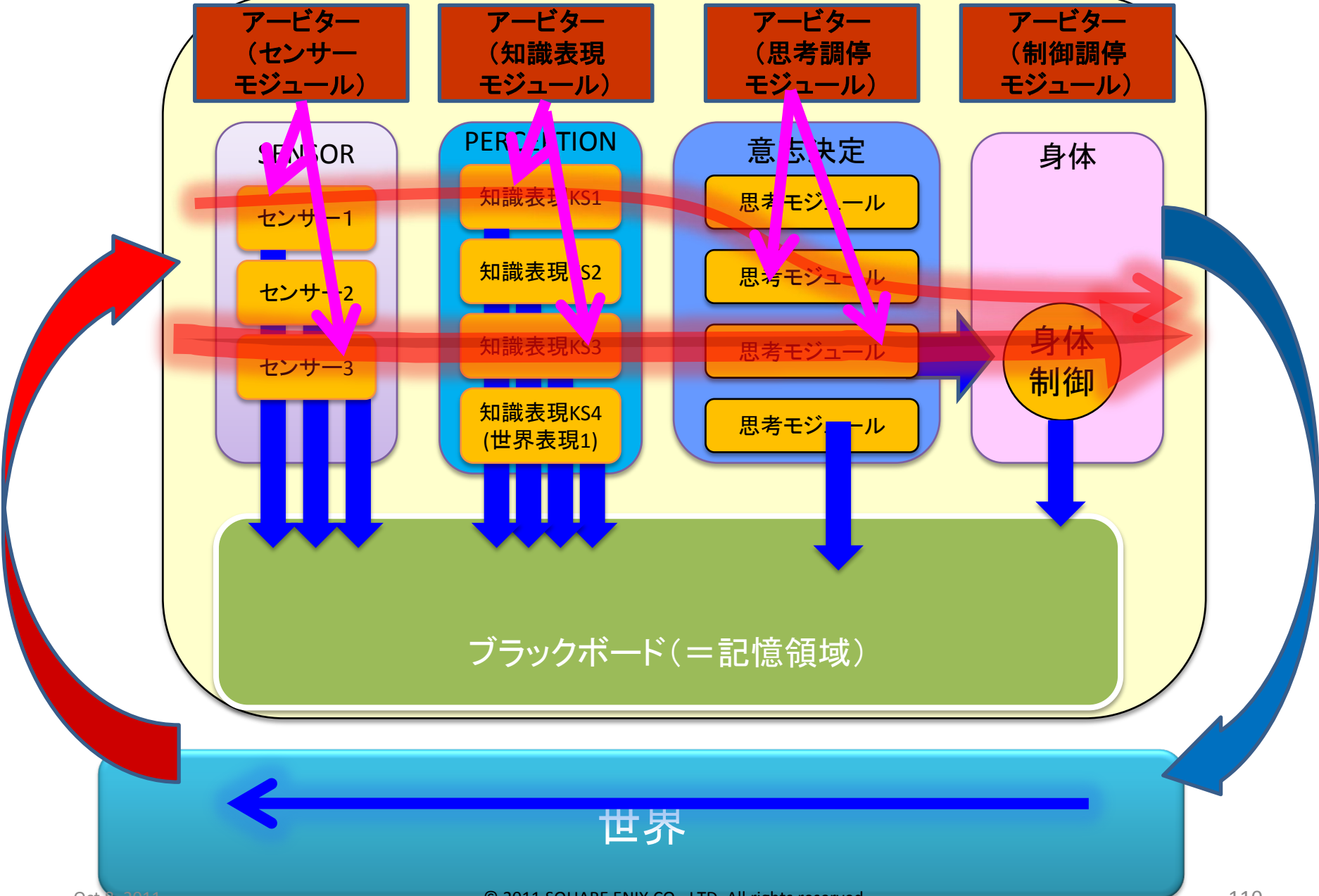


アービターが各モジュールのKSをコントロールして
インフォメーション・フローを作り出す。

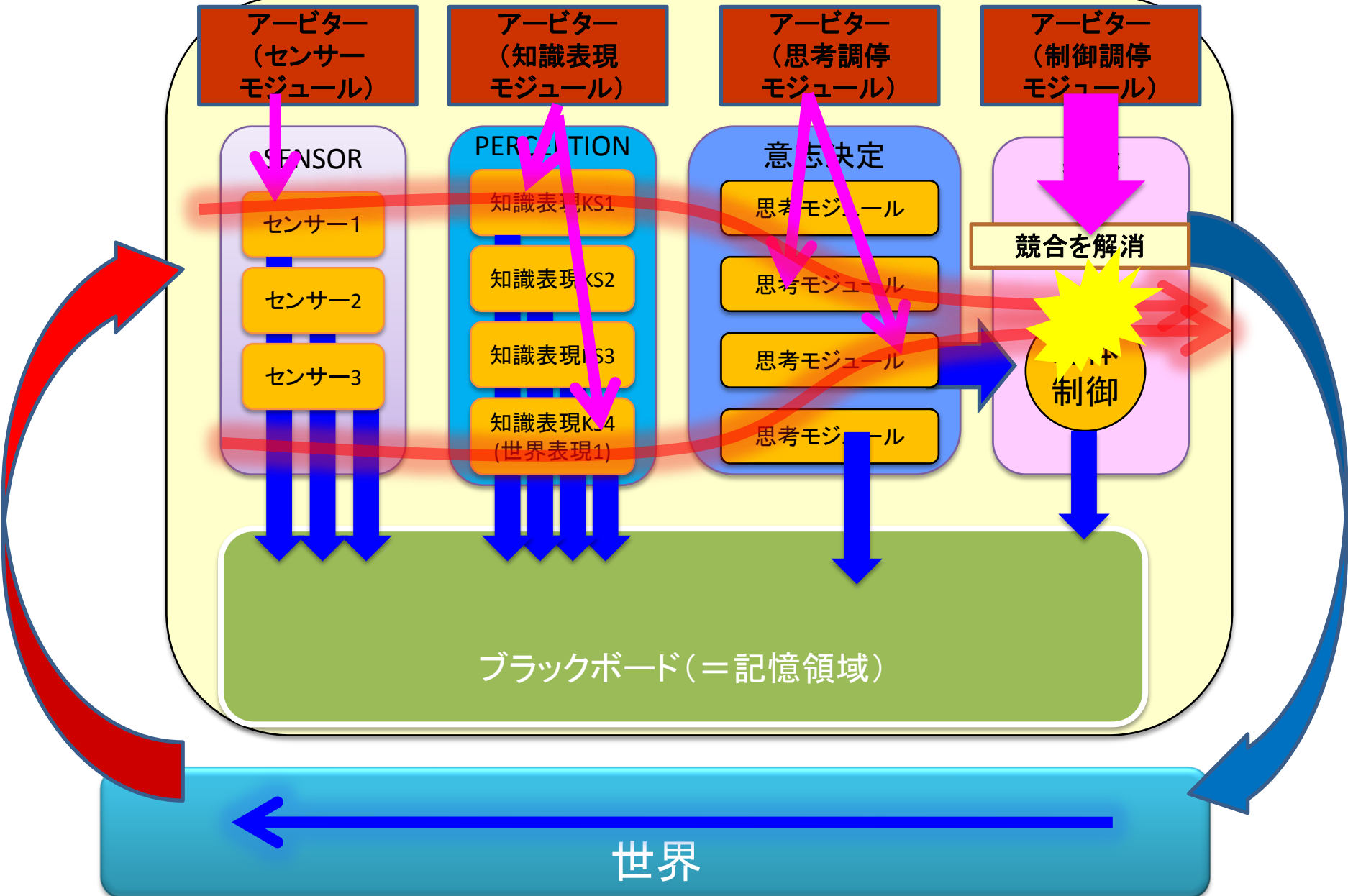
ブラックボード(=記憶領域)

世界

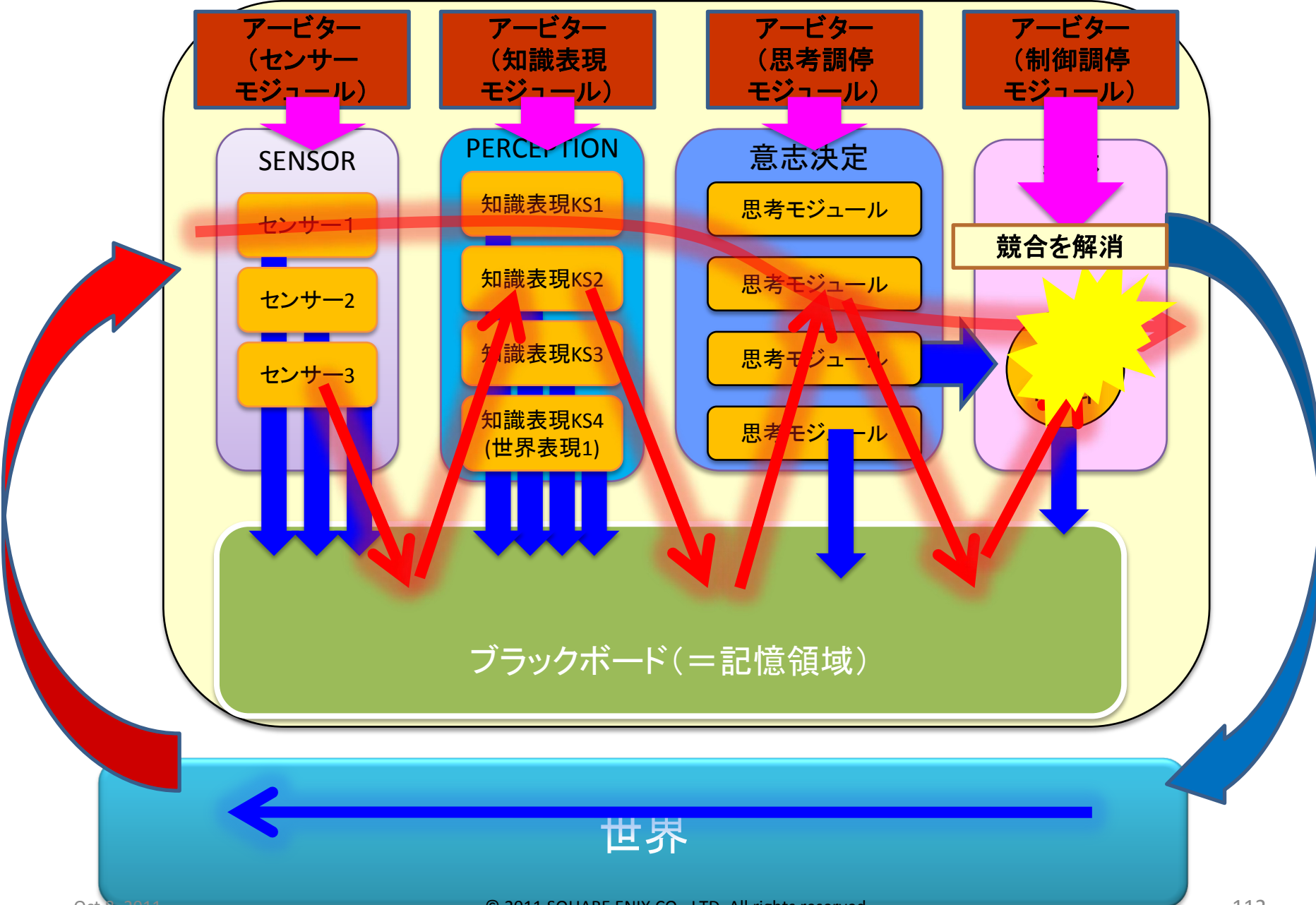
アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ

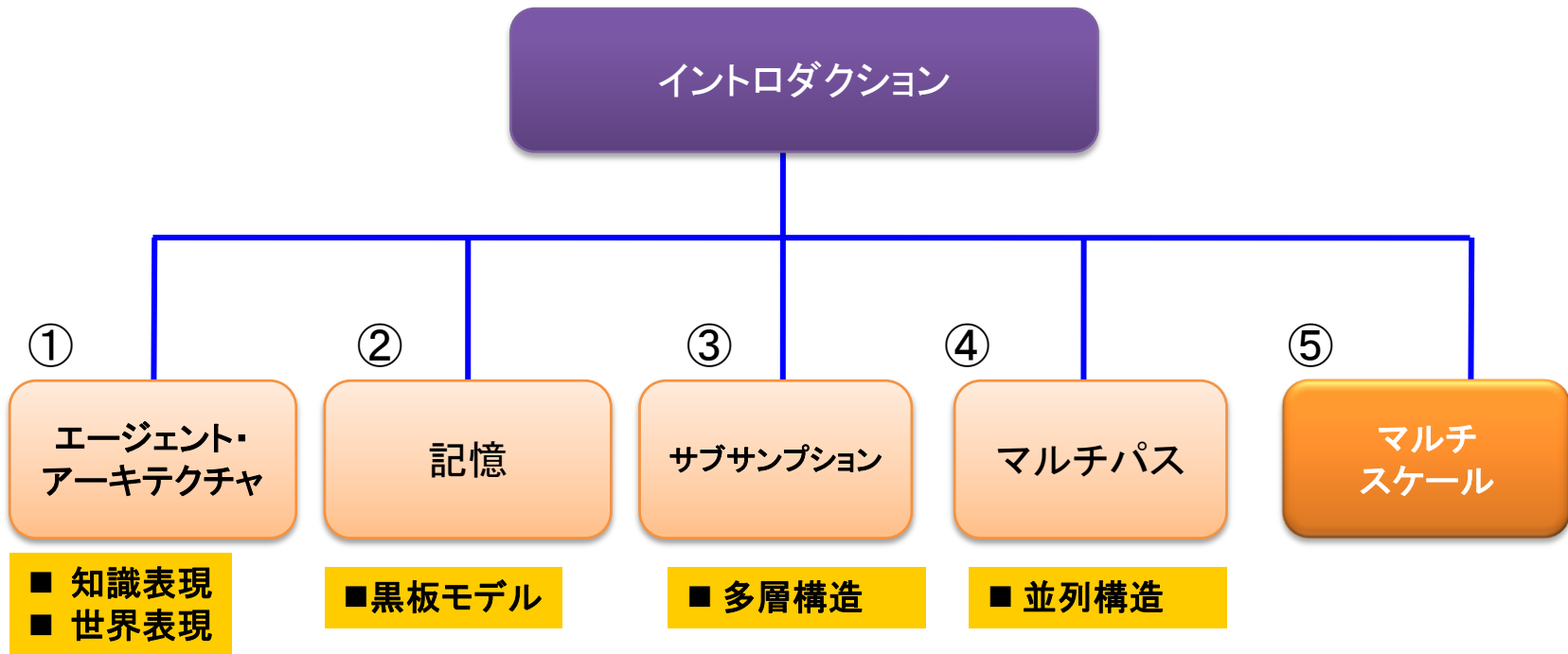


アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



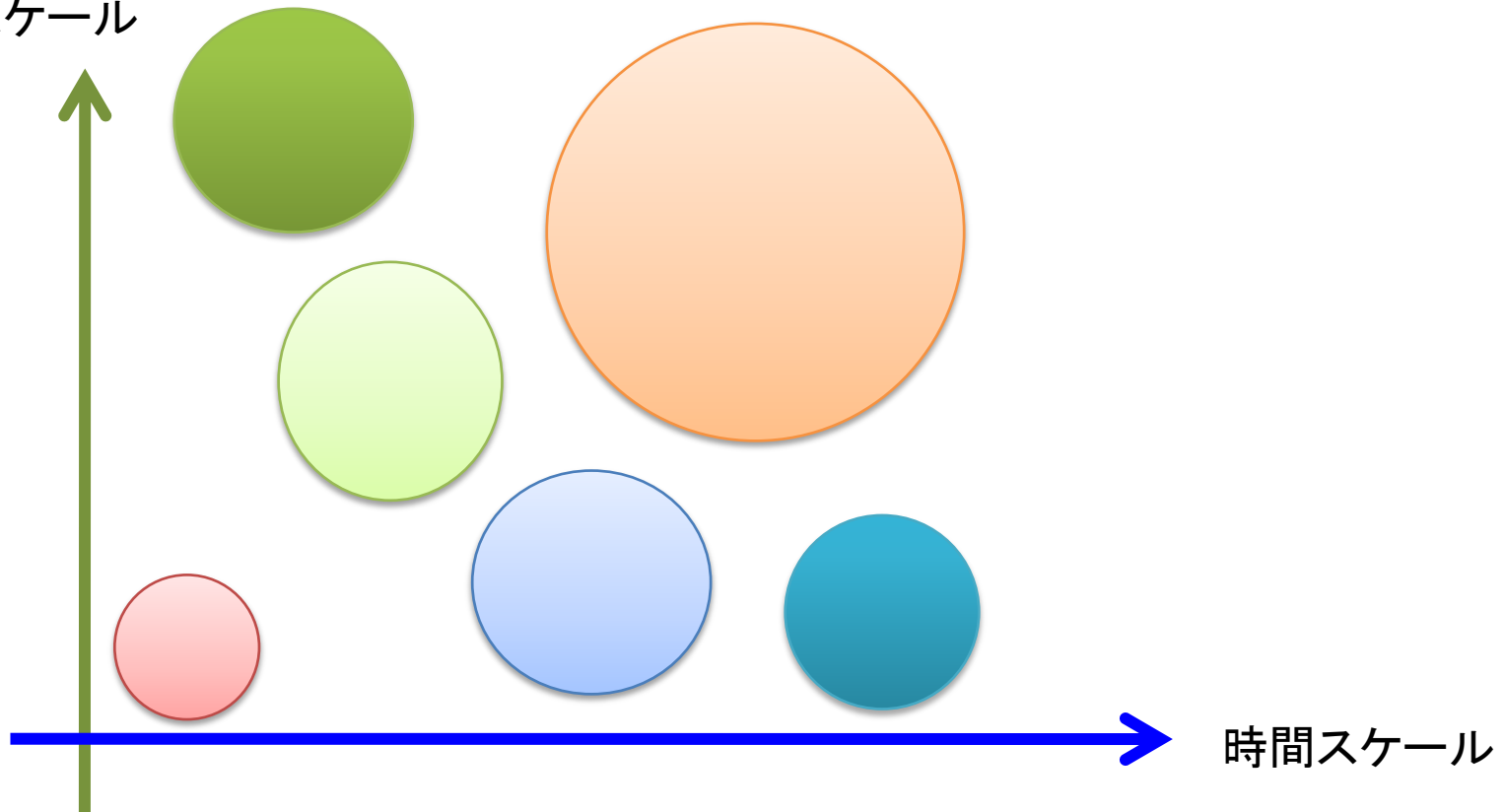


5. 思考と世界の階層性 - マルチスケール -

世界の階層性

- 時間（短時間の事象から長時間の事象まで）
- 空間（小さな空間の事象から大きな空間の事象まで）

空間スケール



世界は様々なスケールの事象が同時に起こっている。

世界の階層性

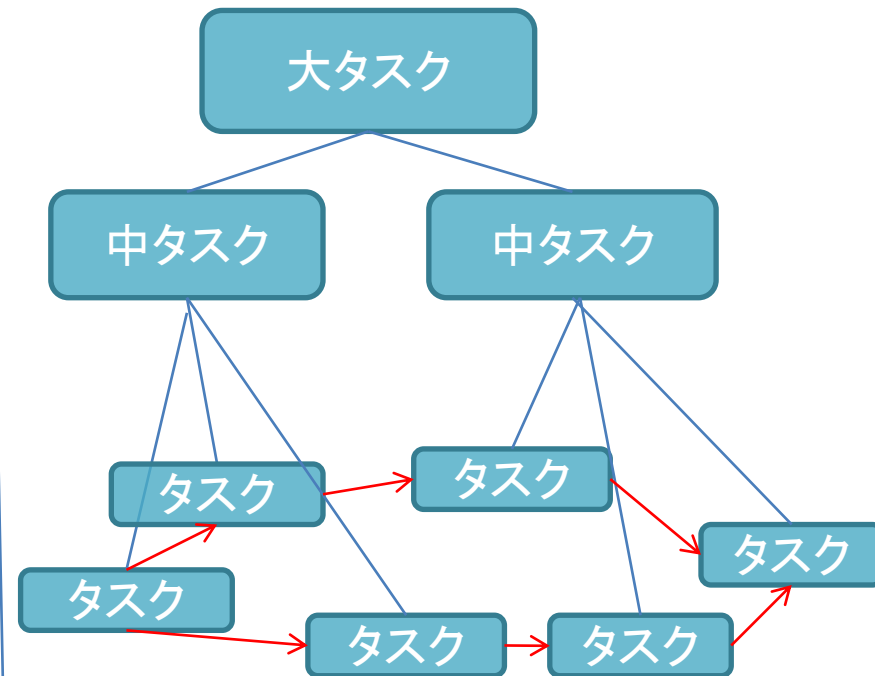
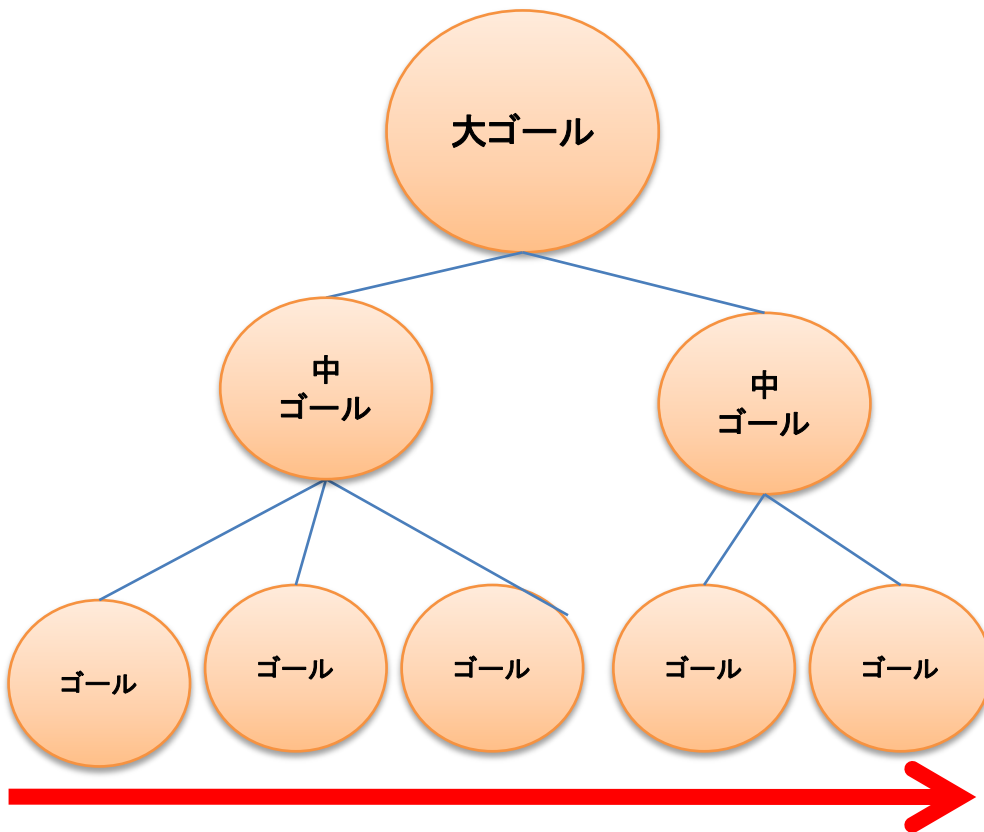
知性の階層性

- 時間(短時間～長時間)
- 空間(局所～大局)
- 事象
(局所短時間事象
～大局長時間事象)

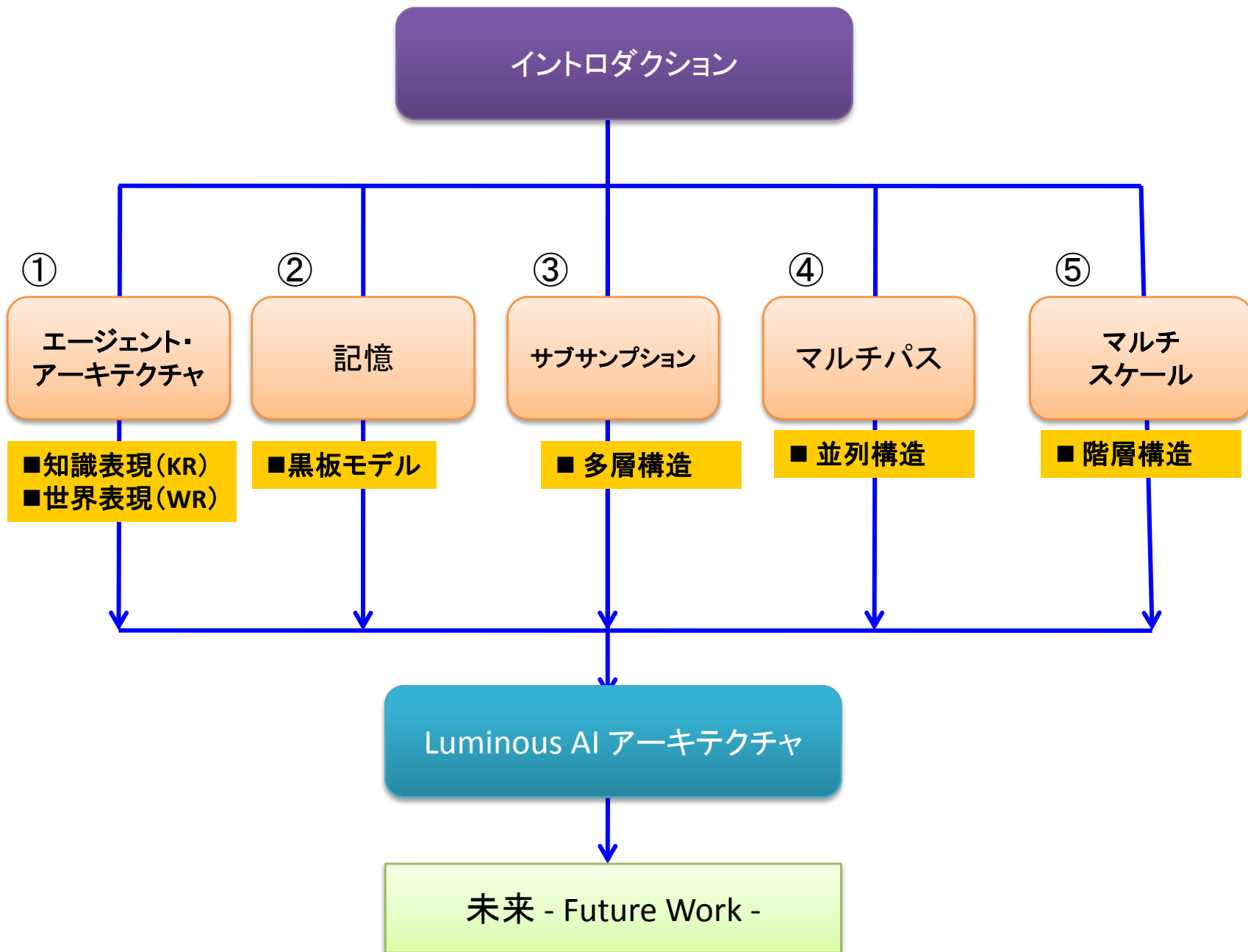
- 思考の階層性
(反射～プランニング)
- 知識の階層性

階層型思考

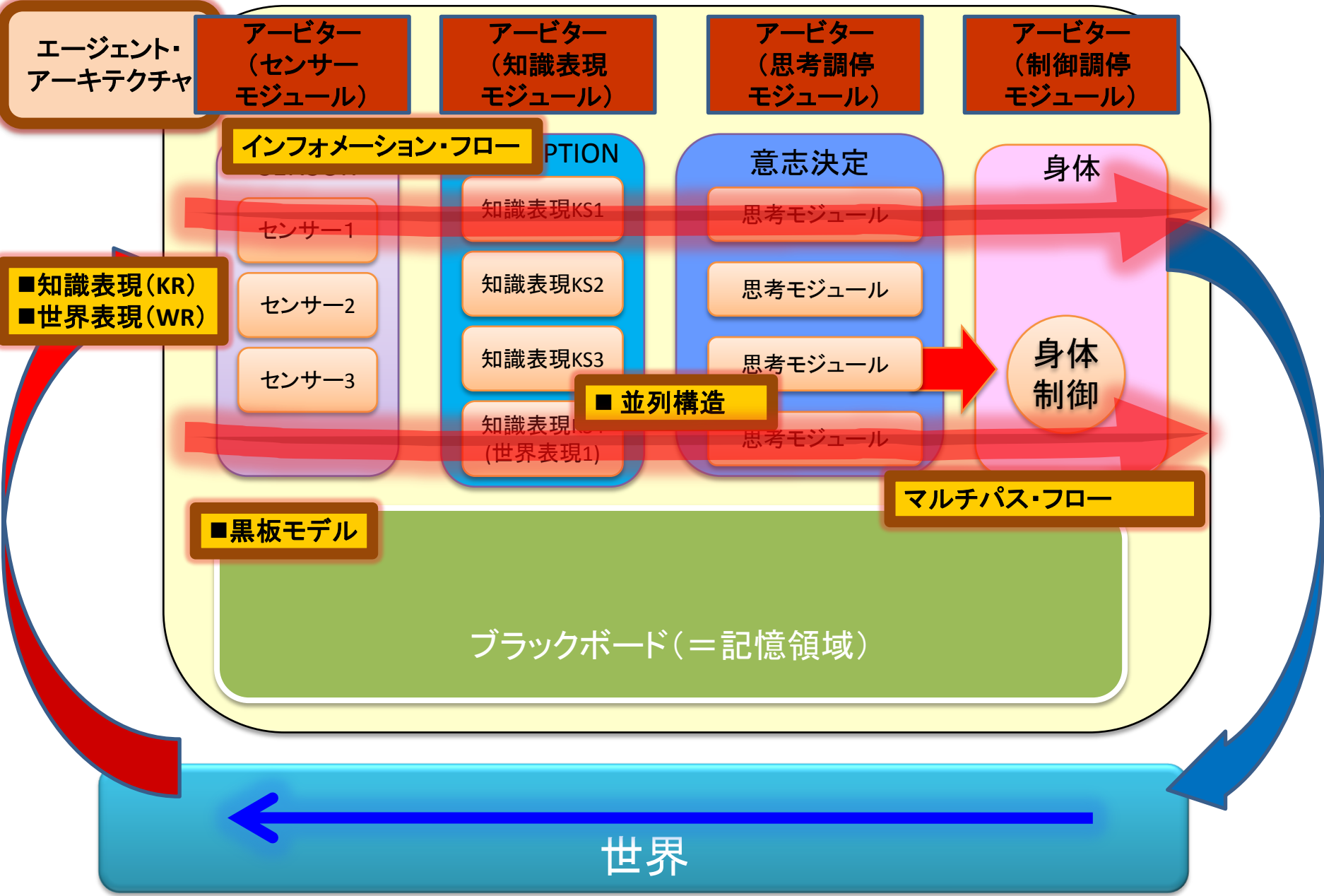
- 階層型ゴール指向プランニング (Goal-Oriented Planning)
(例) クロムハウズ (Xbox360)
- 階層型タスクネットワーク (HTN, Hierarchical Task Network)
(例) Killzone2



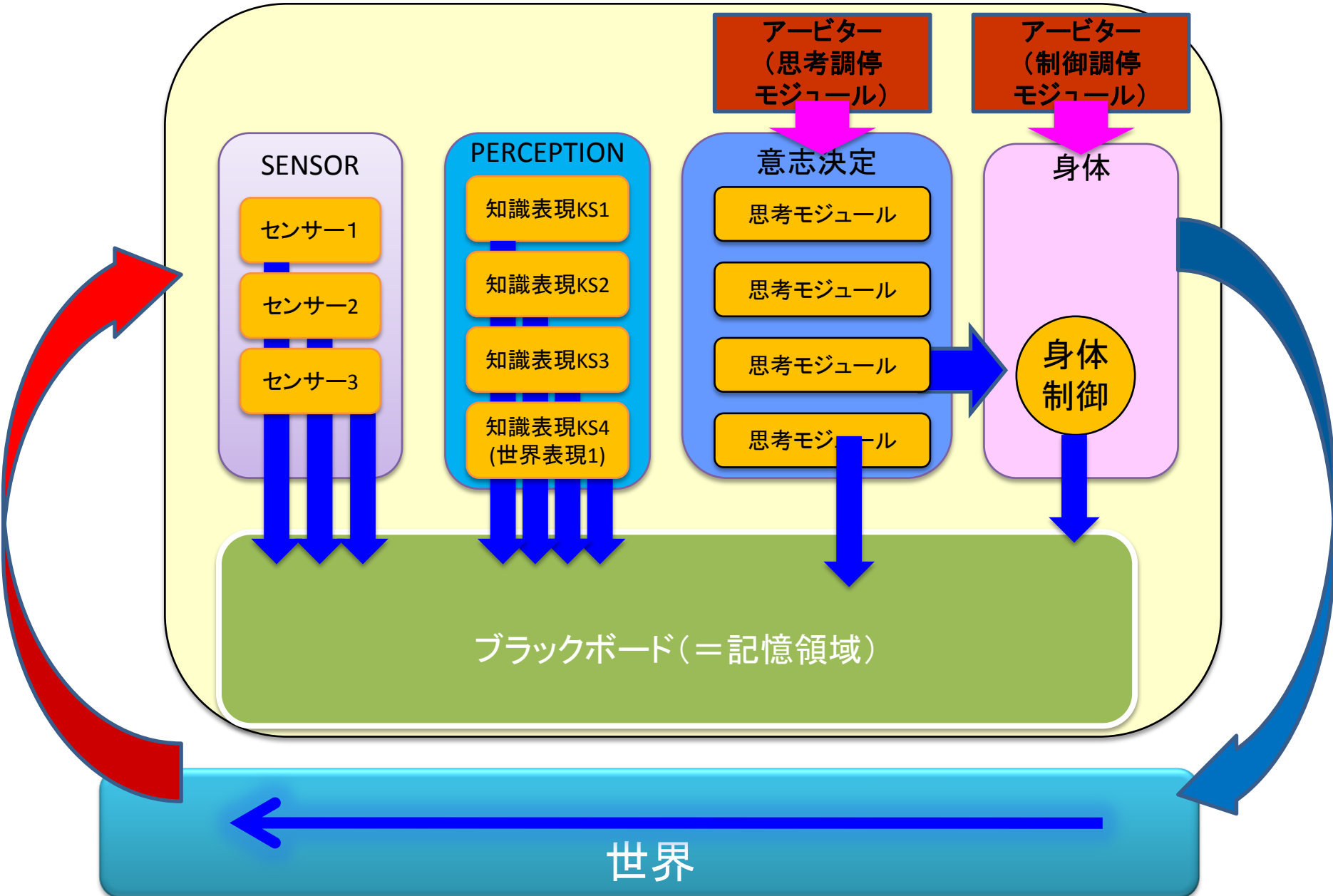
6. Luminous AI アーキテクチャのまとめ まとめ



Luminous AI Architecture



アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



ポテンシャル

Luminous AI Architecture の持つポテンシャルの展開

- 黒板モデル
- マルチパス・フロー
- 並列構造
- 知識表現 (KR)
- 世界表現 (WR)
- インフォメーション・フロー
- エージェント・アーキテクチャ

Luminous AI Architecture

AAA

中型

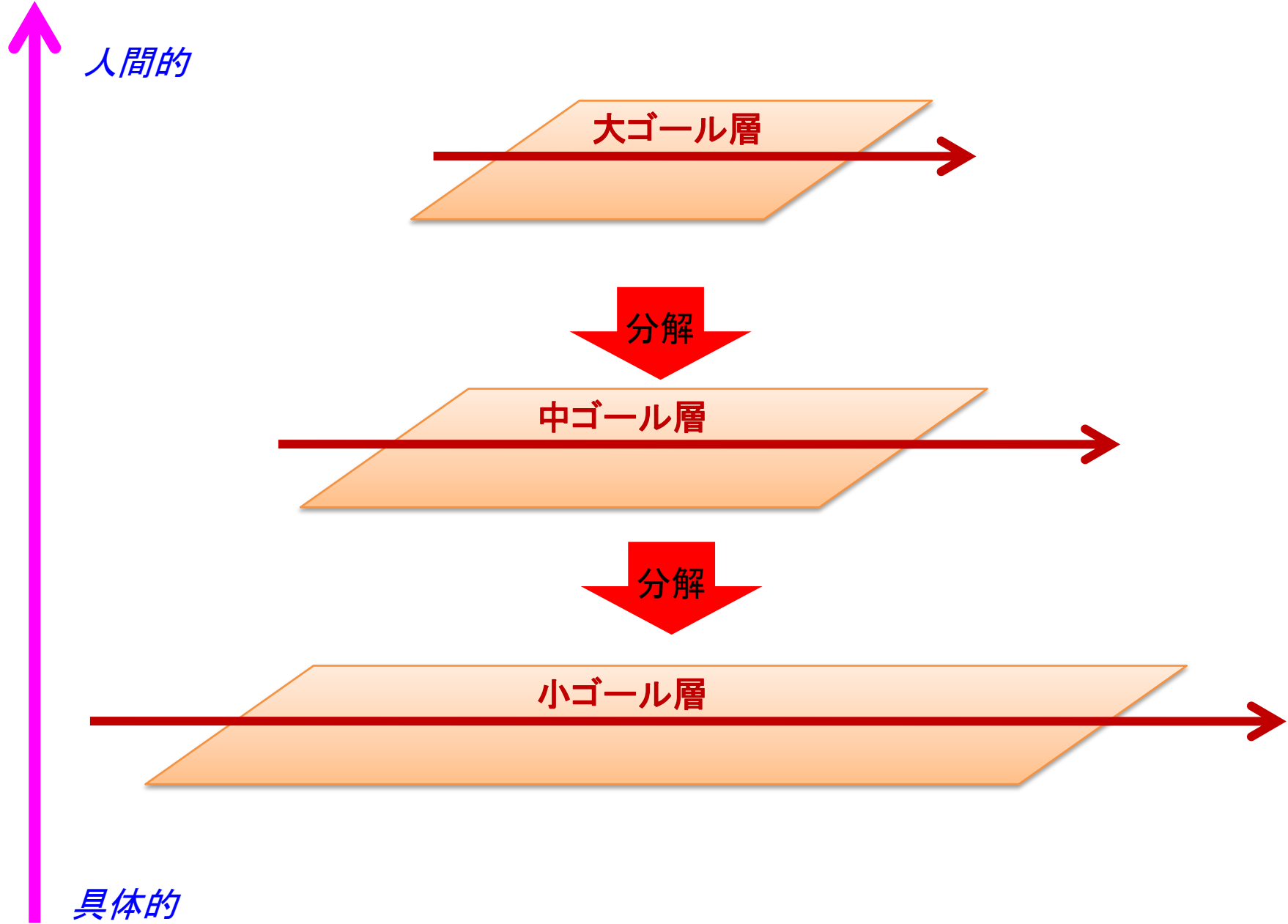
携帯
ゲーム
機器

ゲームによってスケーリングできるアーキテクチャ
= 多様なゲームに統一的な仕組みで対応

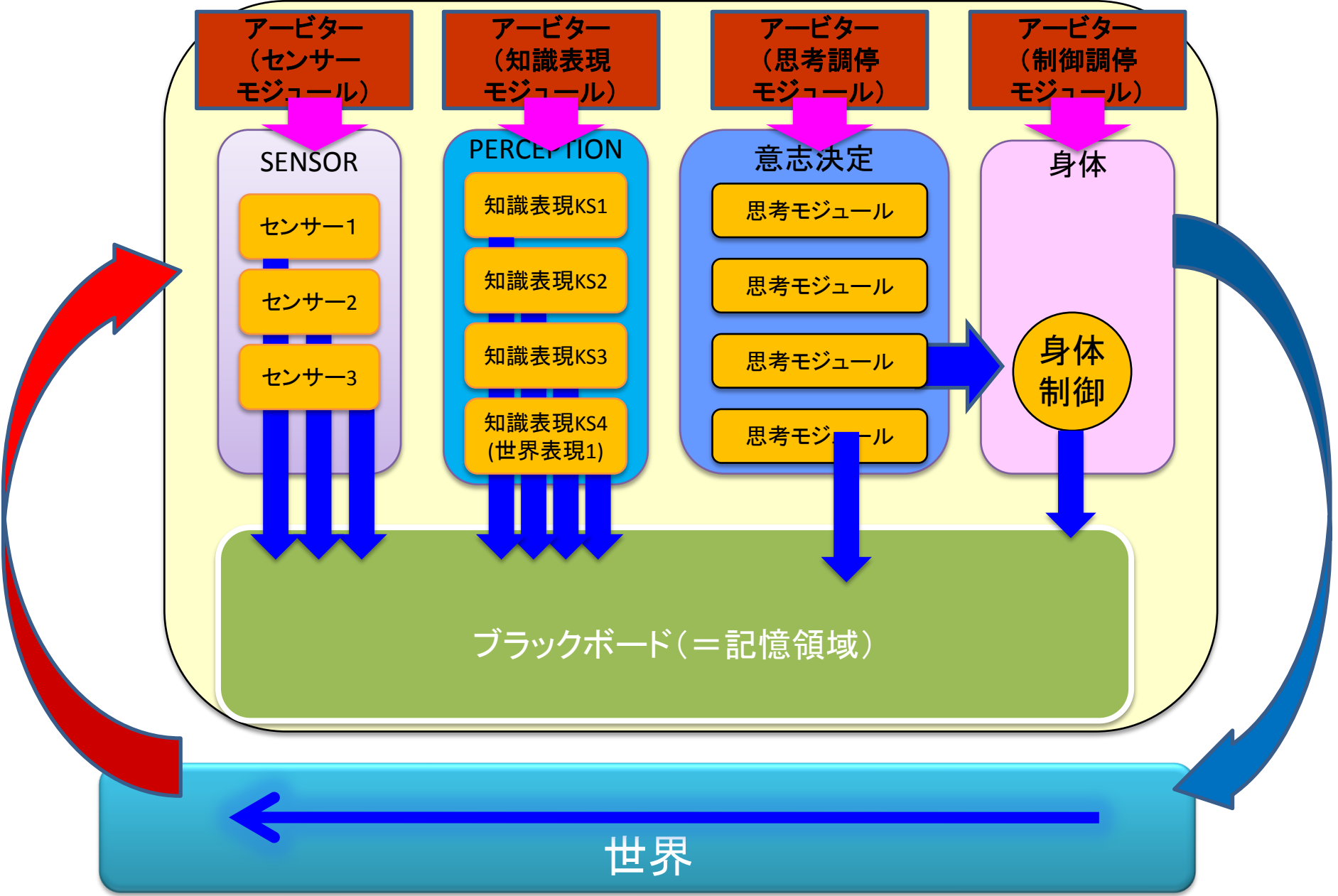
例えば、さらにアーキテクチャを拡張するには？

階層型思考

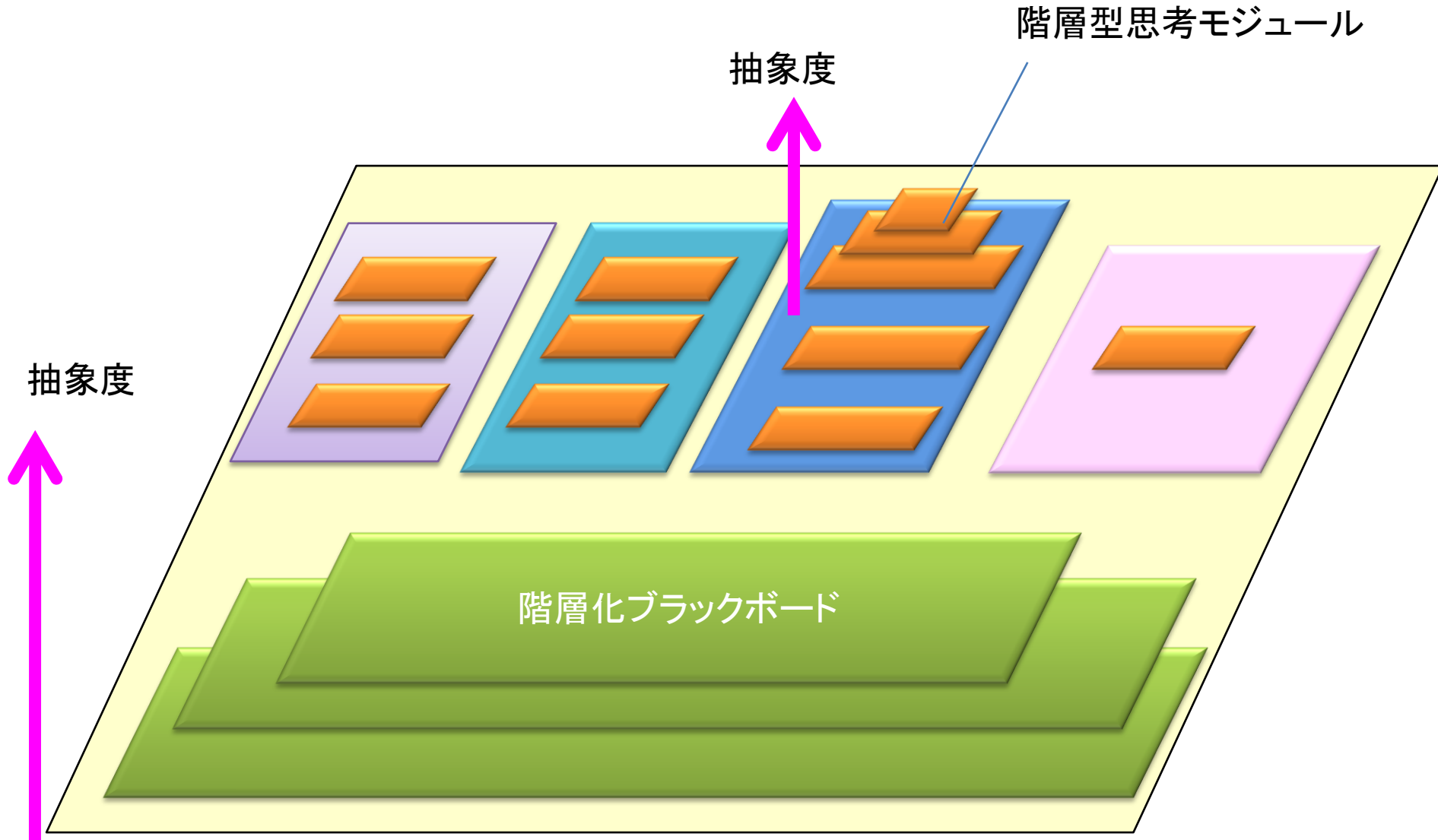
抽象度



アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



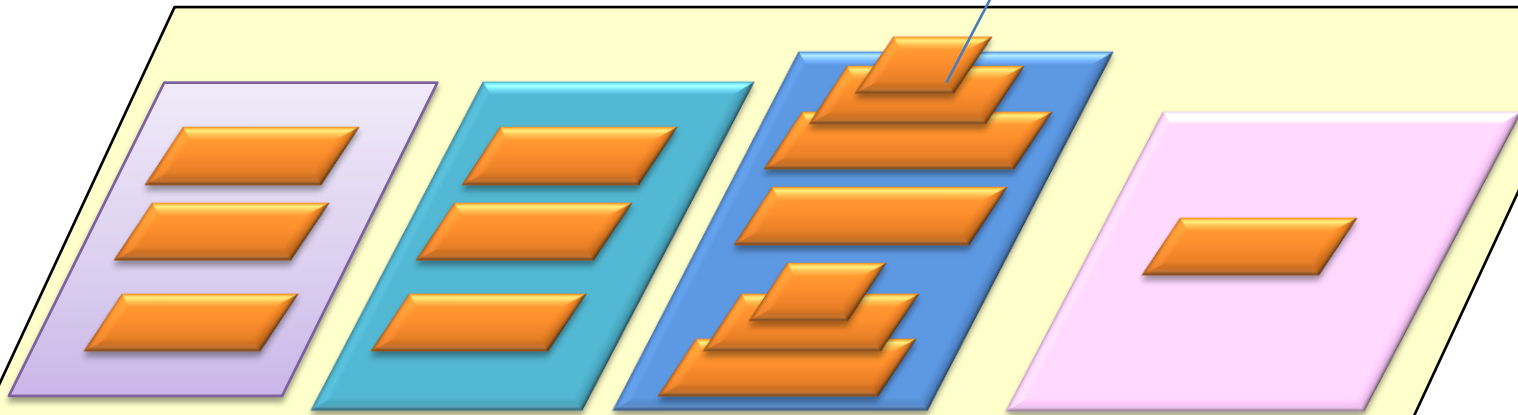
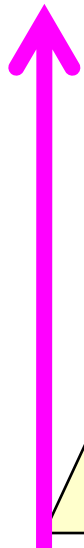
記憶・思考の階層化



記憶・思考の階層化

階層型思考モジュール

抽象度



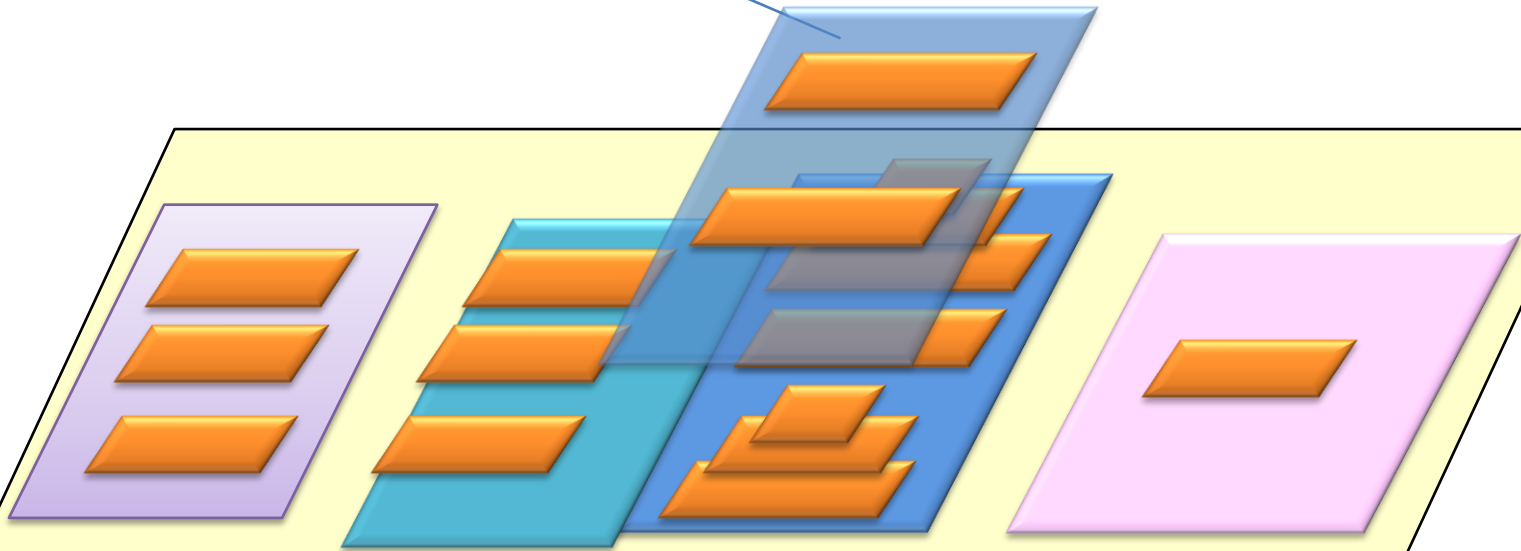
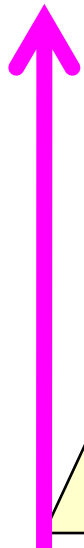
階層化ブラックボード



記憶・思考の階層化

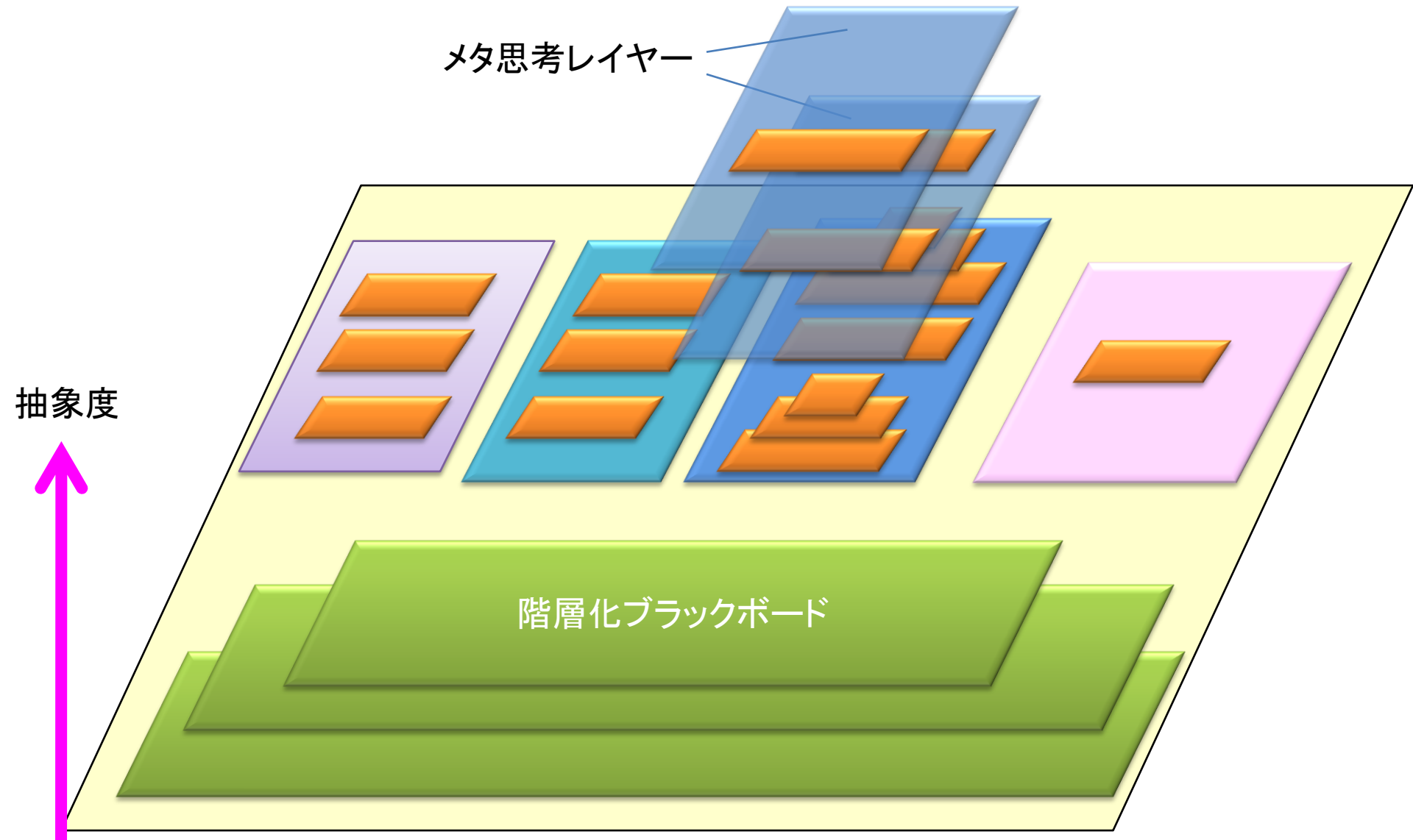
メタ思考レイヤー

抽象度



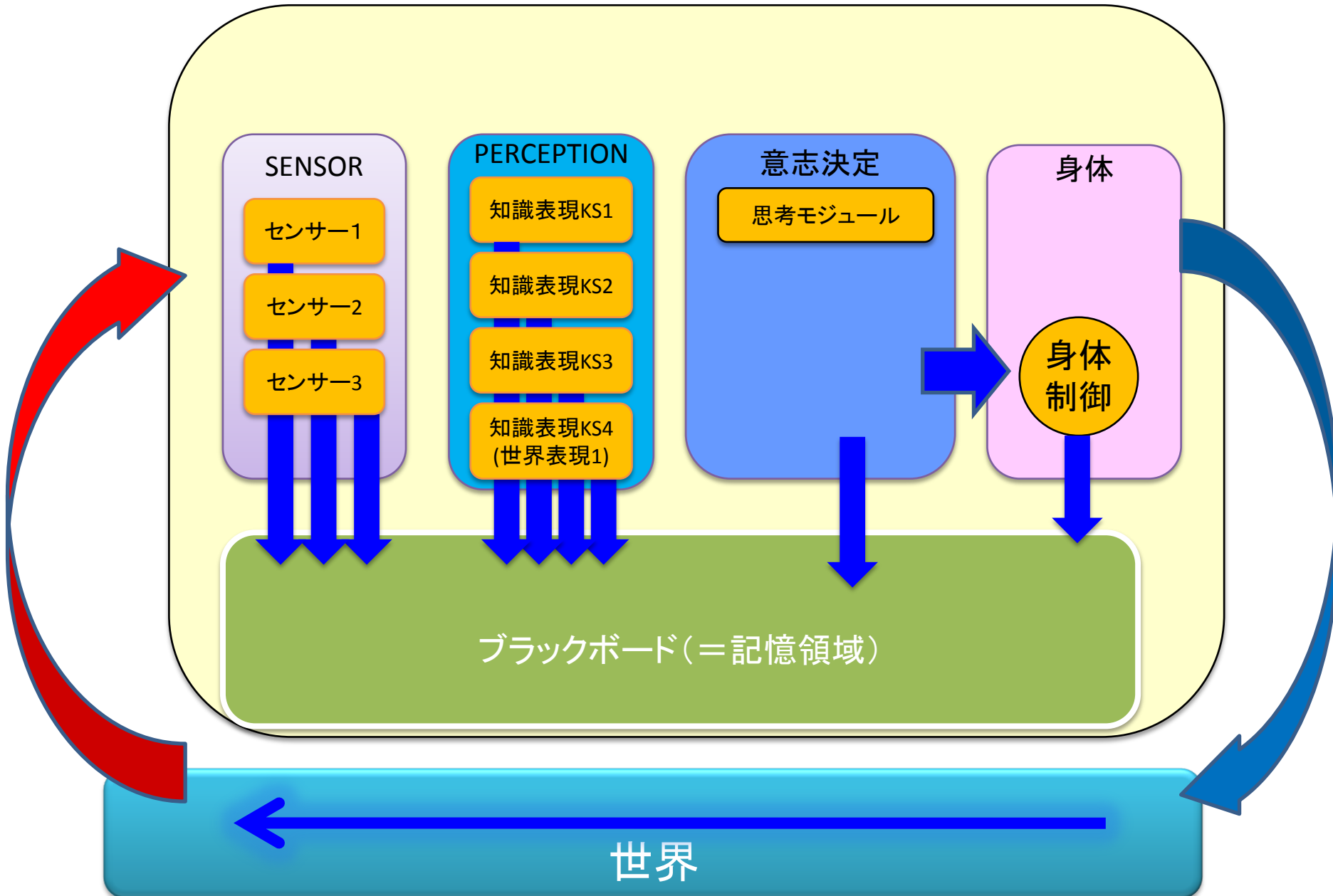
階層化ブラックボード

記憶・思考の階層化

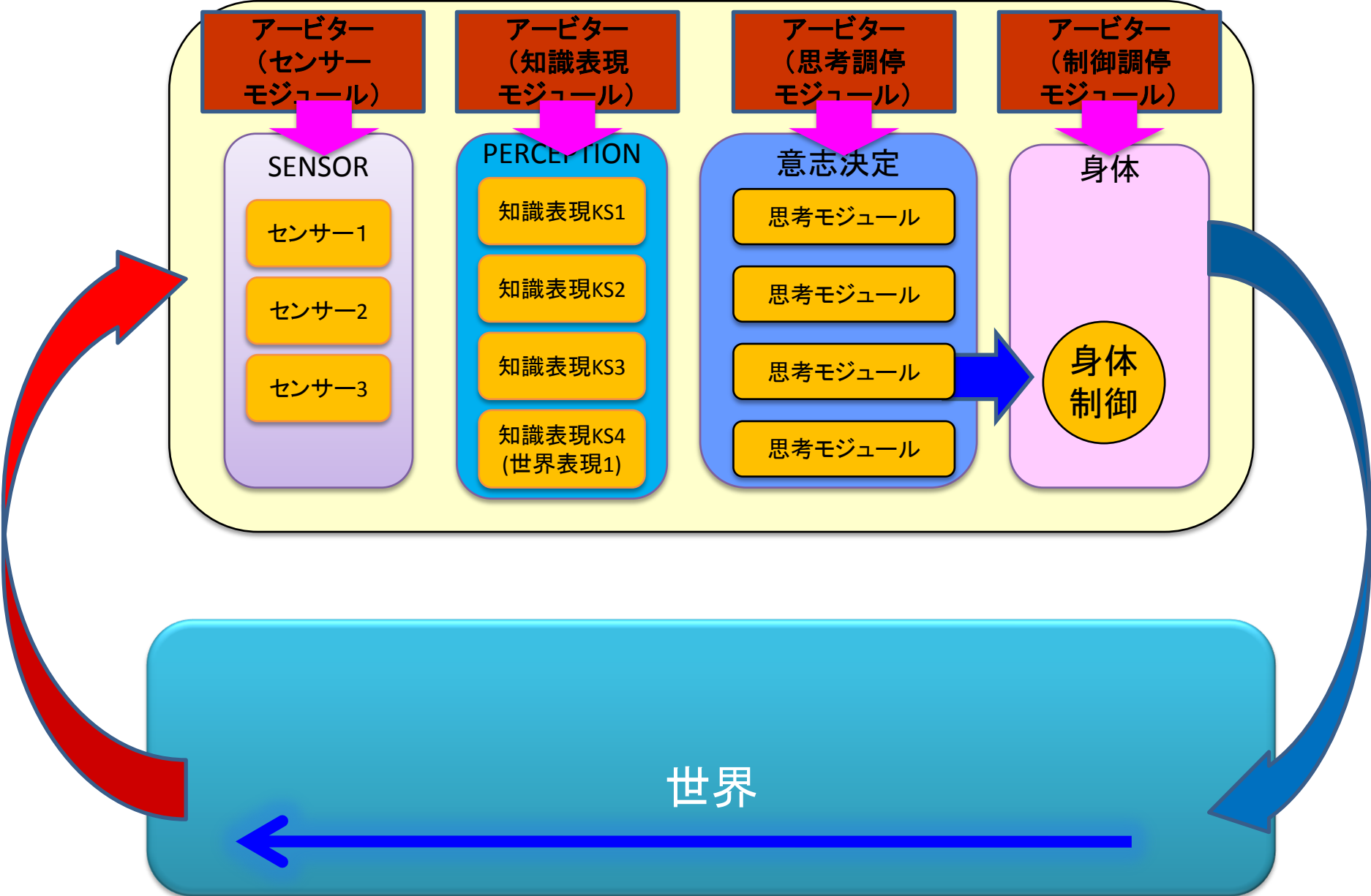


例えば、アーキテクチャをより簡単化するには？

アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ

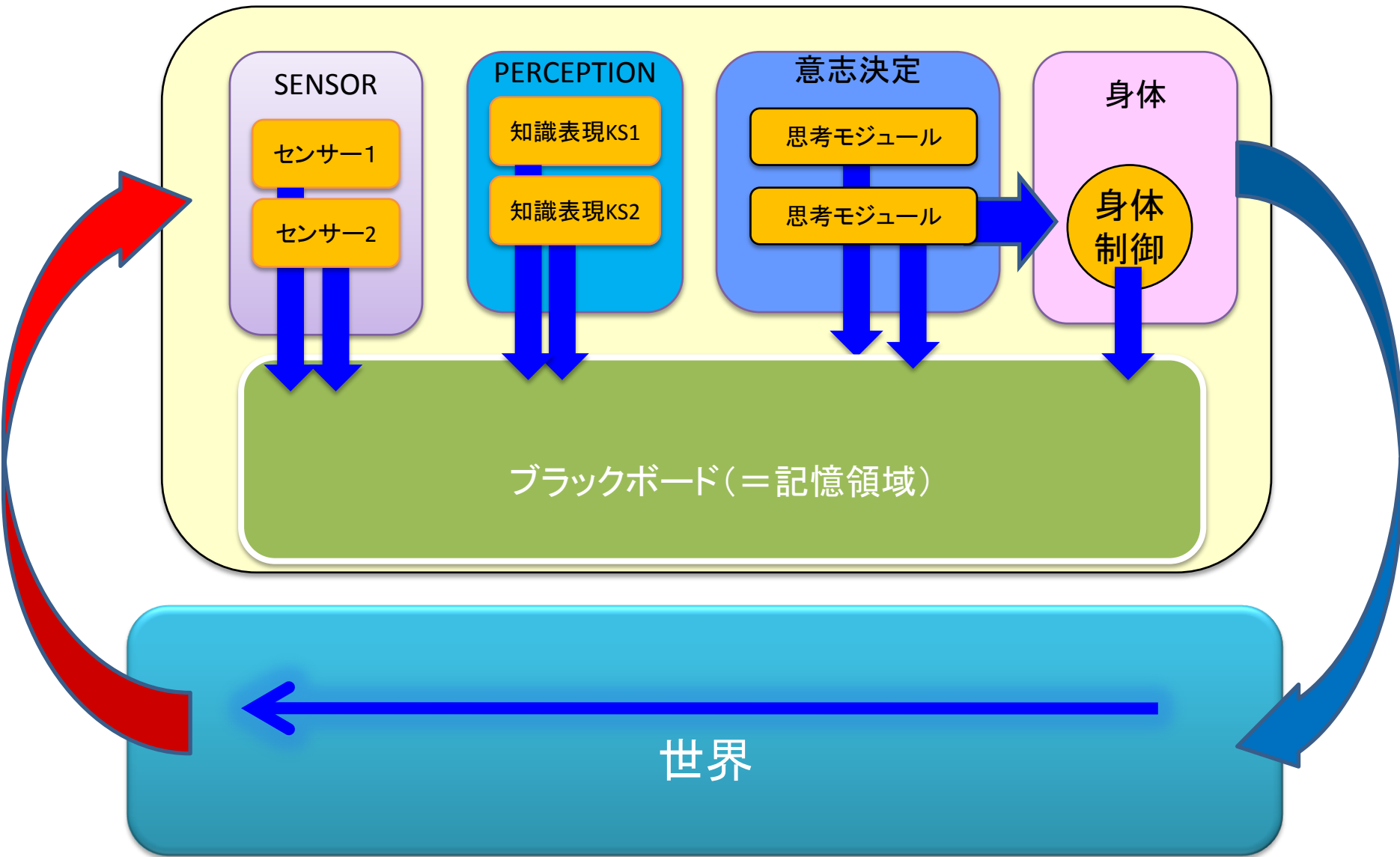


アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ

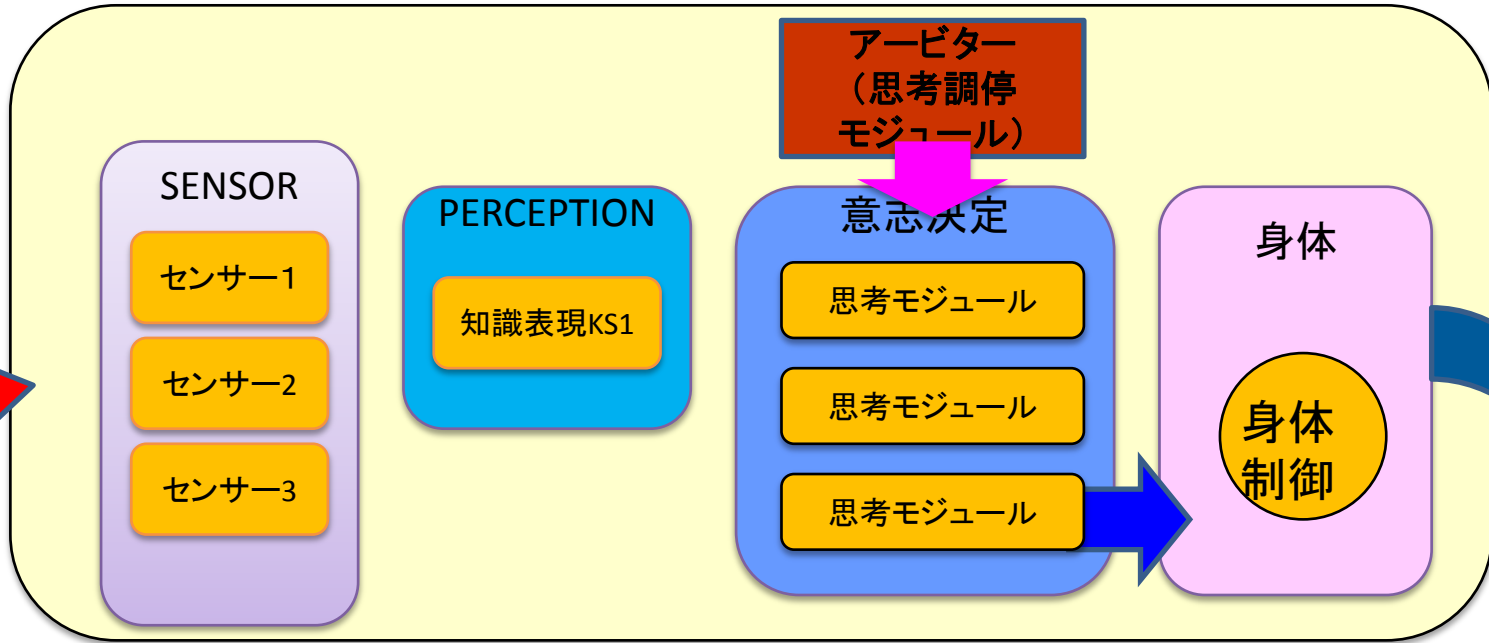


例えば、小型のアーキテクチャにするには？

アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



ポテンシャル

Luminous AI Architecture の持つポテンシャルの展開

- 黒板モデル
- マルチパス・フロー
- 並列構造
- 知識表現 (KR)
- 世界表現 (WR)
- インフォメーション・フロー
- エージェント・アーキテクチャ

Luminous AI Architecture

AAA

中型

携帯
ゲーム
機器

ゲームによってスケーリングできるアーキテクチャ
= 多様なゲームに統一的な仕組みで対応

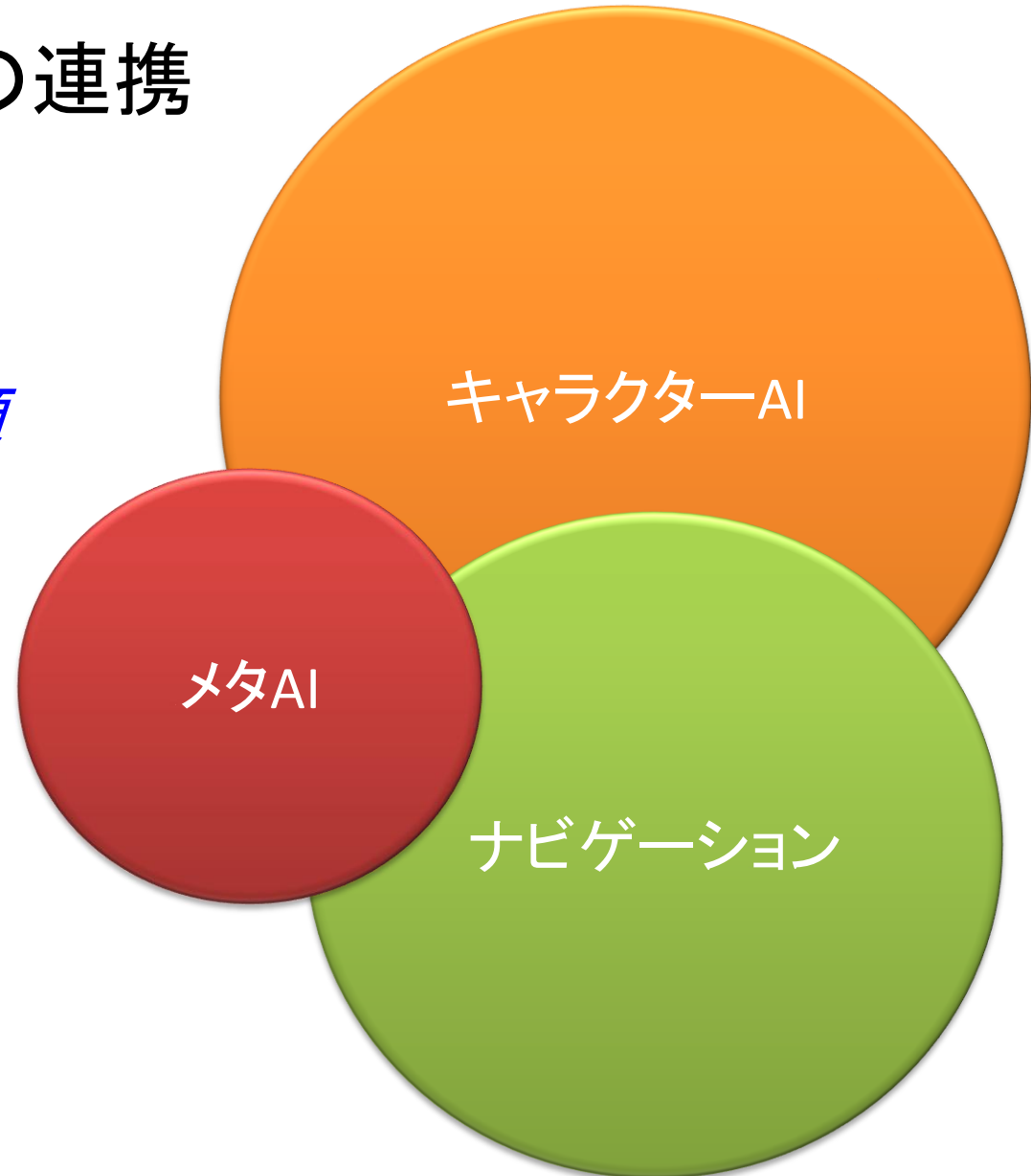
これからの課題

(1) アニメーションとの連携

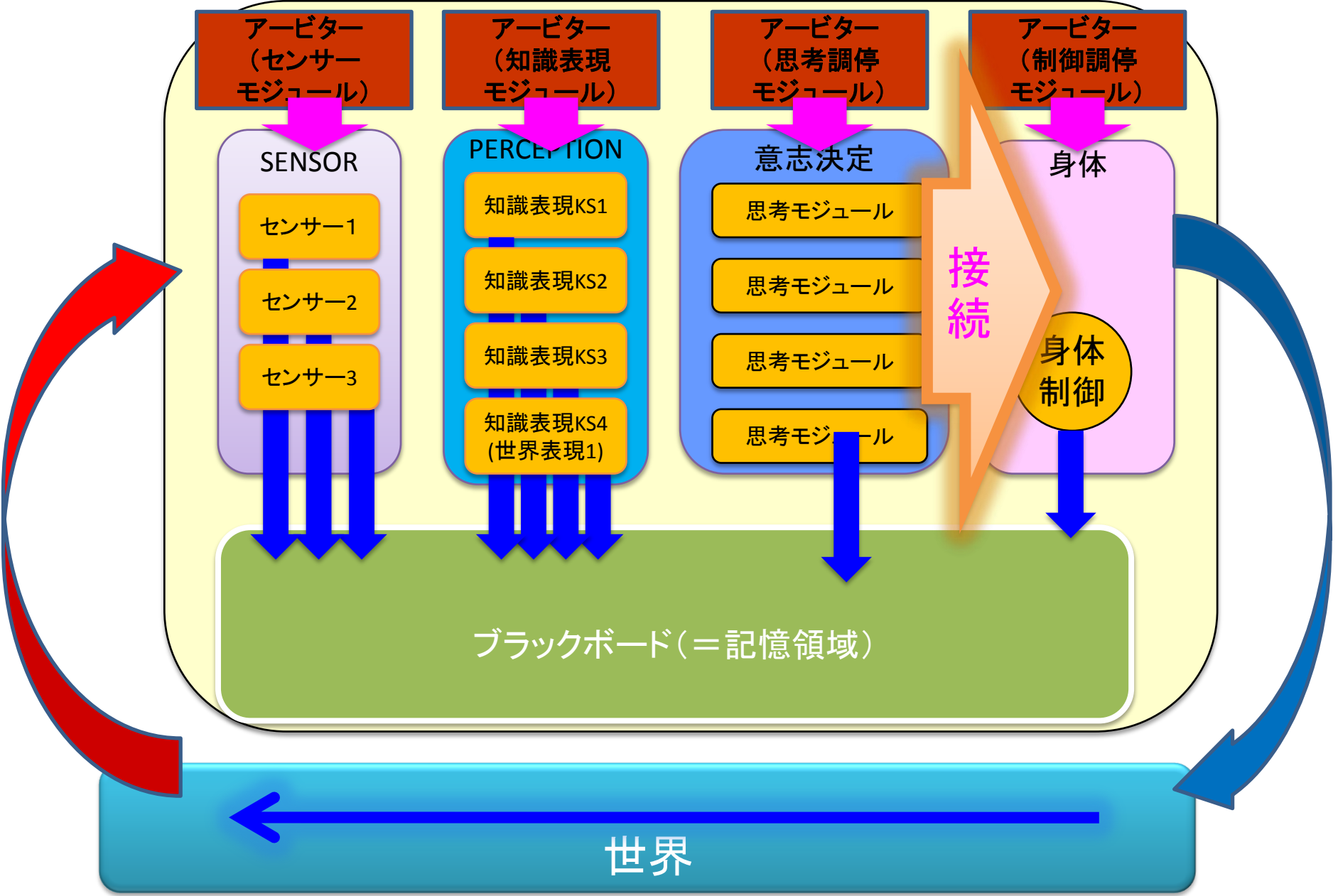
— 深く本質的な問題

(2) ナビゲーション

— 広大かつ難しい問題



アービター調整機能付き並行思考エージェントアーキテクチャ



Closing Talk & Q&A