

ゲームAI入門 (第二回) 「ゲームAI研究・開発の進め方」

三宅陽一郎

<http://www.facebook.com/youichiro.miyake>

Twitter: @miyayou

感想・ご質問は メールtwitter やfacebookまで

2014.4.25 @東京工科大学八王子キャンパス

ゲームAI入門(第一回) 「環境と知性の相互作用」

第一回資料: <http://blogai.igda.jp/article/95055524.html>

<http://www.facebook.com/youichiro.miyake>

Twitter: @miyayou

感想・ご質問は メールtwitter やfacebookまで

ゲームAI千夜一夜

<http://blogai.igda.jp/>

三宅陽一郎 論文・講演資料集(4)

<http://blogai.igda.jp/article/92899318.html>

今回、使用する公開AI資料

※以下のリストはすべて無料で公開されている資料で、どなたでもダウンロードできます。
※CeDIL は登録が必要です。

Mario AI コンテスト

Robin Baumgarten Infinite Mario AI - Long Level

<https://www.youtube.com/watch?v=DkMs4ZHr8>

Sergey Karakovskiy and Julian Togelius, Mario AI Competition@ICE-GIC 2009

<http://julian.togelius.com/mariocompetition2009/GIC2009Competition.pdf>

StarCraft におけるパス検索 (AIIDE 2011)

Bob Fitch, Evolution of RTS AI

<http://www.movingai.com/aiide11/BlizzardAI.zip>

<http://www.movingai.com/aiide11/speakers.html>

WarFrameにおけるメタ AI

AI Postmortems: Assassin's Creed III, XCOM: Enemy Unknown, and

Warframe (AI Summit 2013)

Daniel Brewer, Alex Cheng, Richard Dumas, Aleissia Laidacker

<http://www.gdcvault.com/play/1018223/AI-Postmortems-Assassin-s-Creed>

Kingdoms of Amalur: Reckoning におけるAIの位置取り

AI Postmortems: Kingdoms of Amalur: Reckoning, Darkness II and Skulls

of the Shogun (AI Summit 2012)

Daniel Brewer, Michael Dawe, Borut Pfeifer

<http://www.gdcvault.com/play/1015380/AI-Postmortems-Kingdoms-of-Amalur>

http://twvideo01.ubm-us.net/o1/vault/gdc2013/slides/824095Brewer_Daniel_AI%20Postmortems.pdf

シムシティのアルゴリズム

多摩豊, 『ウィル・ライトが明かすシムシティのすべて』, 角川書店, 1990

<http://simlabo.main.jp/educate/material/simshikumi.htm/>

KILLZONE2 AI

<http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/>

DUNIA ENGINE

<http://www.farcry2-hq.com/downloads.area.techdemos.htm>

三宅陽一郎「クロムハウズにおける人工知能開発から見るゲームAIの展望」(CEDEC2006)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/50>

森川 幸人

AI DAY(3) ゲームとAIはホントに相性がいいのか？ (CEDEC 2008)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/156>

大橋 晴行、高橋 義之、鎌田 浩平

AI DAY(4) 魔ごころを、きみに ～「勇者のくせになまいきだ。」が目指した自己組織化アルゴリズム～ (CEDEC 2008)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/162>

田邊雅彦、WCCF AIエンジニアリング (DiGRA JANAN 2009年5月公開講座、東京大学)

サッカーゲームAIの設計と実装

http://digrajapan.org/?page_id=279

<http://digrajapan.org/?wpdmact=process&did=OS5ob3RsaW5r>

安藤 毅「サカつく」のサッカー試合AIシステム (CEDEC 2010)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/379>

並木「ぼかぼかアイルー村における、アフォーダンス指向のAI事例。AIに多様な振る舞いをさせる手法」(CEDEC2011)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/697>

佐竹 敏久、池谷 章「ファンタシースターポータブル2のキャラメイクシステム」(CEDEC 2010)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/299>

小川卓哉 「Phantasy Star Online 2におけるプロシージャルBGMシステム」(CEDEC 2012)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/773>

岡村信幸「ARMORED CORE Vの対戦AIにおける階層型ゴール指向プランニングと機体制御」(CEDEC2011)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/591>

岡村信幸「ARMORED CORE Vのパス検索」(CEDEC2011)

<http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/593>

横山貴規氏、グラヴォ・ファビアン

FFXIV サーバーサイド経路探索システム

<http://www.4gamer.net/games/032/G003263/20121205079/>

学歴？



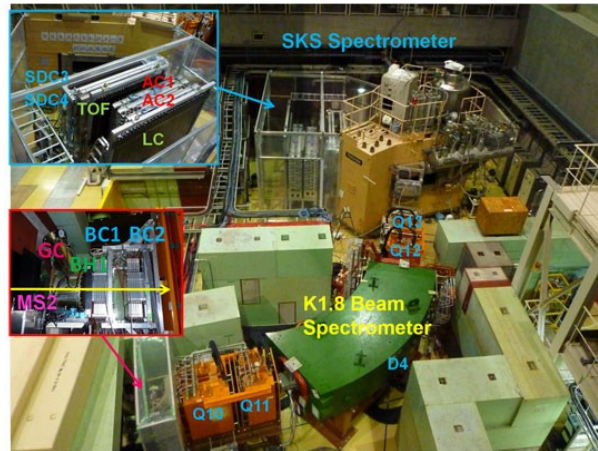
京都大学(数学)



大阪大学(原子核実験物理)



東京大学
(エネルギー工学/人工知能)



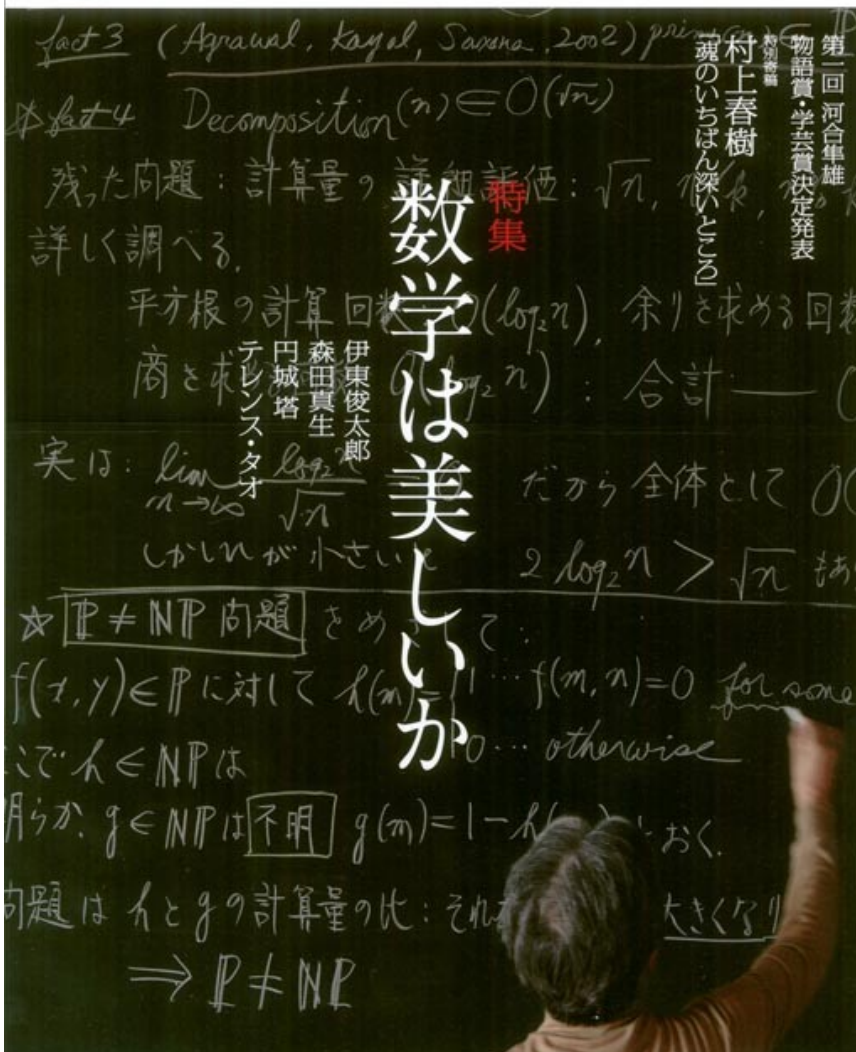
高エネルギー加速器研究所(半年ぐらい。修士論文)

考える人



plain living & high thinking

No.45
季刊誌 2013年夏号
2013 Summer Issue



数学は美しいか

第二回 河合隼雄
物語賞・学芸賞決定発表
特別寄稿
村上春樹
魂のいちばん深いところ

伊東俊太郎
森田真生
円城塔
テレンス・タオ



考える人



plain living & high thinking

季刊誌 2013年夏号 2013年8月4日発行

特集 数学は美しいか 13

グラフィック	池田亮司 14	杉本博司 16	Orist 18	数学を変えた人々 20	算額 26
イントロダクション	数学の愉悅を味わうために 山本貴光 28				
インタビュー	円城塔 天才数学者は、変人とはかぎらない 32				
	伊東俊太郎 人は数学に何を求めてきたか 41				
	三宅陽一郎 人工知能は数学を理解できるのか 48				
	私が世界で一番美しいと思う数式・証明 54				
エッセイ	森田真生 数学と情緒 56				
ルポルタージュ・エッセイ	筑駒中高数学科学研究会 藤田は数学6+ 竹内薫 超難問と天才数学者の世界を探検する 66				
	長岡亮介 東大の数学科入試問題は美しい? 70				
	深川英俊 算数の数しり74				
これも数学	中島さち子 78				
	鎌リュウジ 80				
	野崎昭弘 84				
	吉村仁 86				
	Orist 88				
ブックガイド	発見と難問の森に遊ぶ 山本貴光 91				
論文	テレンス・タオ 素数の研究 — その構造とランダム性について 96				

第1回	河合隼雄 物語賞・学芸賞 決定発表	107	考える人 鳥類学者は 恐竜をかく語りき 川上和人	188
	選評 受賞のことば 西加奈子 藤原辰史	108		
	特別寄稿 村上春樹 魂のいちばん深いところ	102		

新連載	富士—ある山の伝記 池内紀 134	アメリカン・レガシー 渡辺靖 148
-----	-------------------	--------------------

連載 high thinking		
ヨーロッパの身体性 鹿若孟司	126	柳田国男、今いずこ 山折哲雄 204
新地球紀行 大河内直彦	168	琥珀のアーカイブ 今福龍太 214
東北巡礼 吉本直子、中野晴生	176	生命の内と外 永田和宏 224
行ったり来たり マイケル・エメリック	186	チキウスズイン 木内達朗 234
ニッポンの馬 内澤菊子	190	考えない 宮沢肇夫 238
月日の残像 (最終回) 山田太一	200	

連載 plain living		
日本のすこい味 平松洋子	114	『犬が星見た』をめぐる旅 高山なおみ 156
京都寺町お茶ごよみ 渡辺都	124	娘と私 さげさかのりこ 164
私の暮らしかた (最終回) 大貫妙子	144	考える手 コシナのレンズ 240

連載 graphic special		
ニッポンの里山 今森光彦	8	動物たちの惑星 岩合光昭 248

今号、94-97ページ「ANSは動物」は原稿が欠けています。

Books

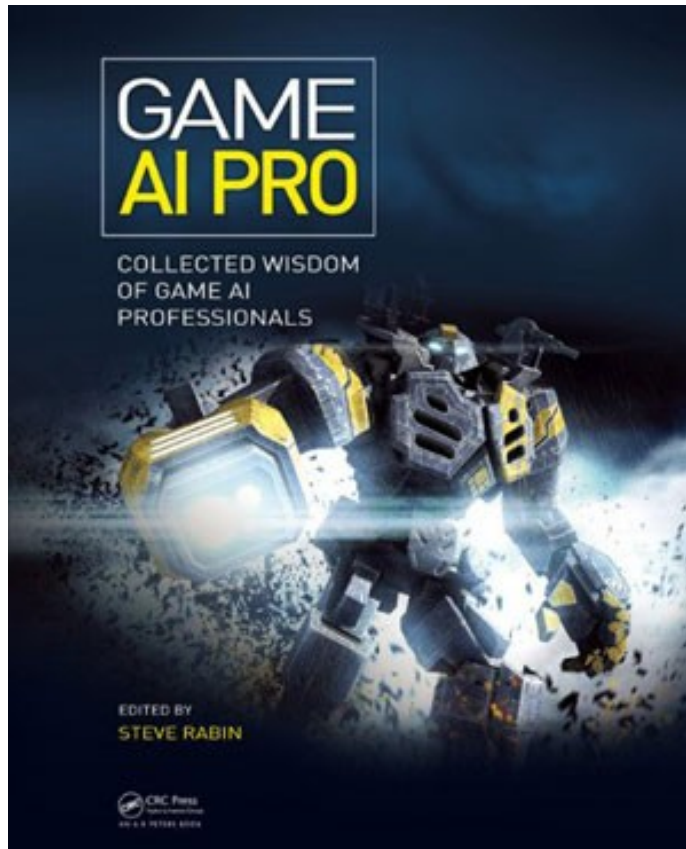


Table of Contents

General Wisdom

~

Movement and Pathfinding

Pathfinding Architecture Optimizations

Steve Rabin and Nathan Sturtevant

Choosing a Search Space Representation

Nathan R. Sturtevant

Creating High-Order Navigation Meshes through Iterative Wavefront Edge Expansions

D. Hunter Hale and G. Michael Youngblood

Precomputed Pathfinding for Large and Detailed Worlds on MMO Servers

Fabien Gravot, Takanori Yokoyama, and Youichiro Miyake

Techniques for Formation Movement using Steering Circles

Stephen Bjore

Collision Avoidance for Preplanned Locomotion

Bobby Anguelov

Crowd Pathfinding and Steering Using Flow Field Tiles

Elijah Emerson

Efficient Crowd Simulation for Mobile Games

Graham Pentheny

Animation-Driven Locomotion with Locomotion Planning

Jarosław Ciupiński

Strategy and Tactics

Tactical Position Selection: An Architecture and Query Language

Matthew Jack

Tactical Pathfinding on a NavMesh

Daniel Brewer

Beyond the Kung-Fu Circle: A Flexible System for Managing NPC Attacks

Michael Dawe

Hierarchical AI for Multiplayer Bots in Killzone 3

Remco Straatman, Tim Verweij, Alex Champandard, Robert Morcus, and Hylke Kleve

Using Neural Networks to Control Agent Threat Response

Michael Robbins

~

Precomputed Pathfinding for Large and Detailed Worlds on MMO Servers
Fabien Gravot, Takanori Yokoyama, and Youichiro Miyake

<http://www.crcpress.com/product/isbn/9781466565968>

本日の講義の主題

- デジタルゲームAIの研究の進め方
- デジタルゲームAIの情報の集め方

研究...の前に

- 研究の前に、自分で一ヶ月間ゲームを作り、その人工知能を作ってみることをお勧めします。
- 本や文献はあとからいくらでも読めるので、まずは自分で苦しみながら考え抜いて作ってみましょう。(とても大切)



デジタルゲームAIってどういう分野
でしょう？

Mario AI Contest

- 最近はいろいろな学会で、AIコンテストが開催されている。
- AIコンテストの目的は学術のAI知識を、商業のAI技術へと変換してアピールすること。
- 成功している、とは言い難いがこれから。

今回は

Mario AI Competition@ ICE-GIC 2009、Sergey Karakovskiy and Julian Togelius
<http://julian.togelius.com/mariocompetition2009/GIC2009Competition.pdf>

文書を参考に解説いたします。

課題1

ステージが自動生成されるスーパーマリオのAIをどう作るかを考えてみてください。

- (1) 何が一番問題となるか？
- (2) どのような技術を用いるか？
- (3) どのような仕様書を作るか？

設定

- マリオのセンサーは周囲の限られたマスの状態だけと取れる。

マリオAIコンテスト

(1) 国際学会併設のAIコンテスト

※最近、海外ではデジタルゲームにおける人工知能技術の研究が盛んになっており、大きな大会では、論文発表と並行してコンテストが行われる場合が多い。ほとんどは、大学の研究室やゲーム企業などからエントリーされる。

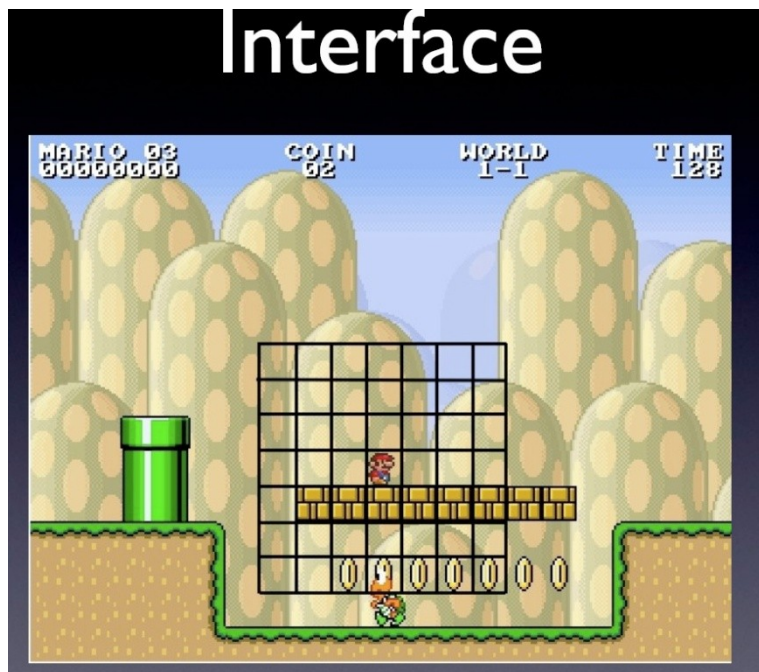
(2) 毎年、恒例化

<http://www.mariaoai.org/>

- ## (3) 目的:
- デジタルゲームの題材を提供する
 - = 研究を実際のゲームに結びつける
 - = デモンストレーション、産業へアピール

競技設定

- (1) Infinite Mario によって、ステージは自動生成
- (2) マリオは決められた周囲の環境の情報を取って来ることができる。



Interface

```
Environment.java // always the same dimensionality 22x22
// always centered on the agent
public byte[][] getCompleteObservation();
public byte[][] getEnemiesObservation();
public byte[][] getLevelSceneObservation();
public float[] getMarioFloatPos();
public float[] getEnemiesFloatPos();
public boolean isMarioOnGround();
public boolean mayMarioJump();

Agent.java
public enum AGENT_TYPE
    {AI, HUMAN, TCP_SERVER}
public void reset();
public boolean[] getAction
    (Environment observation);
public AGENT_TYPE getType();
public String getName();
public void setName(String name);
```

優勝作品：Robin Baumgarten (2K Games)

IDEA

- Analyse Mario's physics engine to obtain movement equations for all objects
- Create our own physics engine that can predict next world state
- Plug engine into an A* algorithm to evaluate fitness of each node
- Heuristic: How long before Mario reaches goal?
- Penalty for falling into gaps or being hurt
- Ignore coins, enemies, power-ups (for now!)

優勝作品：Robin Baumgarten (2K Games)

アイデア

- スーパーマリオの全ての敵の挙動を解析して数式に落しておく。
- 数式に基づいて、常に次の環境(世界)の状態を予測する。
- 各ノードの適合値を予測に基づいて計算する。
- A* のヒューリスティック関数：目的の場所までにかかる時間
- 穴に落ちたり、ダメージを食らったりするケースはペナルティを加える。
- コイン、敵撃墜、パワーアップはとりあえず今のところ無視。

A* ALGORITHM

- Best–first graph search algorithm
- Need heuristic that estimates remaining distance
- Keep set of “open” nodes (initially: start node)
- While open set not empty:
 - Pick node in open set with **lowest estimated total distance from start to goal**
 - If node == goal: finish. Create path by backtracking through ancestors.
 - Generate child nodes, put them into open list (only if better than existing nodes for that location)
- If heuristic admissible (always underestimating), we then have the shortest path to goal.



A*検索の解説

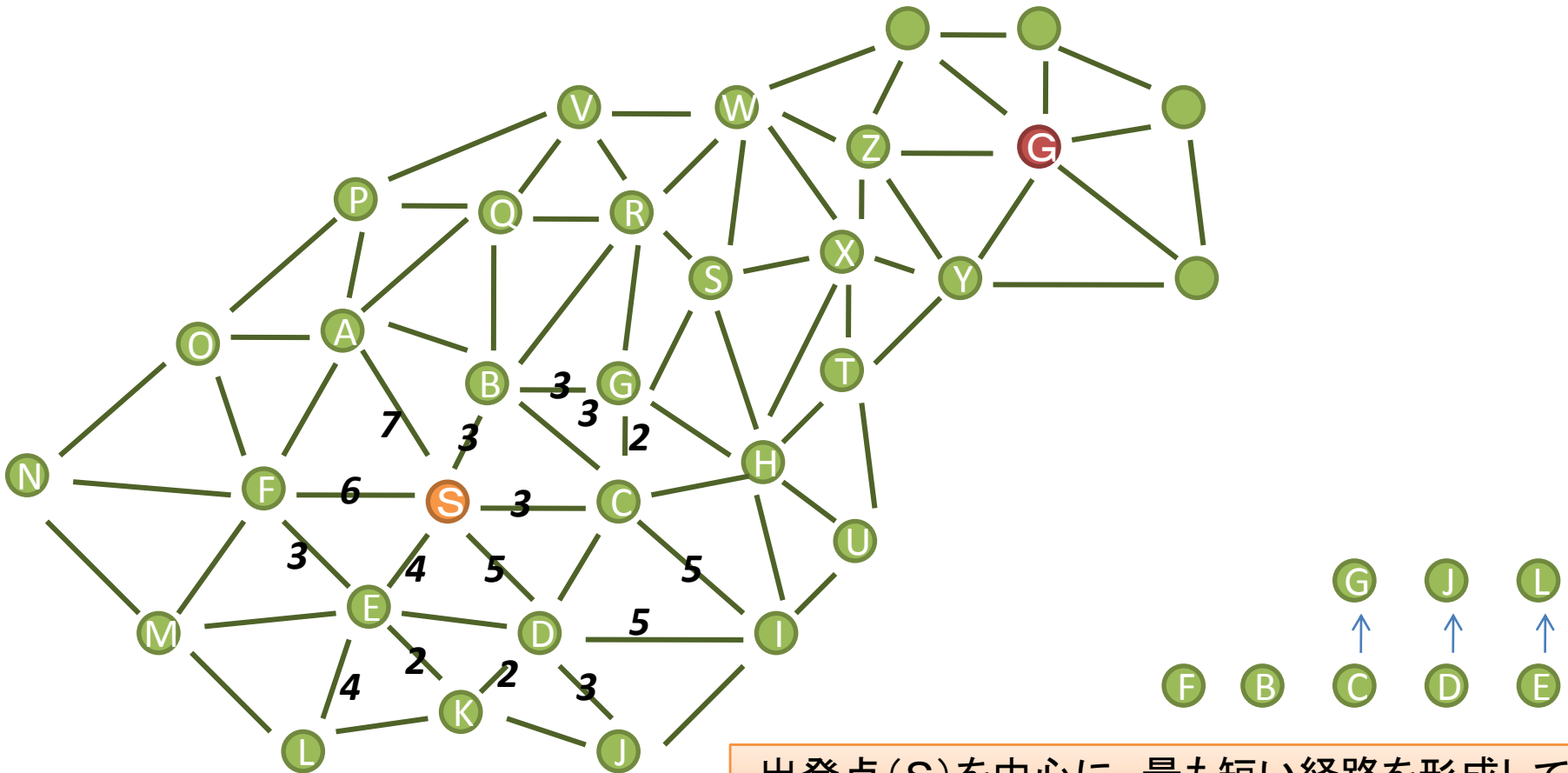
A* アルゴリズム

- Best-First Search アルゴリズム
- ゴールまでの残りコストを推定するヒューリスティック関数
- オープンノード群を保持する(最初はスタートノードだけ)
- オープンセットが空でない間
 - オープンセットの中でトータル推定コストが最も低いノードをピックアップする
 - ノード=ゴールになれば、その経路が求めるべき経路。
 - 子ノードをオープンセットに追加(もし既存のノードでも、経路推定がよりよければ、入れ替える)
- ヒューリスティック関数が適切ならば、正解を求めることができる。(ヒューリスティック関数は実際より下に見積もるものを取ることが大切)

ネットワーク上のグラフ検索法

ダイクストラ法

各ノードの評価距離 = 出発点からの経路

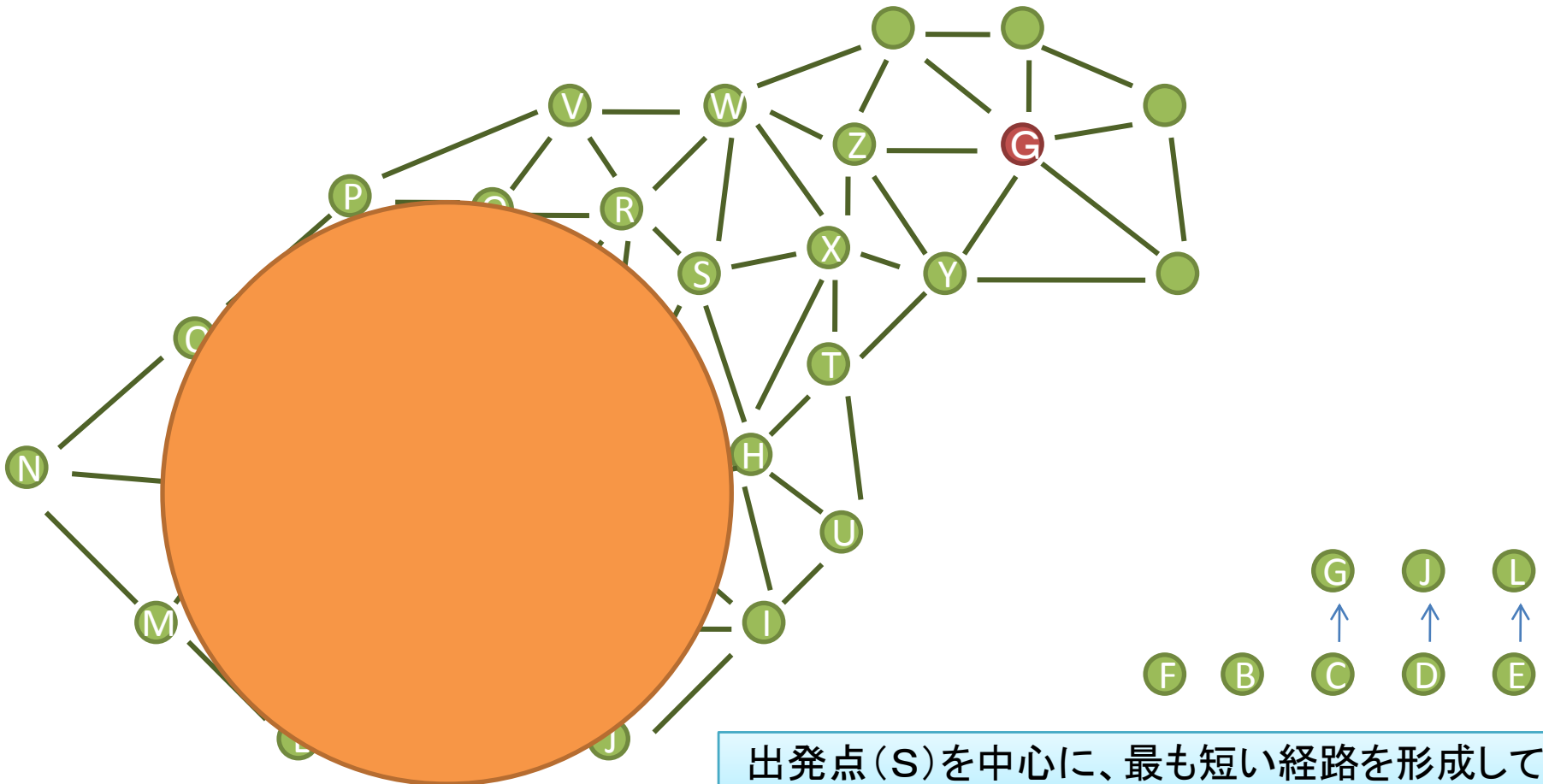


出発点(S)を中心に、最も短い経路を形成して行く。Gにたどり着いたら終了。

ネットワーク上のグラフ検索法

ダイクストラ法

各ノードの評価距離 = 出発点からの経路



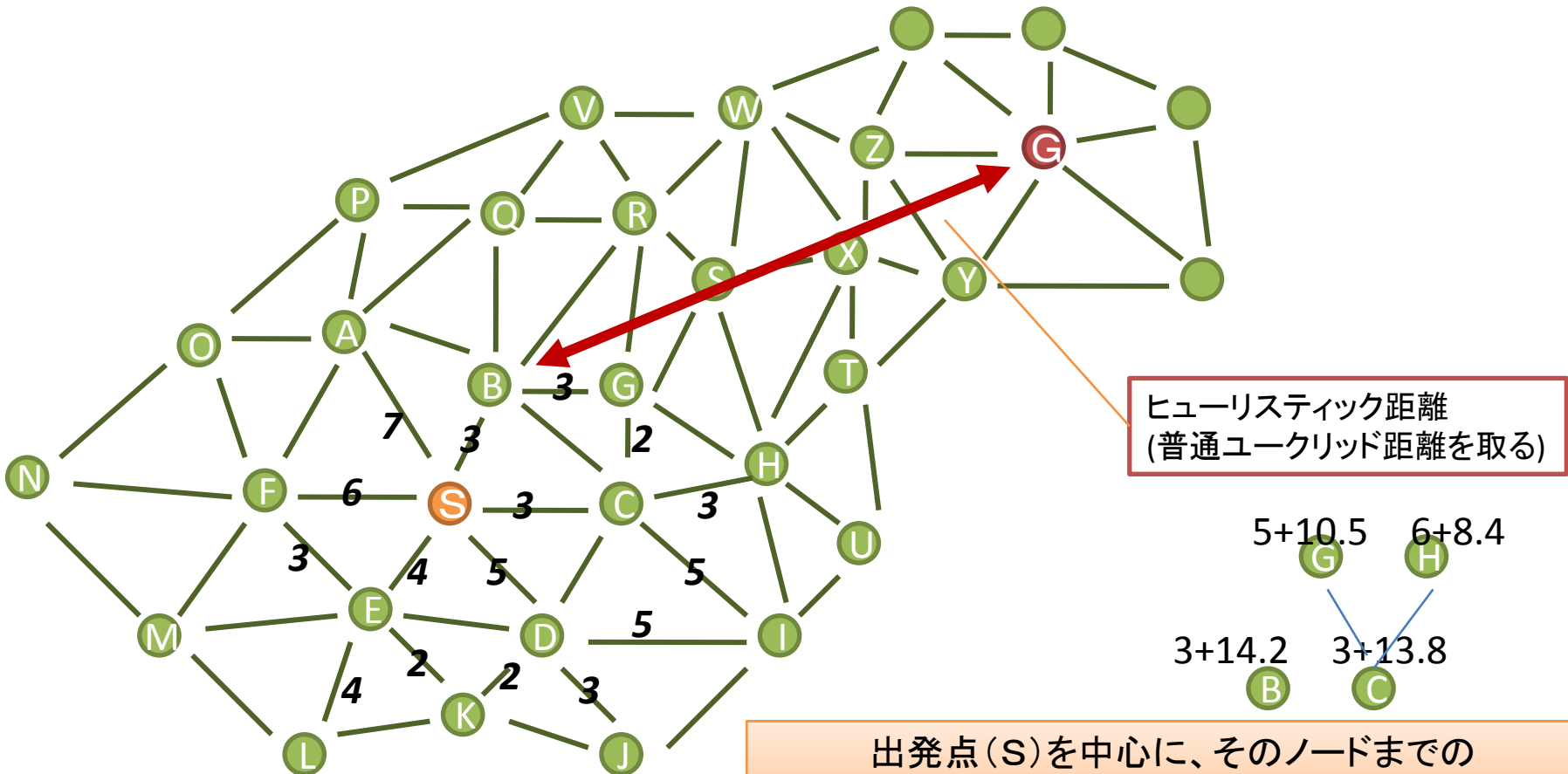
出発点(S)を中心に、最も短い経路を形成して行く。Gにたどり着いたら終了。

ネットワーク上のグラフ検索法

A*法

ゴール地点がわかっている場合、現在のノードとゴールとの推定距離(ヒューリスティック距離)を想定して、トータル距離を取り、それが最少のノードを探索して行く。

各ノードの評価距離 = 出発点からの経路 + ヒューリスティック距離



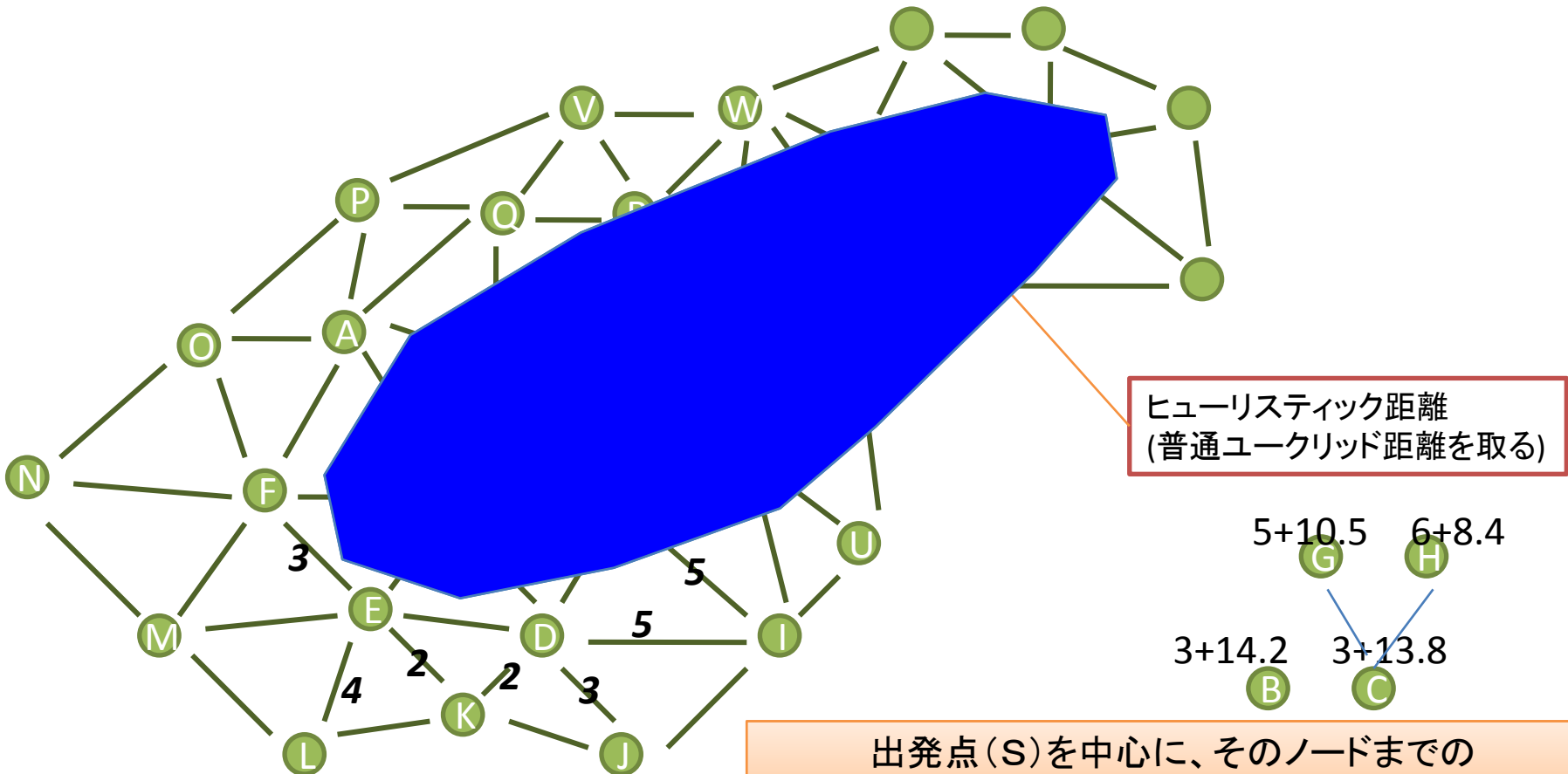
出発点(S)を中心に、そのノードまでの最も短い経路を形成して行く。Gにたどり着いたら終了。

ネットワーク上のグラフ検索法

A*法

ゴール地点がわかっている場合、現在のノードとゴールとの推定距離(ヒューリスティック距離)を想定して、トータル距離を取り、それが最少のノードを探索して行く。

各ノードの評価距離 = 出発点からの経路 + ヒューリスティック距離



出発点(S)を中心に、そのノードまでの最も短い経路を形成して行く。Gにたどり着いたら終了。

A*検索の解説(終了)

A* IN MARIO: CURRENT POSITION



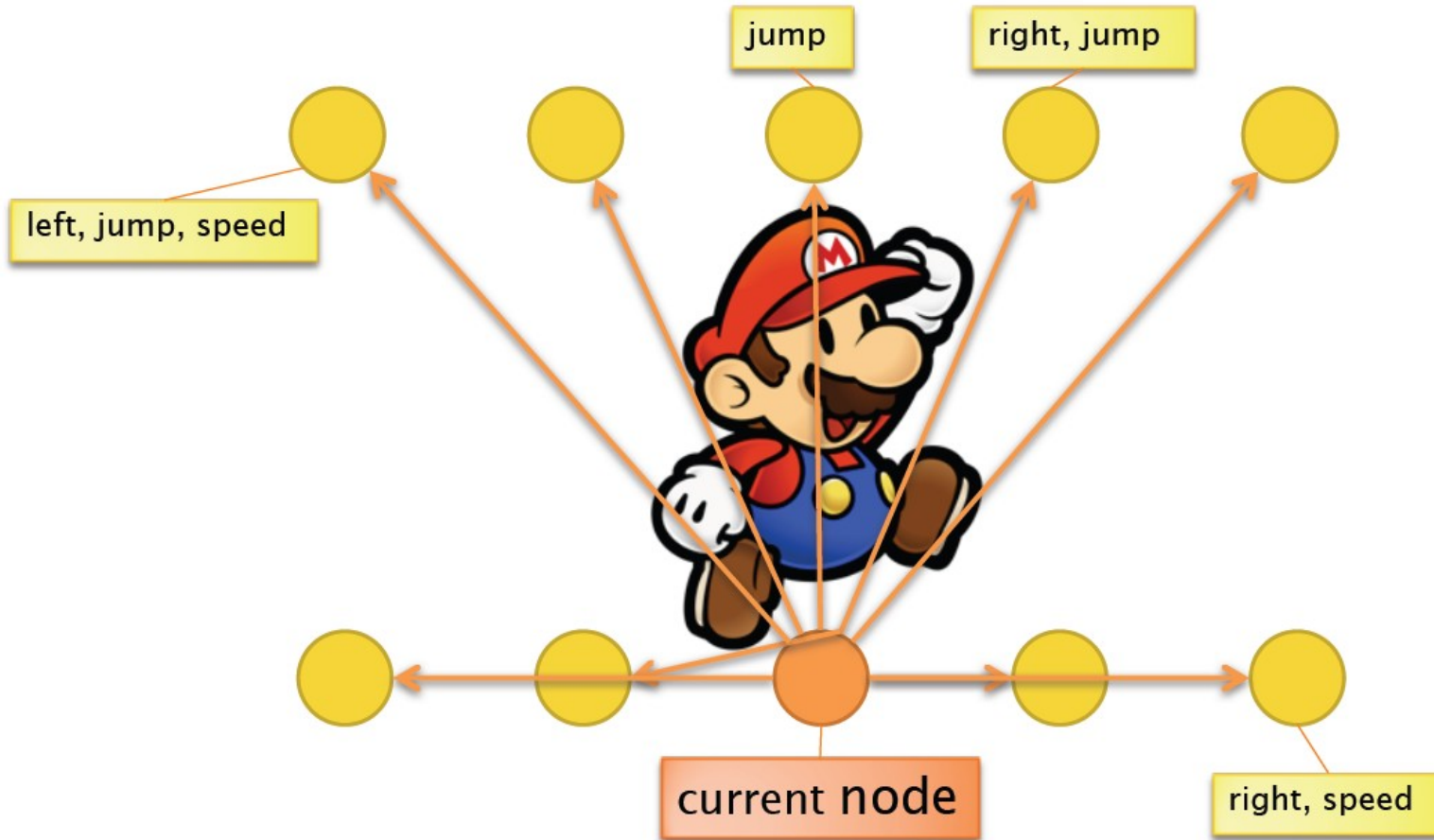
current node

Goal:
right border
of screen

ゴールは常に画面右端。

現在のノードから周囲で行けるノードを決めます。
決めるというのは、マリオの運動的に行ける、
ということです。

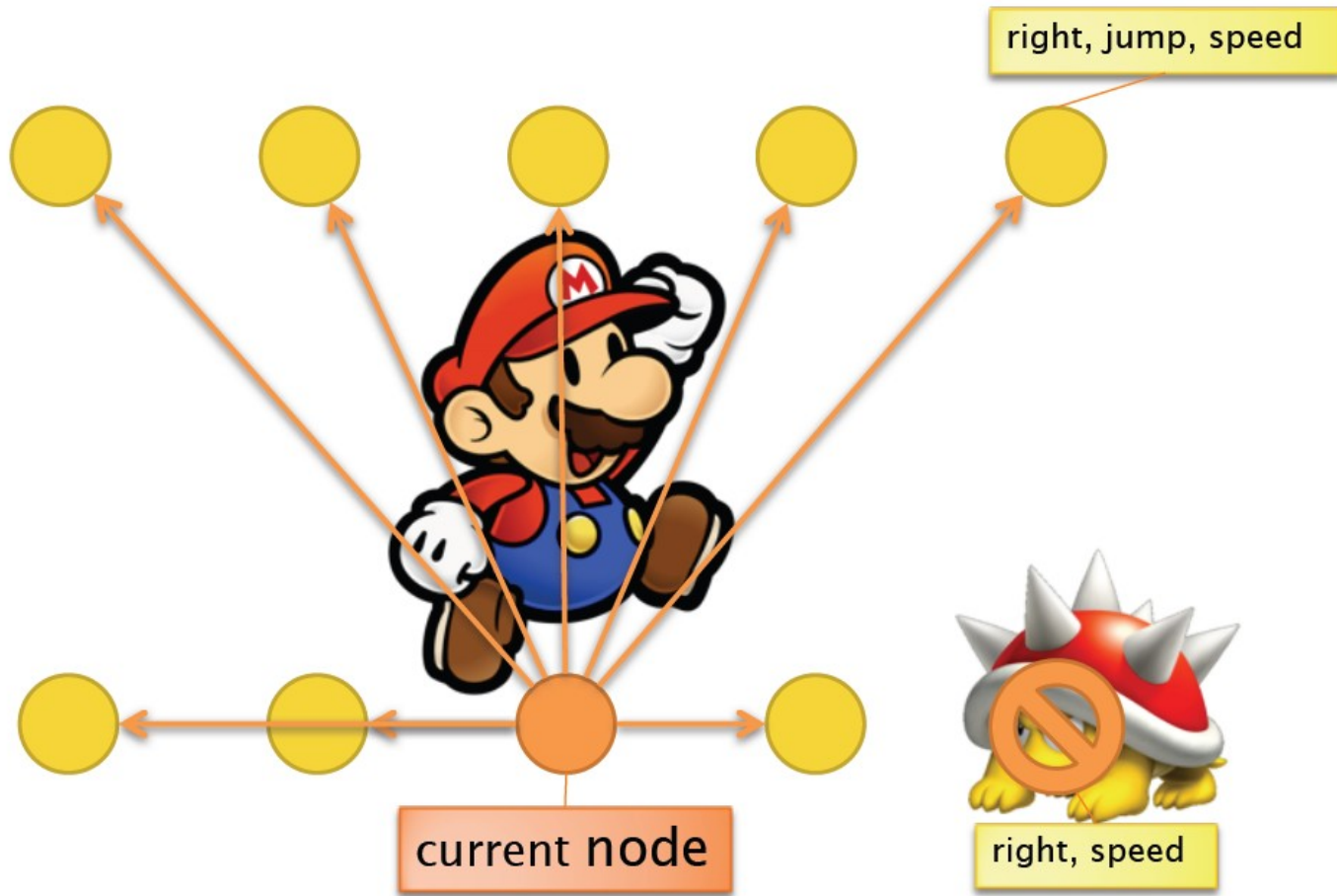
A* IN MARIO: CHILD NODES



現在のノードから周囲で行けるノードを決めます。
決めるというのは、マリオの運動的に行ける、
ということです。



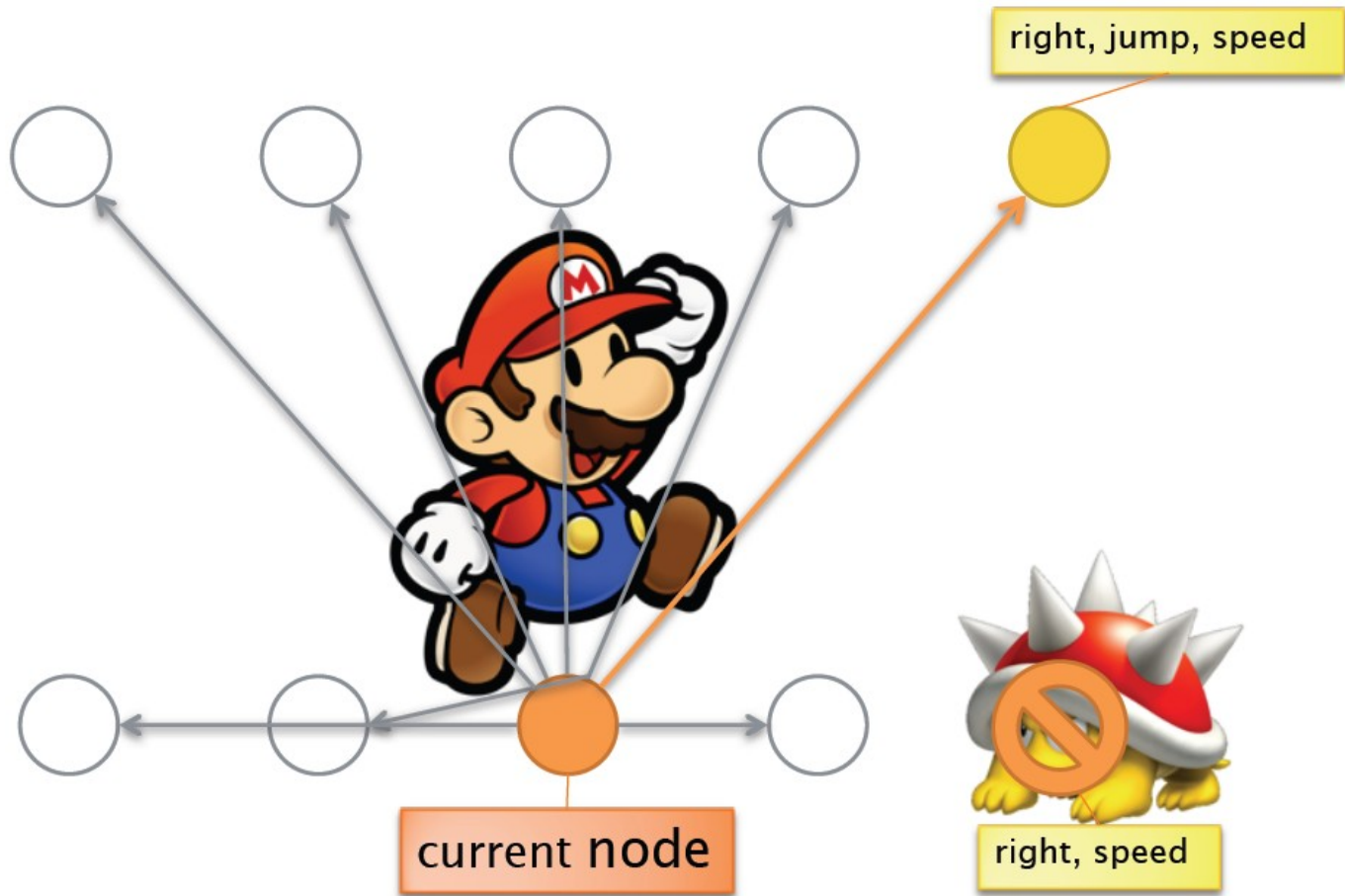
A* IN MARIO: BACKTRACK



「敵が来るであろう」ポイントは除外します。

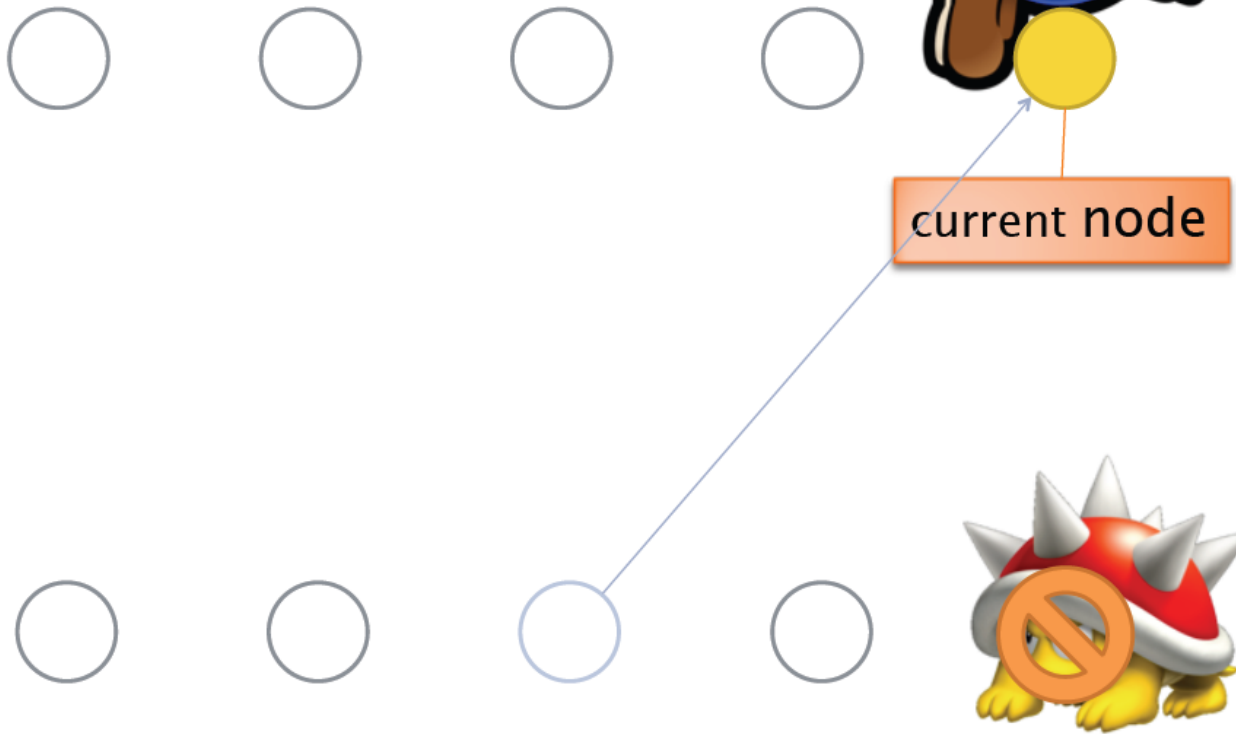


A* IN MARIO: BEST FIRST



モーションプランニング

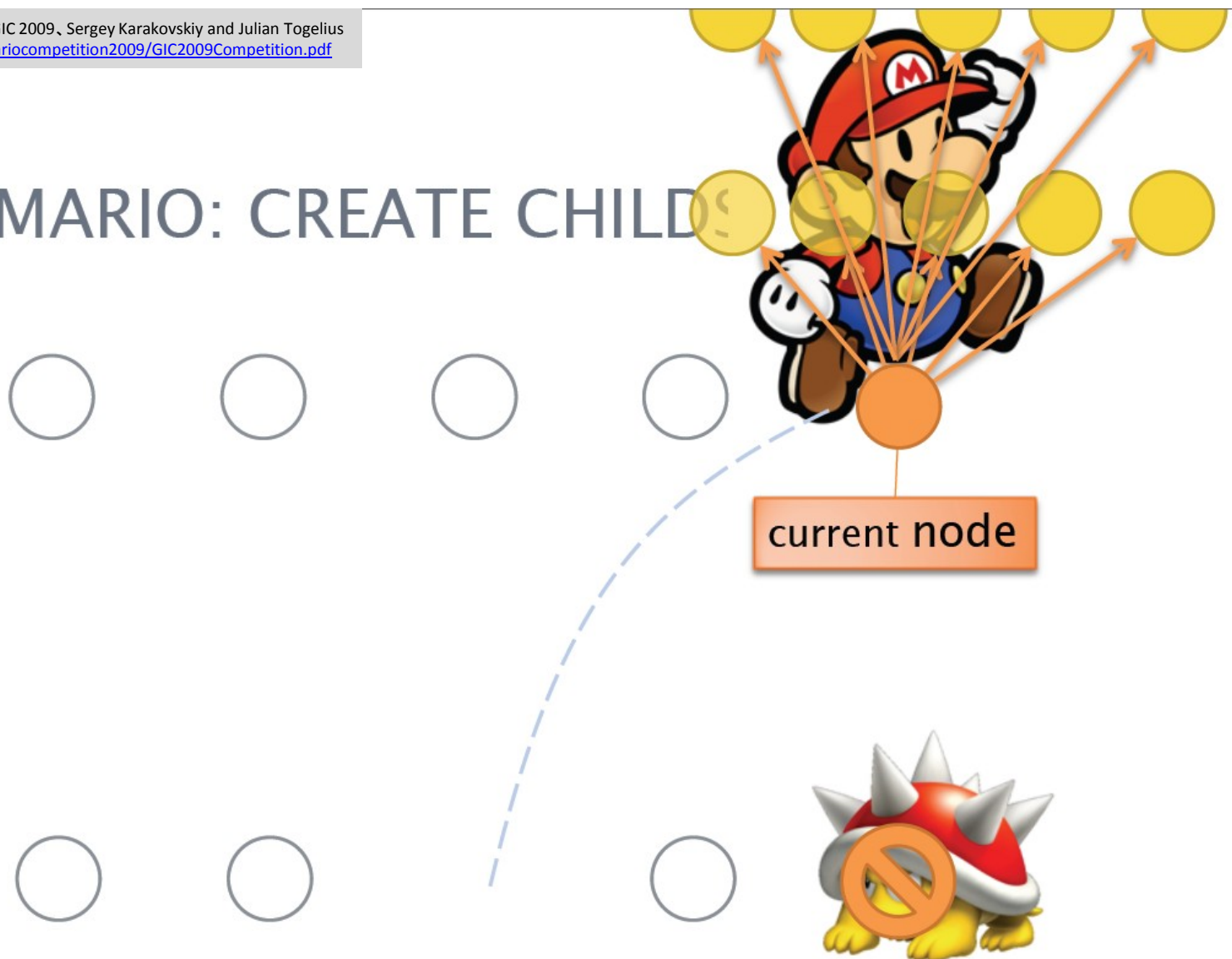
A* IN MARIO: EVALUATE



次のノードに移動できたとして、またパスを延長します。
最終的に、目的地(画面の最右端で着地できるところ)まで
検索します。



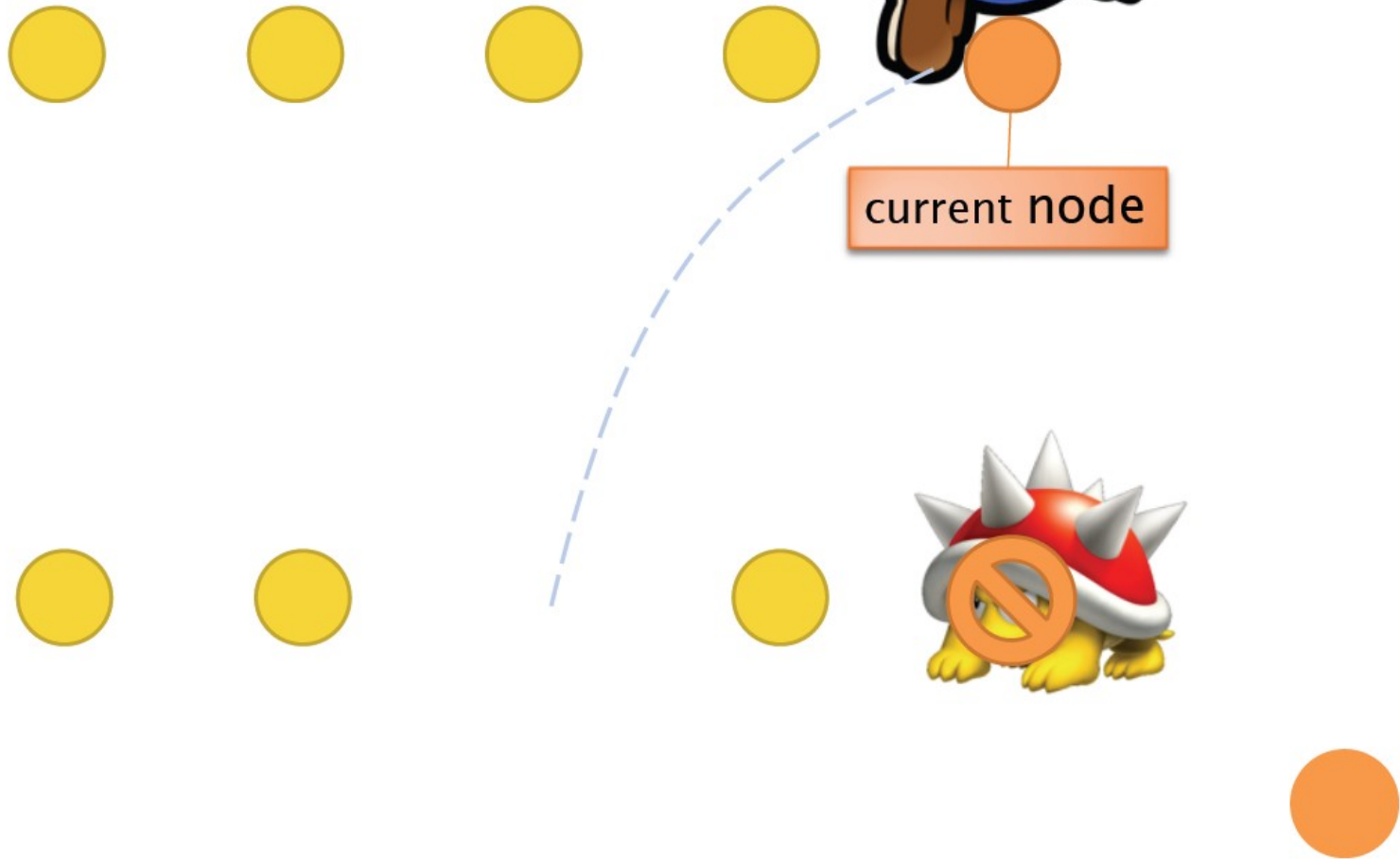
A* IN MARIO: CREATE CHILD



次のノードに移動できたとして、またパスを延長します。
最終的に、目的地(画面の最右端で着地できるところ)まで
検索します。



A* IN MARIO: BEST FIRST



HEURISTIC

- Using Mario's current speed and acceleration, how long does it take to reach the goal?
- Assume maximum acceleration and no obstacles (admissible heuristic!)

$$x_a = x_a + 1.2$$

$$x = x + x_a$$

$$x_a = x_a * 0.89$$

- Optimisation: Find a closed form for this.

マリオの現在の速度からの加速などは、
このような数式で近似して考えることにします。



ヒューリスティック関数

- ゴールまで辿り着くまでの時間は速度と加速度から計算する。
- 障害物がない場合、最大加速は以下の式。

$$x_a = x_a + 1.2$$

$$x = x + x_a$$

$$x_a = x_a * 0.89$$

マリオの現在の速度からの加速などは、
このような数式で近似して考えることにします。
そして、各パスのゴールまでにたどり着く時間を計算します。

HANDLING NEW EVENTS

- Plan ahead for two ticks (=1/12 sec)
- Synchronise internal world-state with received enemies and object positions.

Possible Improvements:

- Keep & update old plan instead of starting from scratch each time
- Collect coins & power-ups (e.g., using a high-level planner that pans out the route between power-ups)

1/12 秒後ごとにプランします。



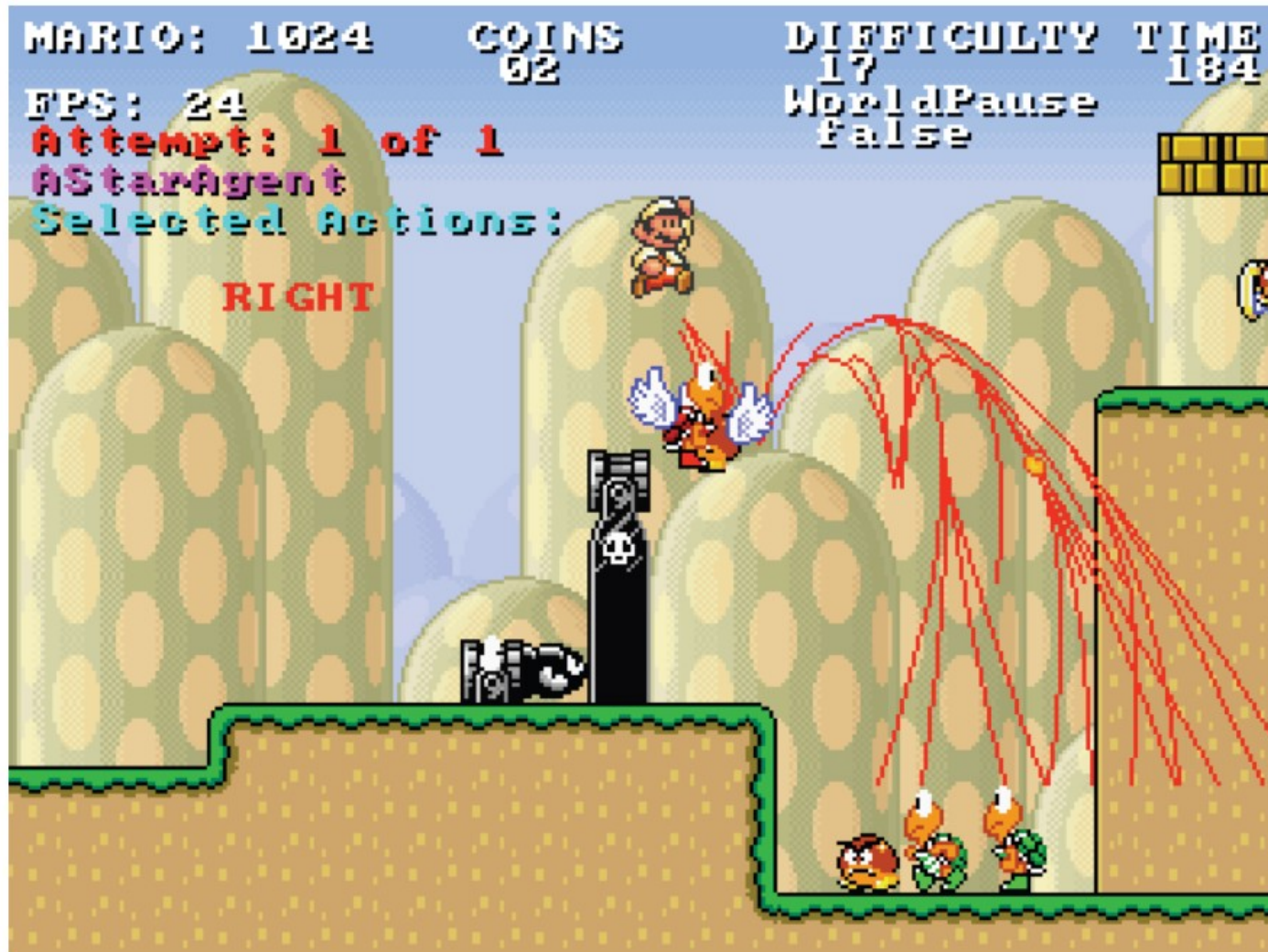
ステージで起こるイベントとの同期

- 2ティックごとに更新
- オブジェクトと敵の位置をノードに反映

まとめ

- (1) ステージの変化を予測する。
- (2) マリオ自身の動きをシミュレートできる。
- (3) A*検索を使う。(目標は右端)
- (4) 経路だけでなくマリオの動きと共にアクションプランを作る(モーションプランニング)
- (5) 敵の重みをA*検索のノードに加える。
- (6) 2フレームごとにパス検索をリプランニングする。

VIDEO



<http://www.youtube.com/watch?v=DlkMs4ZHr8>

まとめ

- 「マリオAIコンテスト」の事例を通して、デジタルゲームAIの研究・開発の感覚をつかんでいただければと思います紹介しました。
- どうでしたでしょうか？
- ここからは、6つのメソッドをご紹介します。

LESSON 1

Lesson1:

いろいろなゲームAIの 学会・産業カンファレンスの 情報を集めよう！

- 最先端の情報を集めよう。
- 理解しよう。
- 使おう。
- 研究しよう。

カンファレンス

GDC AI Summit
(Game Developer's
Conference)

<http://www.gdconf.com/>

Game AI Conference

<http://gameaiconf.com/>

AIIDE
(AI and Interactive
Digital Entertainment)

<http://www.aiide.org>

IEEE CIG
(IEEE Computational
Intelligence and Games)

<http://www.ieee-cig.org/>

主催コミュニティ

AI Game Programmers Guild

<http://www.gameai.com>

AI Game Dev.COM

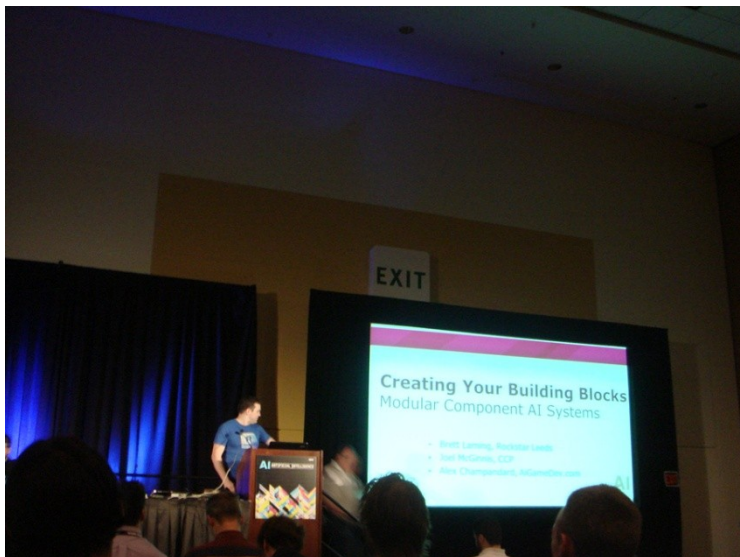
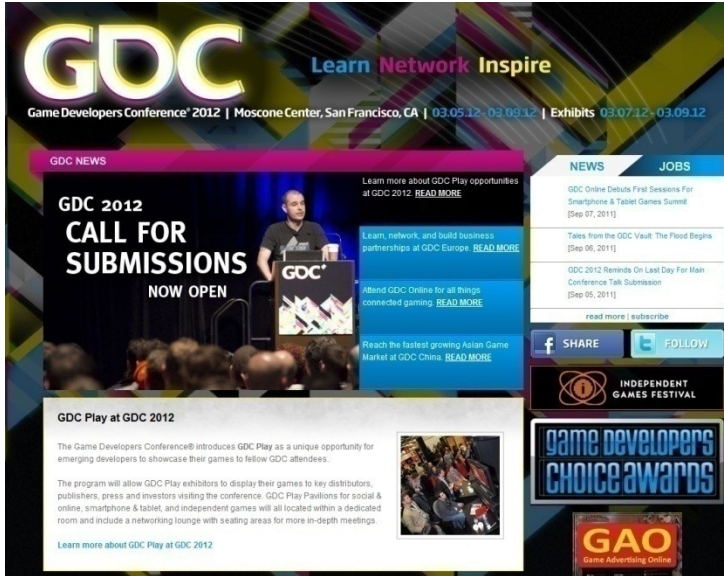
<http://aigamedev.com/>

AAAI

IEEE CIS
(IEEE Computational
Intelligence Society)

<http://www.ieee-cis.org/>

GDC AI Summit (2009～) (Game Developer's Conference)



- 2009 年より開催
- GDC 世界最大のゲームAIカンファレンス (2万人)
- 5日の最初の2日間にAIチュートリアル = AI Summit
- AI ゲームプログラマーズギルドが主催
- 2日間に渡って産学の講演者が各トピックを議論
- これに出ると前の年のゲームAIの傾向が分かる。
- 資料はすべて [GDC Vault](http://www.gdcvault.com/) か [AIGameDev.Com](http://www.algame.com/) で公開

<http://www.gdcvault.com/>

AI Game Programmers Guild (2008～)

The screenshot shows the homepage of the AI Game Programmers Guild. At the top, there is a navigation menu with links for 'About AIGPG', 'AIGPG Projects', 'Members' Work', 'Relevant AI Info', 'Events', and 'Members Area'. Below the navigation, a 'Welcome to the AI Game Programmers Guild!' message is displayed. The main content area is divided into several sections: 'Founded in 2008, the AI Game Programmers Guild currently consists of over 200 professional game AI developers from all across the industry...' followed by a 'Site Data' table. The 'Site Data' table lists: AIGPG Members: 239, Papers/Presentations: 61, ... from # of Venues: 12, ... by # of People: 42, Member Blogs: 17, and Relevant AI Sites: 12. Below this, there are sections for 'Community:', 'Education:', and 'Recognition:'. The 'Community:' section lists activities like facilitating communication and organizing in-person events. The 'Education:' section lists activities like organizing free resources and tracking leading-edge research. The 'Recognition:' section lists activities like historically documenting progress and recognizing excellence. At the bottom, there is a footer with contact information and a copyright notice.

Site Data	
AIGPG Members:	239
Papers/Presentations:	61
... from # of Venues:	12
... by # of People:	42
Member Blogs:	17
Relevant AI Sites:	12

The screenshot shows the homepage of AI Wisdom. At the top, there is a navigation menu with links for 'Home', 'General Programming', 'Artificial Intelligence', 'Math', 'Physics', 'Graphics', 'Networking', 'Audio Programming', 'Audio/Visual Design', 'Game Design', 'Production', 'Business of Games', 'Game Studies', 'Conferences', 'Schools', and 'Contact'. Below the navigation, there is a '338 Game AI Articles and Counting...' section with a sub-header 'We help you find expert articles on commercial game AI development. Since many of these articles are published in books, this is the only site that helps you find them.' Below this, there is a 'NEWS' section with a sub-header 'Steve Rabin's Mashup Architecture Presentation - GDC AI Summit 2010'. Below this, there is a 'Join the AI Game Programmers Guild!' section with a sub-header 'If you are a professional game AI developer with at least one published commercial title, then you can become a member of the AI Game Programmers Guild (its free). The guild has over 80 members and is a great place to discuss game AI with the best in the business. We just organized the 2-day AI Summit at GDC 2009 and we're planning more events and activities. Just e-mail Steve Rabin with your credentials to join. Click on this "Contact" link to get the e-mail address.' At the bottom, there is a 'Recommended Books' section with a sub-header '40% off discount' and a 'Recommendations' section with a sub-header 'Latest from a must have series'.

- ゲームAI業界の中心人物が集まるギルド。研究者も多数在籍
- 母体となった IGDA AI-SIG は弱体化(いまいちアクティブに活動できなかった)。
- 主催 Steve Rabin (AI Game Programming Wisdom)
- 中心はメイリングリスト(英語)/情報交換
- 毎日5～6通は必ず届く。
- 各種イベント開催(AI Summit)の準備MLを兼ねる
- 入会資格は一つのタイトルでAIを担当(実はこの縛りはないので申込みとOK)
- 入っておくとゲームAIの動きが見えてとっても便利(発言しよう)
- 産業界でのコネクション、力を持つ野心的なギルドでもある。

Game AI Conference



- ゲームAI業界の産業カンファレンス
- パリ・ウィーンなど欧州で開催。
- 主催は、AIGameDev.Com
- 資料は AIGameDev.Com で公開
- 学生も多い。やはり欧州などが中心
- GDC と並んで、AI Programmers Guild も深く関わっているが、学術との交流も志向。

GDC AI Summit
(Game Developer's
Conference)

- WarFrameにおけるメタAI

AI Postmortems: Assassin's Creed III, XCOM: Enemy Unknown, and Warframe (AI Summit 2013)

Daniel Brewer, Alex Cheng, Richard Dumas, Aleissia Laidacker

<http://www.gdcvault.com/play/1018223/AI-Postmortems-Assassin-s-Creed>

- Kingdoms of Amalur: Reckoning におけるAIの位置取り

AI Postmortems: Kingdoms of Amalur: Reckoning, Darkness II and Skulls of the Shogun (AI Summit 2012)

Daniel Brewer, Michael Dawe, Borut Pfeifer

<http://www.gdcvault.com/play/1015380/AI-Postmortems-Kingdoms-of-Amalur>

http://twvideo01.ubm-us.net/o1/vault/gdc2013/slides/824095Brewer_Daniel_AI%20Postmortems.pdf

GDC Vault を活用しよう。 <http://www.gdcvault.com/>

GDC AI Summit
(Game Developer's
Conference)

AI Postmortems: Assassin's Creed III, XCOM: Enemy Unknown, and
Warframe (AI Summit 2013)

Daniel Brewer, Alex Cheng, Richard Dumas, Aleissia Laidacker

[http://www.gdcvault.com/play/1018223/AI-Postmortems-Assassin-
s-Creed](http://www.gdcvault.com/play/1018223/AI-Postmortems-Assassin-s-Creed)

メタAI
Meta-AI

GDC AI Summit
(Game Developer's
Conference)

AI Postmortems: Kingdoms of Amalur: Reckoning, Darkness II and Skulls of the Shogun (AI Summit 2012)

Daniel Brewer, Michael Dawe, Borut Pfeifer

<http://www.gdcvault.com/play/1015380/AI-Postmortems-Kingdoms-of-Amalur>

<http://twvideo01.ubm->

[us.net/o1/vault/gdc2013/slides/824095Brewer_Daniel_AI%20Postmortems.pdf](http://twvideo01.ubm-us.net/o1/vault/gdc2013/slides/824095Brewer_Daniel_AI%20Postmortems.pdf)

ポジショニング
Positioning

AIIDE

(AI and Interactive
Digital Entertainment)

- StarCraft におけるパス検索 (AIIDE 2011)

Bob Fitch, Evolution of RTS AI

<http://www.movingai.com/aiide11/BlizzardAI.zip>

<http://www.movingai.com/aiide11/speakers.html>

パス検索

Path-finding

Lesson1:

いろいろなゲームAIの 学会・産業カンファレンスの 情報を集めよう！

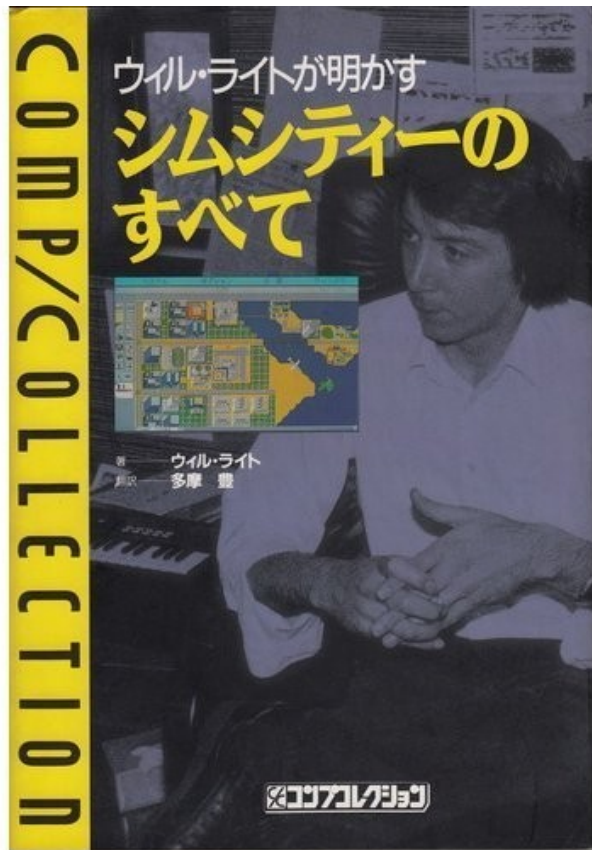
- 自分の研究したい分野を探す。
- その分野の現状を知る。
- 最先端がどこかを知る。
- そこで何が問題になっているかを知る。
- インパクトのある研究課題を考える。

LESSON 2

Lesson 2: 古きを訊ねよう！

- 70年代、80年代、90年代のゲームAIの実例を集めてみよう。
- 現代にどうつながっているかという系譜を自分なりに確立しよう。
- そしたら、みんなと共有しよう。

シムシティ(1989)のコンセプト



多摩豊, 『ウィル・ライトが明かすシムシティのすべて』, 角川書店, 1990

<http://simlabo.main.jp/educate/material/simshikumi.htm>

シムシティ(1989)のコンセプト

「大事なものは街を構成する建物とか道路じゃなくって、そこでどんな活動が行われているかってことだと思うんだ。道路を車が走り、電車が動き、人々が動き回り、常に要素が変化し続ける“動きのある”システム。」

「プレイヤーに伝える情報をできるだけわかりやすく、それも“面白い”って思えるような形で表現しようってことだった。シミュレーション・ソフトっていうとたいてい数値や図表がたくさん出てくるけれど、数字が並んでいるのをじっと見るよりアニメーションの方が楽しい。人口密度、ランド・バリュー、交通の量なんかのいろんな情報を一目で把握できて、おまけに街全体が一つのシステムになっていることも表現できる方法。」

シムシティ



「街を構成するいろいろな要素を14個のアイコンであらわしている。」

シムシティ



「プレイはこの要素をエディット・ウィンドに置いていくことによって進行するんだけど、要素はマップ上に置かれると後は勝手に色々変化することになっている。」

シムシティ



「要素にはそれぞれ他の要素に与える影響、他の要素から受ける影響など、いろいろなデータが含まれていて、いったんこれが置かれると、他の要素と相互に関係を持ち始めて状態が変化することになるんだ。」

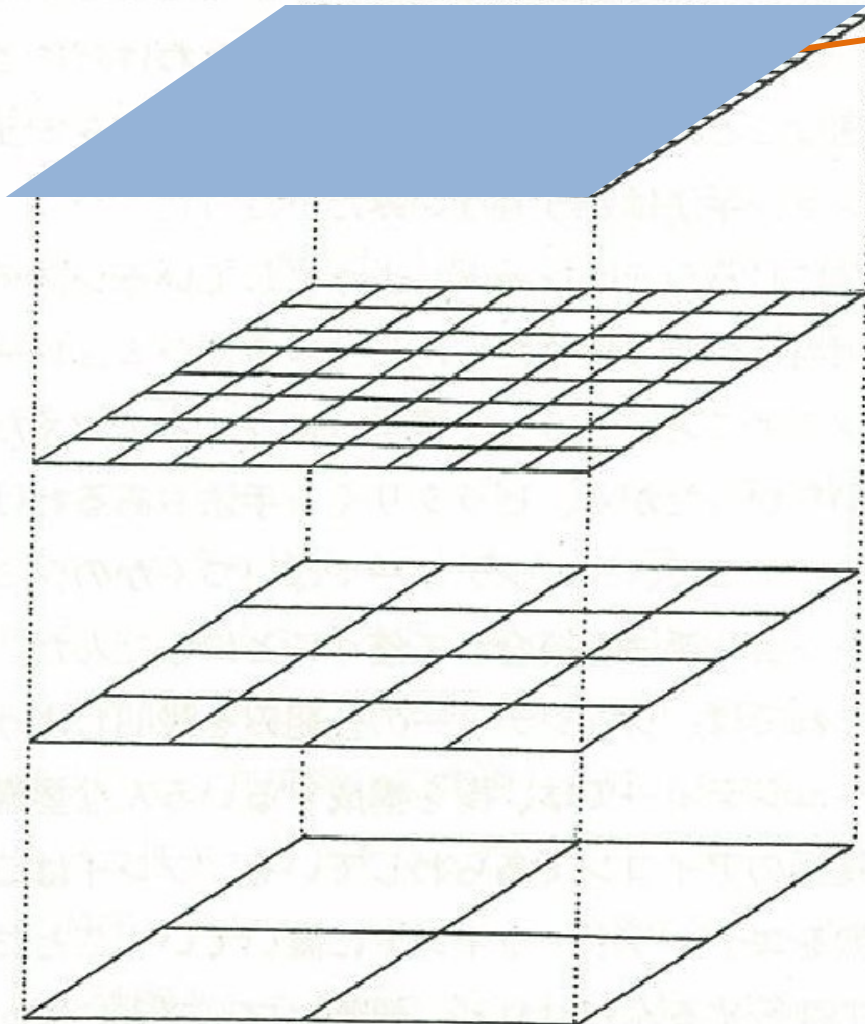
シムシティ



「街のシステム全体は式一つで表せるようなものじゃない。だから個々の要素が他の要素とどういう関係を持っているかを一つ一つ式にして、それを組み合わせることによって街全体をシミュレートしよう。」

多層構造

シムシティーの多層構造モデル



マップレイヤー...1マスx1マス
(道路や鉄道の要素の大きさの)単位で要素と要素の関係を計算している

マップ上に置かれた要素同士の関係
(例)

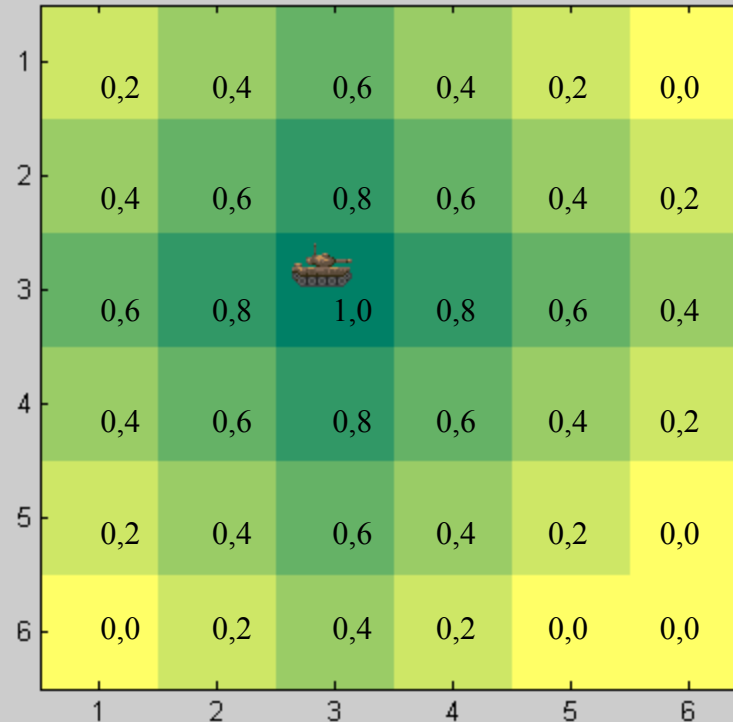
- 居住地域と発電所が送電線につながっているか
- もし繋がっていなければ居住地域は活動しない
- 繋がっていれば人口増加が起きる

影響マップの方法 <解説>

Influence Map(影響マップ)

セル分割されたマップに、問題とする性質の評価値を記録して行く方法

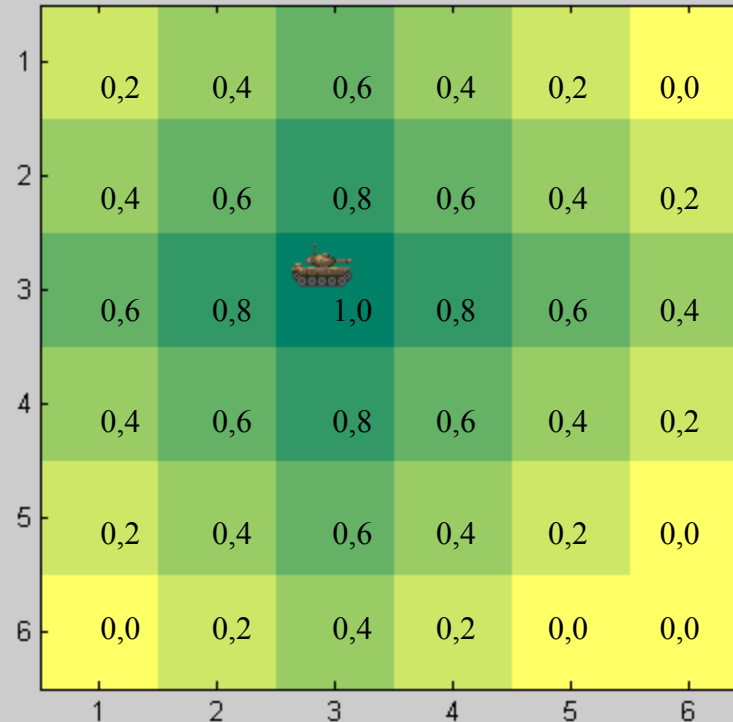
(例)①占有度



Influence Map(影響マップ)

セル分割されたマップに、問題とする性質の評価値を記録して行く方法

- (例) ① 占有度
② 通過可能確率



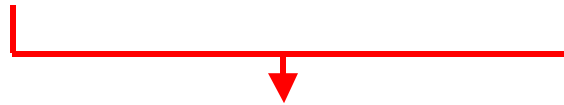
2つの影響の重ね合わせ

0.8	0.8	0.8	0.6	0.4
0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
0.8	0.8	0.6	0.8	1.0
0.4	0.6	0.8	1.2	1.0
0.2	0.4	0.6	1.0	1.0

アトラクター

-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4
-0.6	-0.8	-1.0	-0.8	-0.6
-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6
-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4

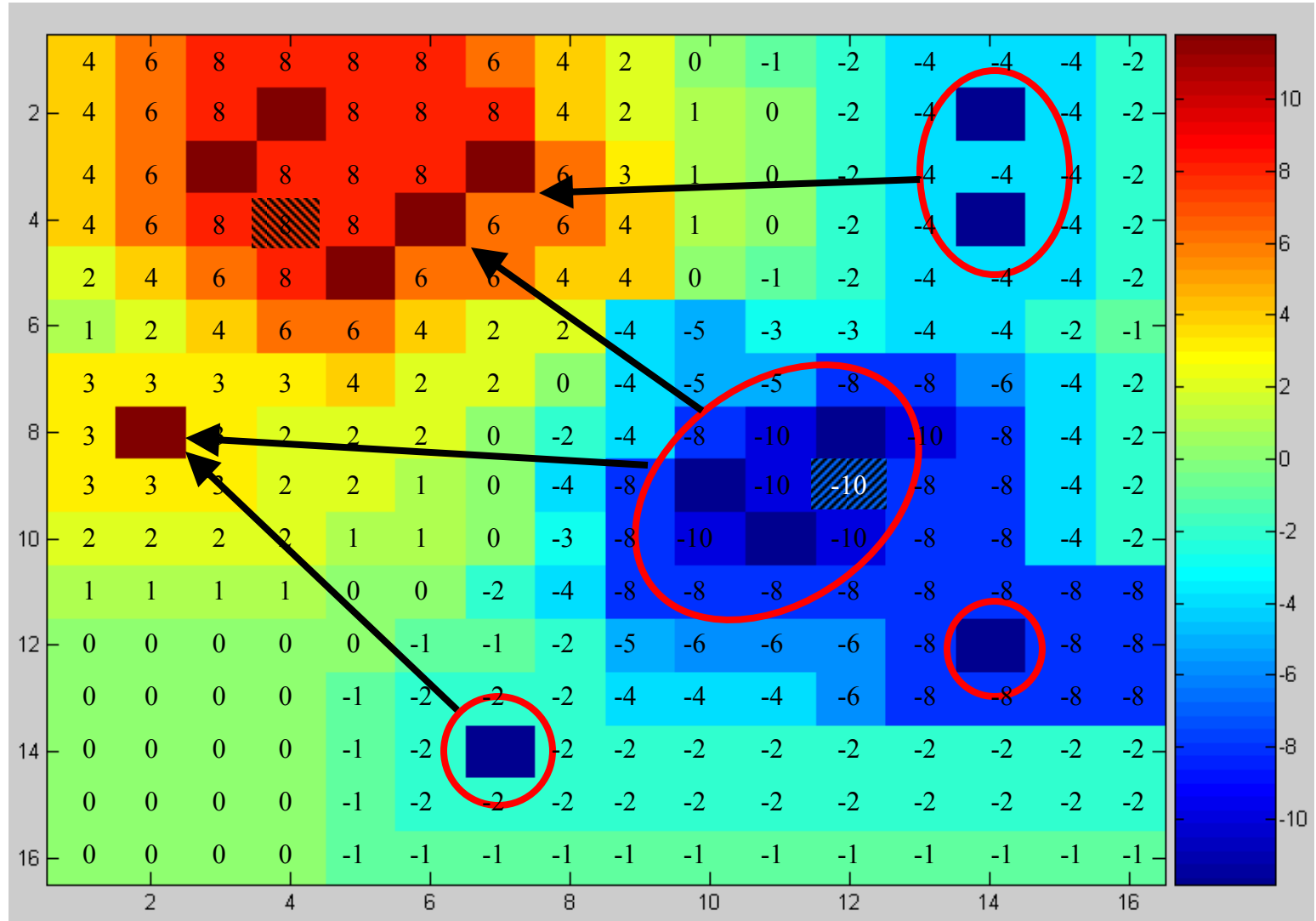
デトラクター



0.4	0.2	0.2	0.0	0.0
0.2	0.2	0.0	-0.2	0.0
0.2	0.0	-0.4	0.0	0.4
-0.2	-0.2	0.0	-0.4	0.4
-0.2	-0.2	0.0	0.4	0.6

Influence Map(影響マップ)

(例) 様々なIMから計算して戦略的な位置取りを計算する



Age of Empire(AOE)における利用例



AOEはタイルベースの
RTS(リアルタイムストラテジー)

マップは毎回、自動生成

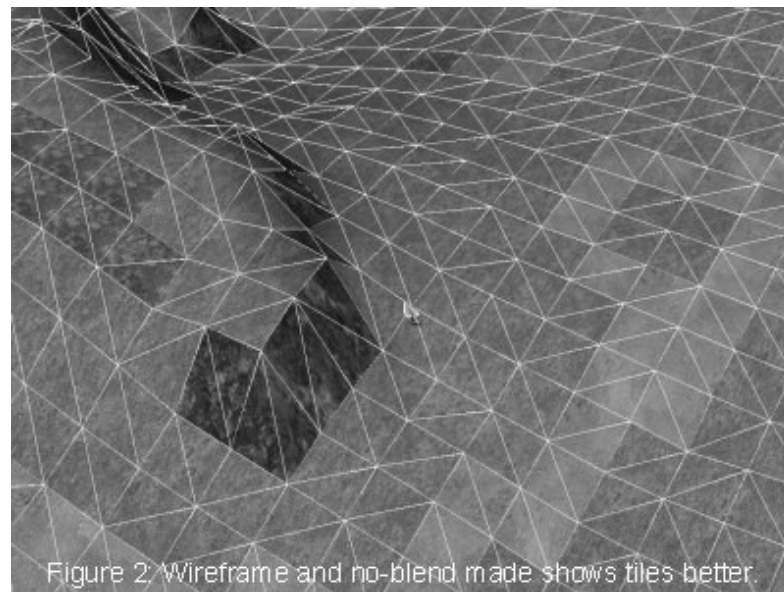


Figure 2: Wireframe and no-blend mode shows tiles better.

Terrain Analysis in Realtime Strategy Games

Dave C. Pottinger (Technical Director, Ensemble Studios)

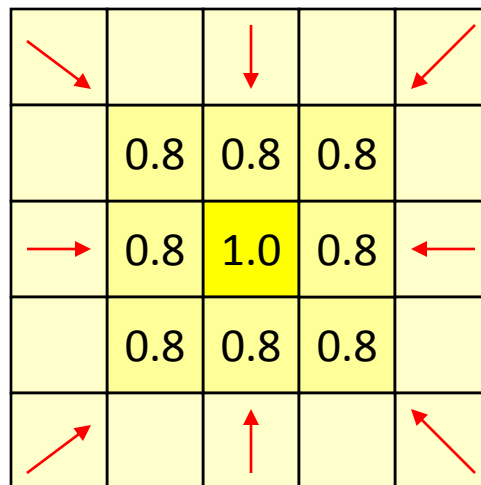
<http://astarimpl.googlecode.com/svn/trunk/pathfinding%20-%20samples/pottinger.doc>

Age of Empire(AOE)における利用例①

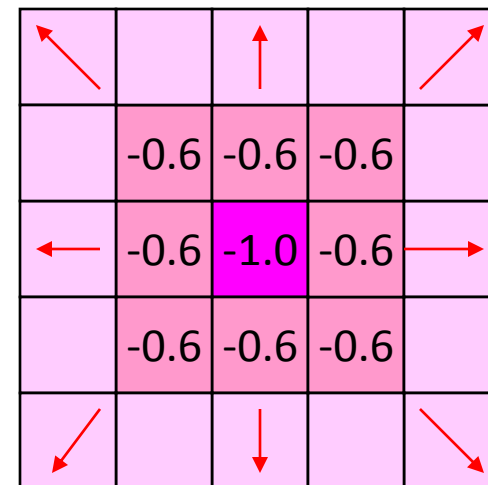
金鉱発掘小屋の最適位置自動検出



Figure 3: Influence map around gold mines.



金鉱 = アトラクター
(吸引源)



防壁 = デトラクター
(排斥源)

AIに金鉱の発掘小屋を適切な位置に置かせるには？
= 金鉱に近いが、近すぎたはいけないところに置く

金鉱の周りのタイル(仮想的)防壁を置いて、
近すぎも遠すぎもしない点に最高点のタイルが来るようにする
= 自動位置検出

Age of Empire(AOE)における利用例②

兵隊の配置の最適位置自動検出



↘		↓		↙
	0.8	0.8	0.8	
→	0.8	1.0	0.8	←
	0.8	0.8	0.8	
↗		↑		↖

高い場所 = アトラクター
(吸引源)

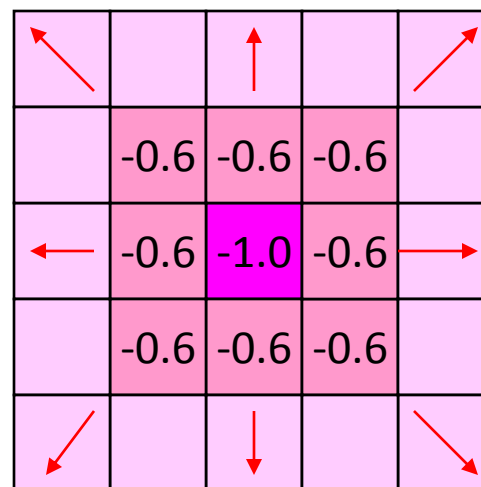
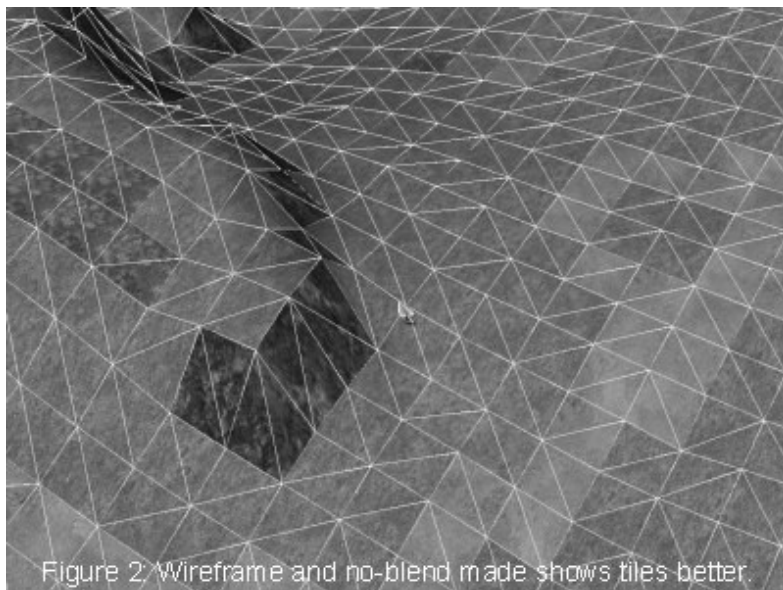
↖		↑		↗
	-0.6	-0.6	-0.6	
←	-0.6	-1.0	-0.6	→
	-0.6	-0.6	-0.6	
↘		↓		↙

家がある場所 = デトラクター
(排斥源)

兵士を街からなるべく遠く、高台の場所に置かせたい
= 高い場所(アトラクター)、家がある(デトラクター)とする

Age of Empire(AOE)における利用例③

兵隊の配置の最適位置自動検出



既知の敵のビル、以前通ったルート = デトラクタ
(排斥源)

この排斥源が与えるコストをパス検索のコストとすると、
「なるべく遠ったことのない敵の基地からみつきりにくいパス」
を見つけることができる。

Killzone 2 における影響マップ

ボット、砲塔、死亡ポイントの情報を反映させる

さまざまな意思決定に用いる

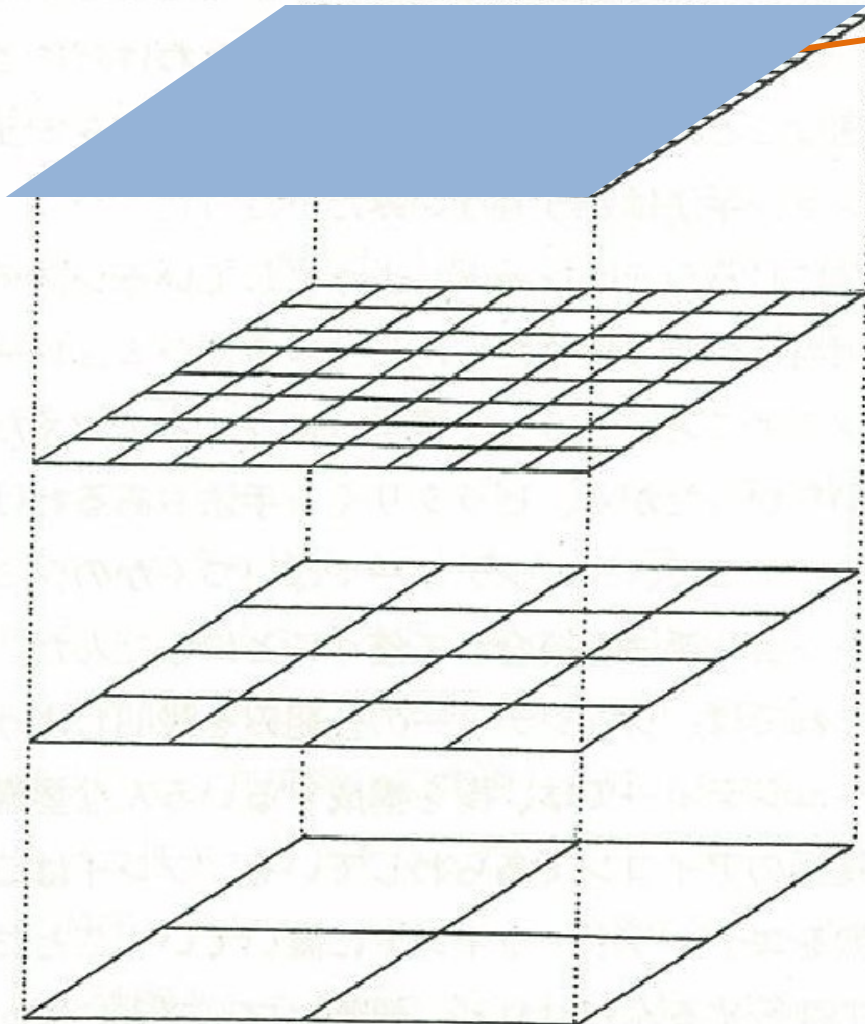


<http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/>

影響マップの方法 <解説> 終わり

多層構造

シムシティーの多層構造モデル



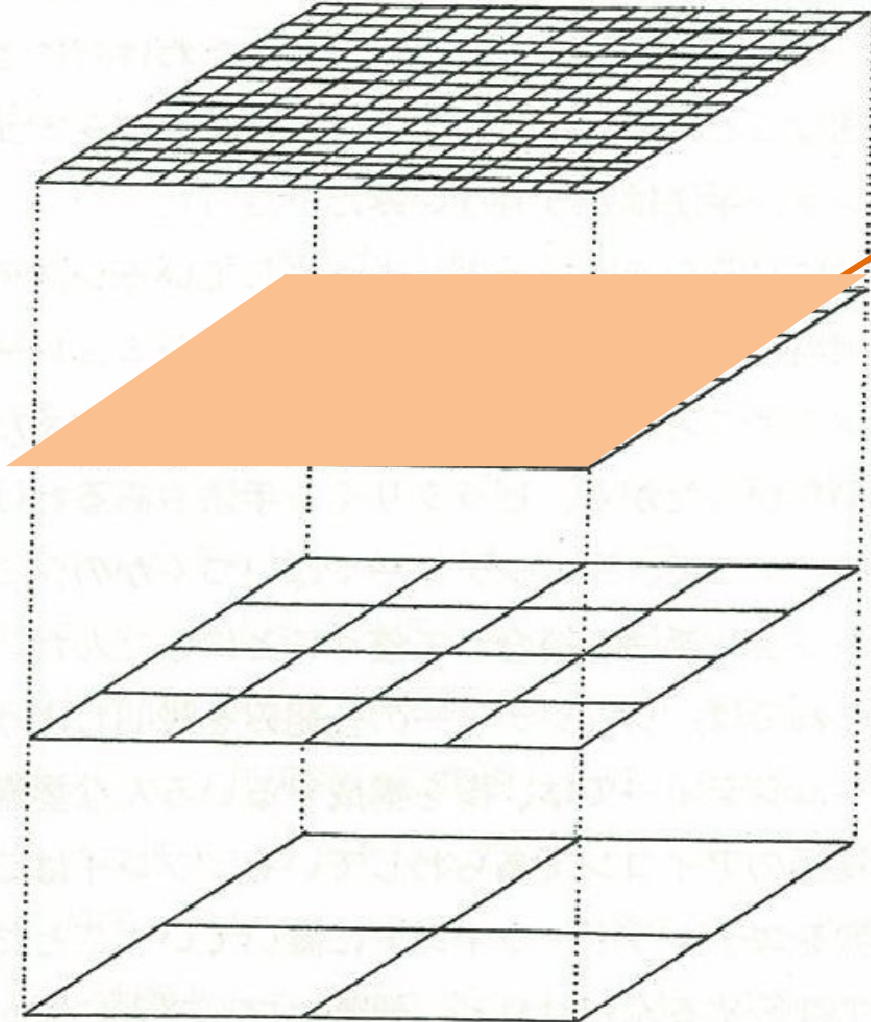
マップレイヤー...1マスx1マス
(道路や鉄道の要素の大きさの)単位で要素と要素の関係を計算している

マップ上に置かれた要素同士の関係
(例)

- 居住地域と発電所が送電線につながっているか
- もし繋がっていなければ居住地域は活動しない
- 繋がっていれば人口増加が起きる

多層構造

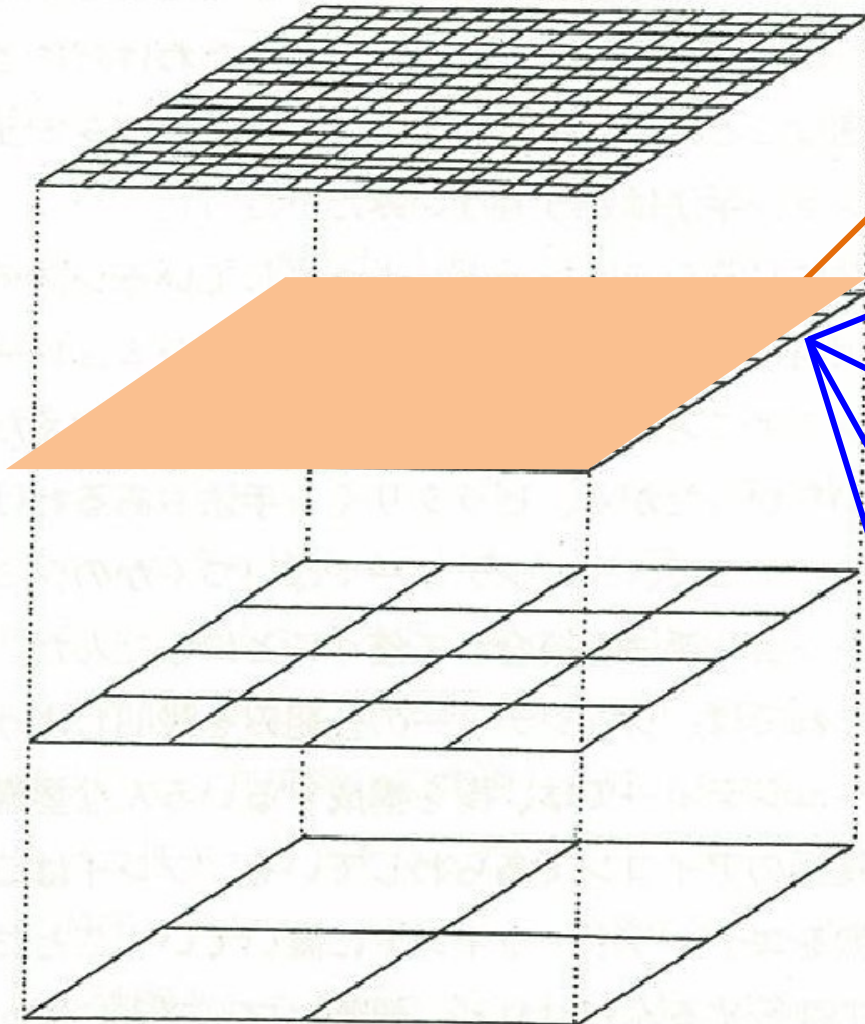
シムシティーの多層構造モデル



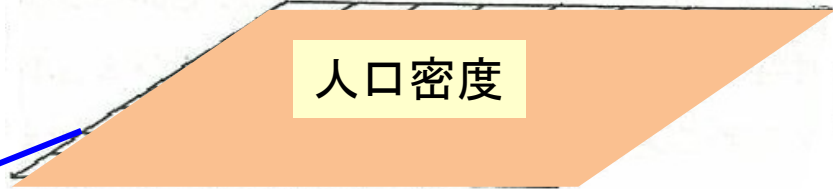
2マスx2マスを単位とするレイヤー
人口密度、交通渋滞、環境汚染度、
ランドバリュー、犯罪発生率、それぞれの
数値だけを計算

多層構造

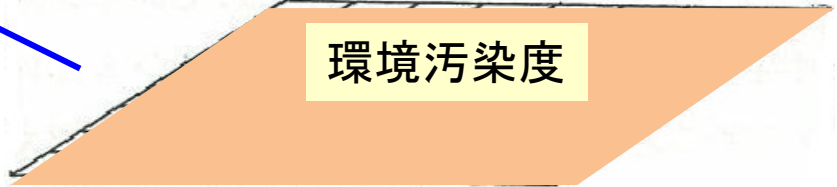
シムシティーの多層構造モデル



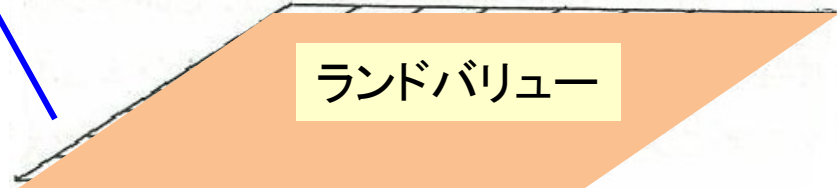
2マスx2マスを単位とするレイヤー
人口密度、交通渋滞、環境汚染度、
ランドバリュー、犯罪発生率、それぞれの
数値だけを計算



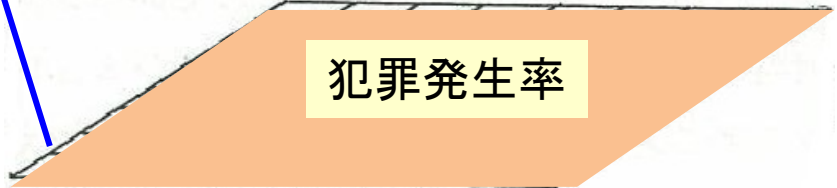
人口密度



環境汚染度



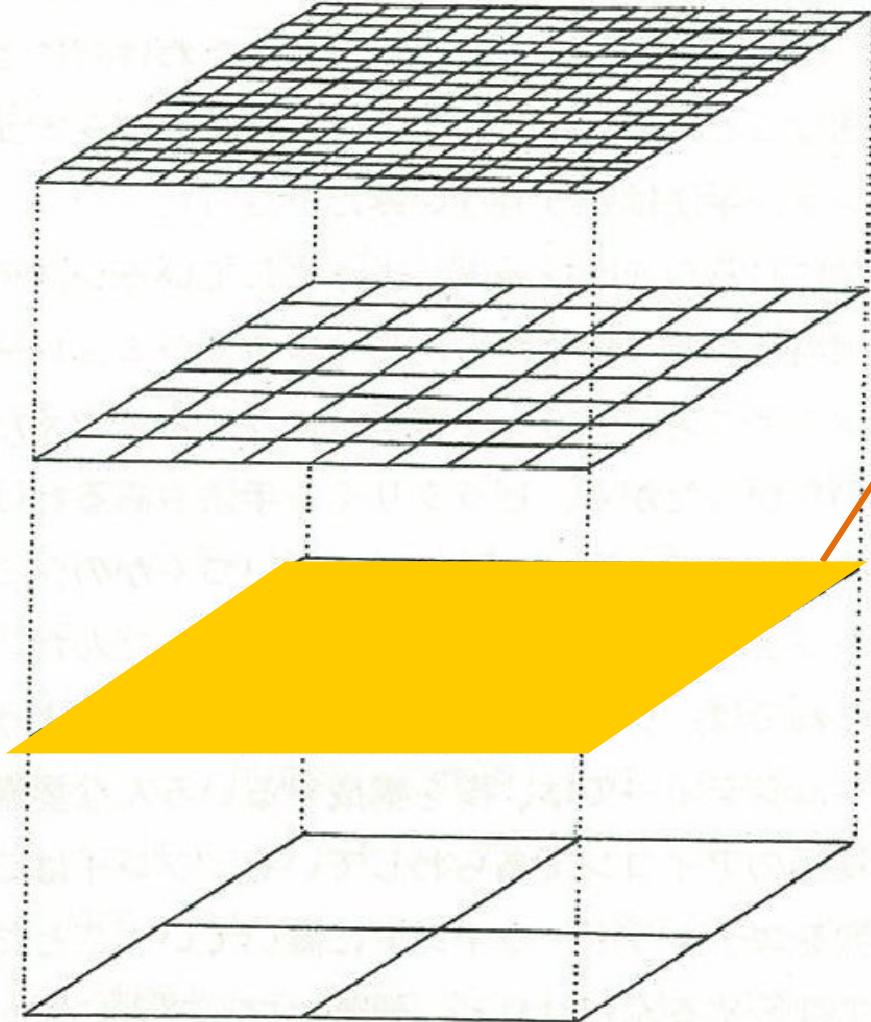
ランドバリュー



犯罪発生率

多層構造

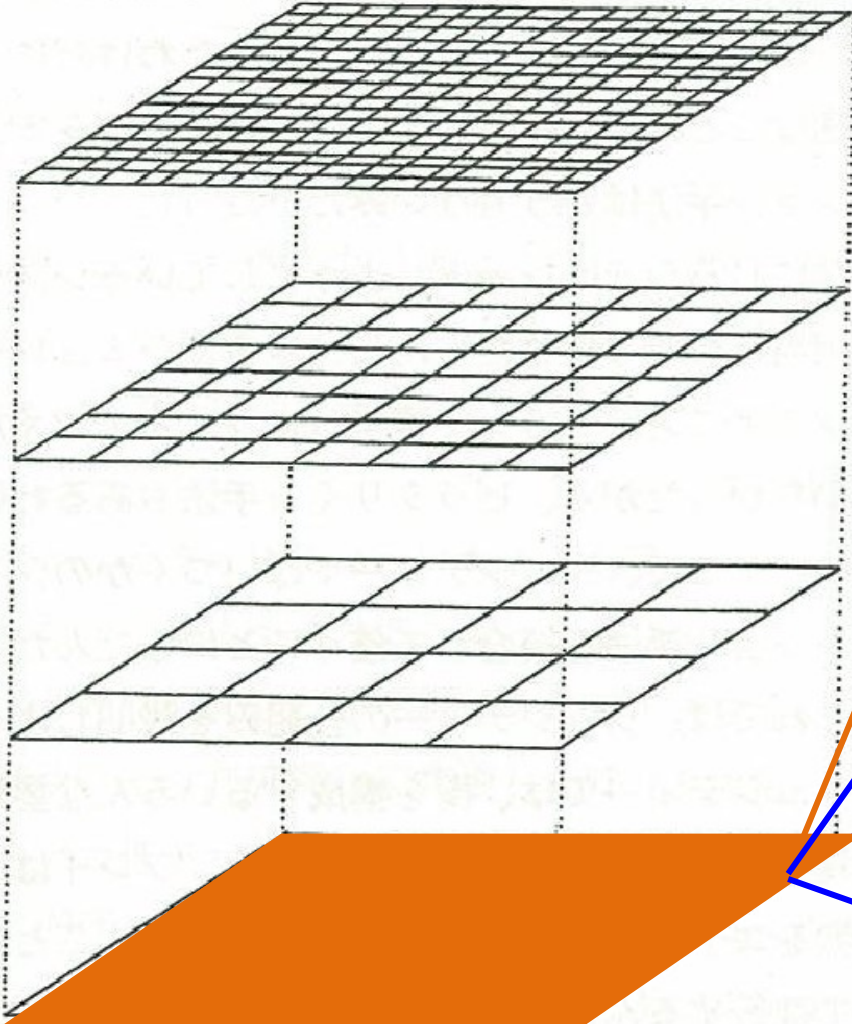
シムシティーの多層構造モデル



4マスx4マスを単位とするレイヤー
人口増加率を計算

多層構造

シムシティーの多層構造モデル



8マスx8マスを単位とするレイヤー
人口増加率、消防署、警察署の影響力を
計算

人口増加率

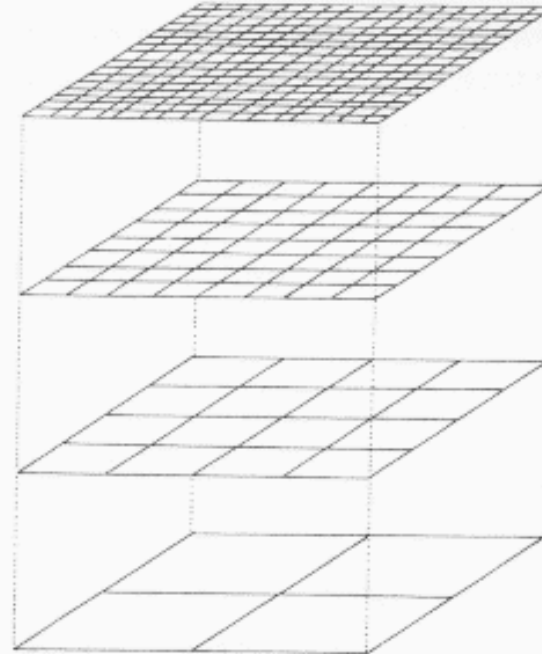
消防署

警察署

各層、各要素間の関係



シムシティの多層構造モデル



第一層
道路や鉄道、要素の大きさ要素間の関係をシミュレーション

第二層
「人口密度」「交通渋滞」「環境汚染度」「ランドバリュー」「犯罪発生率」をシミュレーション

第三層
地形の影響をシミュレーション

第四層
「人口増加率」「消防署」「警察署」「消防署の影響」「警察署の影響」をシミュレーション

$$\text{犯罪発生率} = \text{人口密度}^2 - \text{ランドバリュー} - \text{警察署の影響}$$

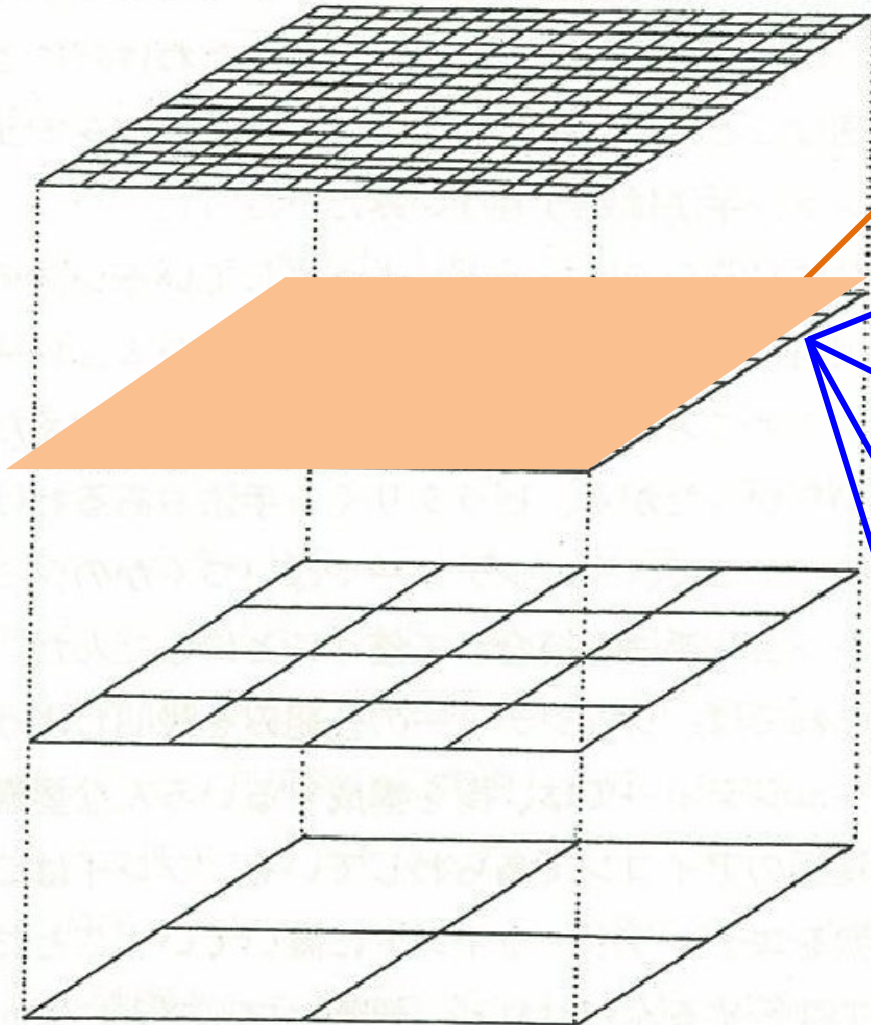
$$\text{ランドバリュー} = \text{Distance}[\text{Zonetype}] + \text{地形} + \text{輸送}$$

“AI: A Desing Perspective” AIIDE 2005
<http://www.aiide.org/aiide2005/talks/index.html>
<http://thesims.ea.com/us/will/>

多摩 豊,角川書店, 1990
「ウィル・ライトが明かすシムシティのすべて」,

要素間の相互作用

シムシティーの多層構造モデル



2マスx2マスを単位とするレイヤー
人口密度、交通渋滞、環境汚染度、
ランドバリュー、犯罪発生率、それぞれの
数値だけを計算

人口密度

環境汚染度

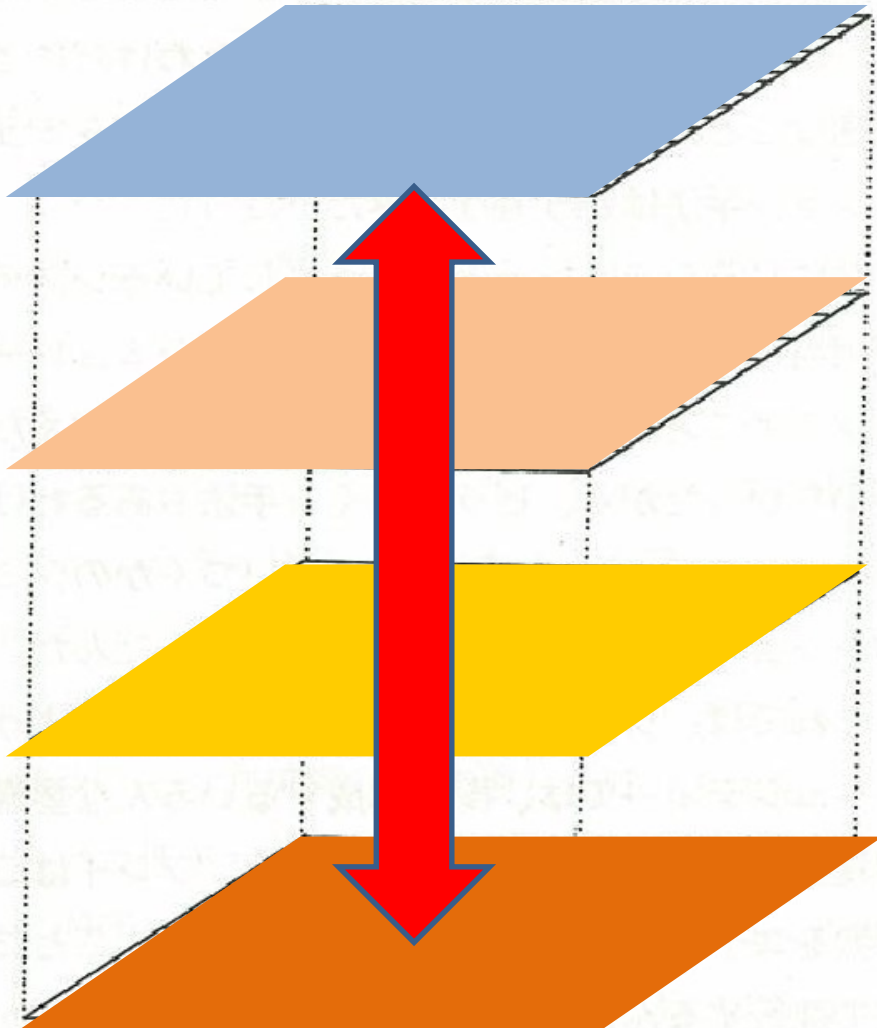
ランドバリュー

犯罪発生率

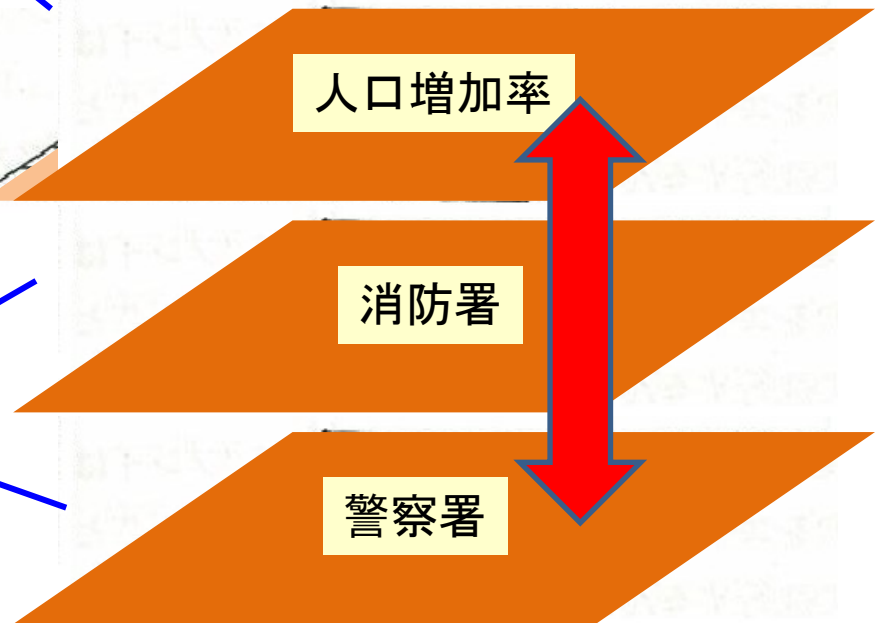
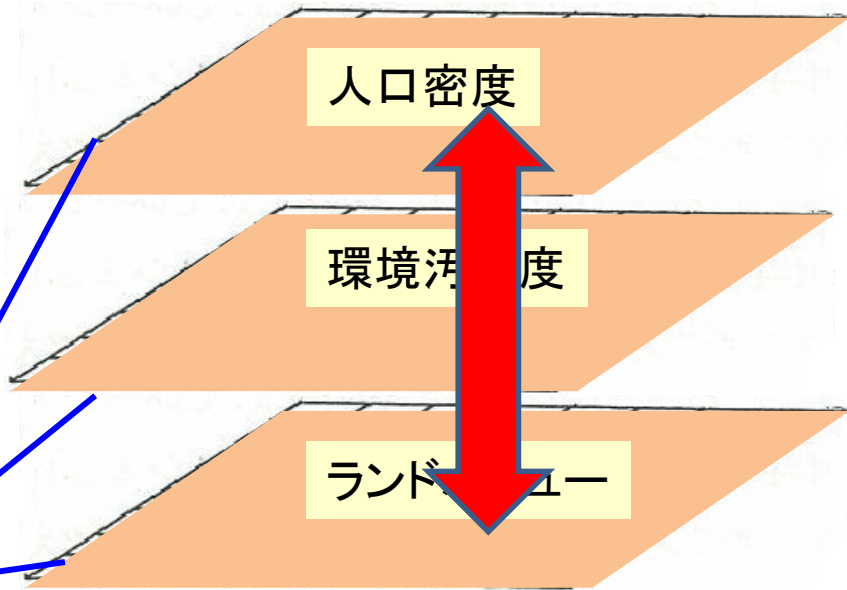
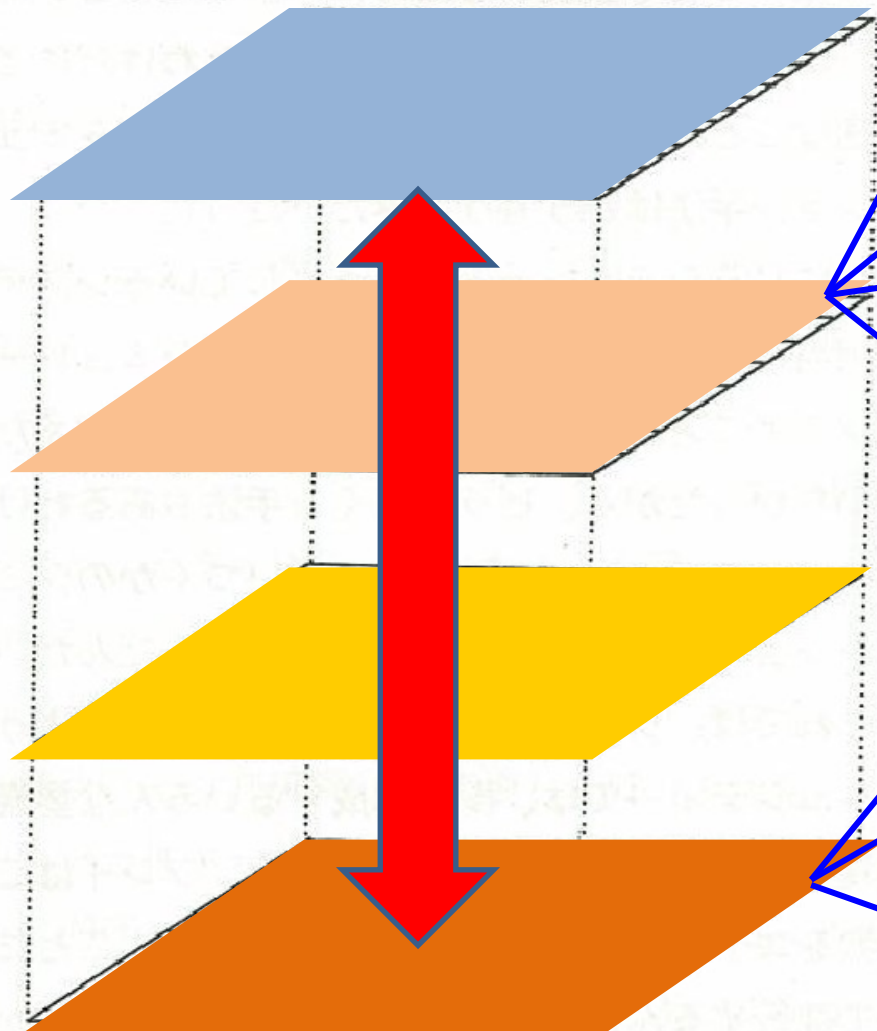


多層間の相互作用

シムシティーの多層構造モデル



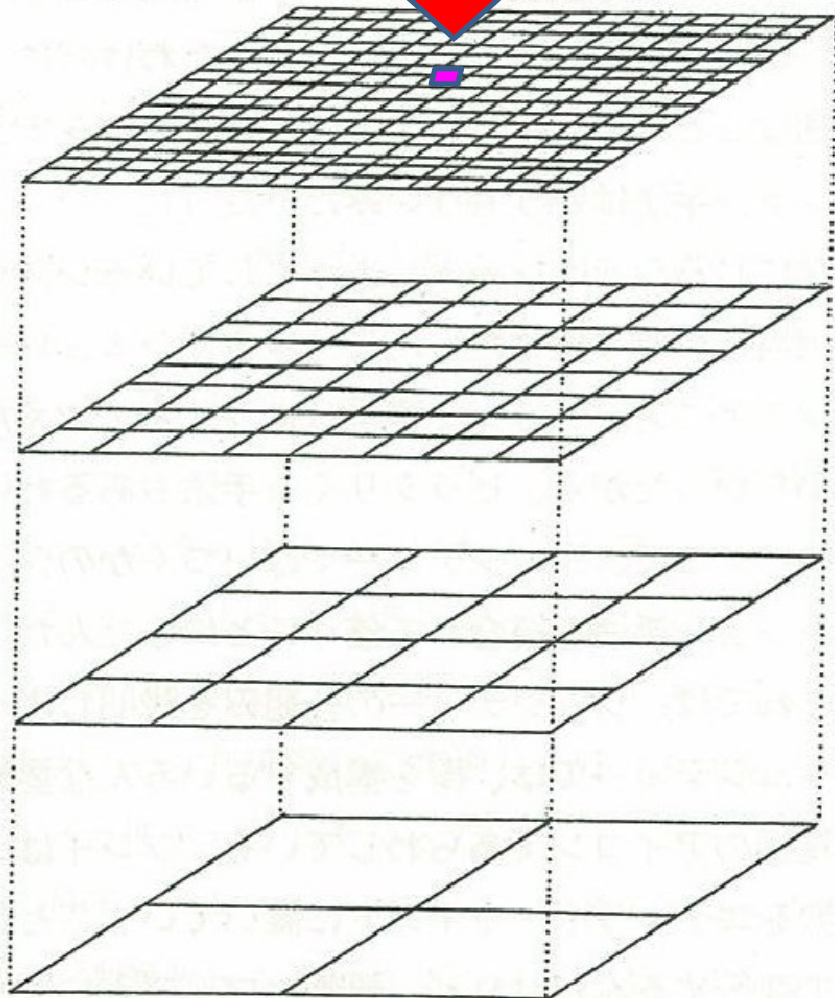
シムシティーの多層構造モデル



ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの3D構造モデル

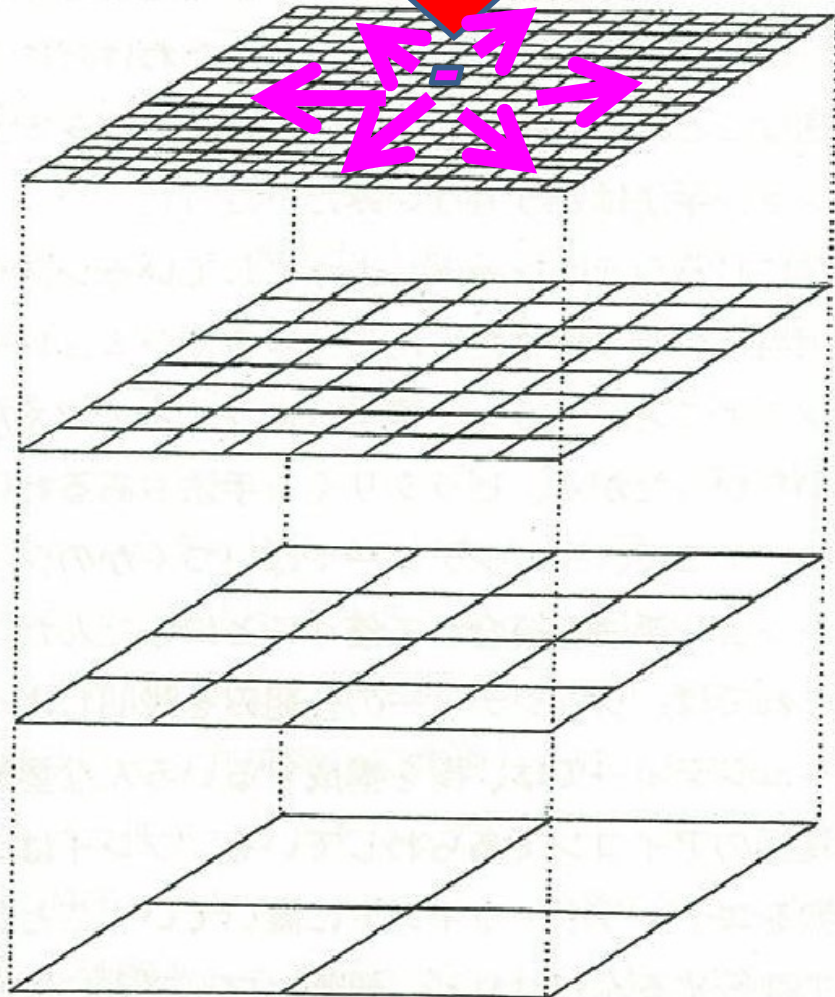


ユーザーがアクションします。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの構造モデル

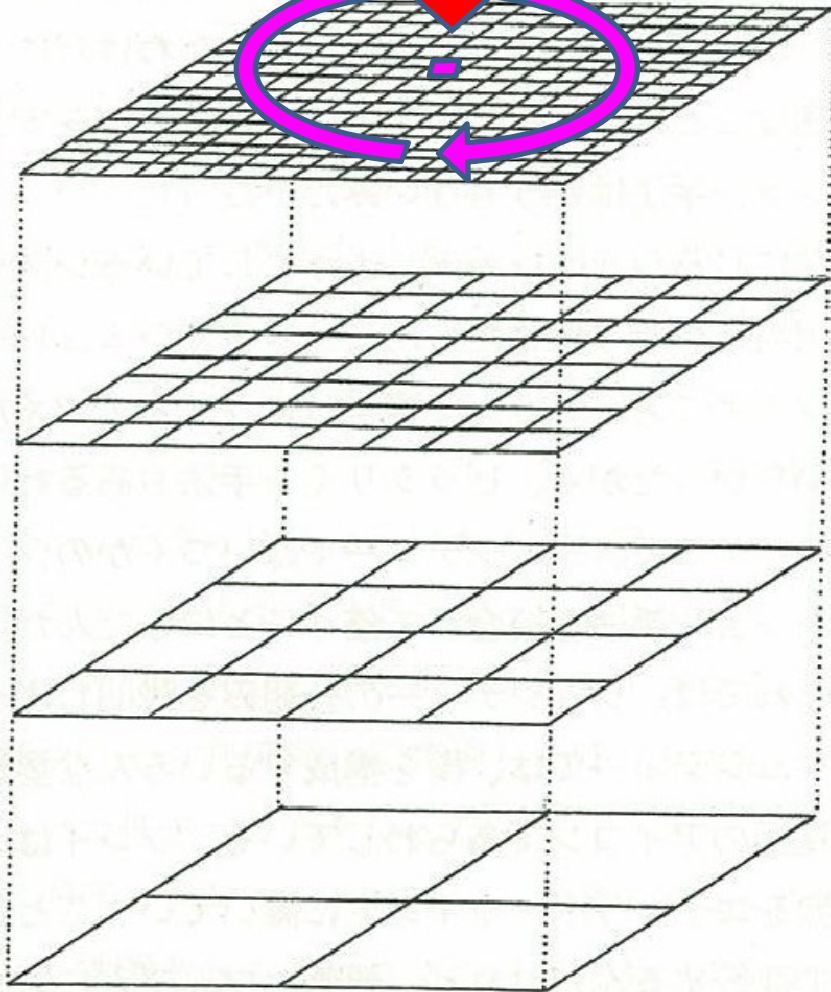


その影響が広がります。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの3D構造モデル

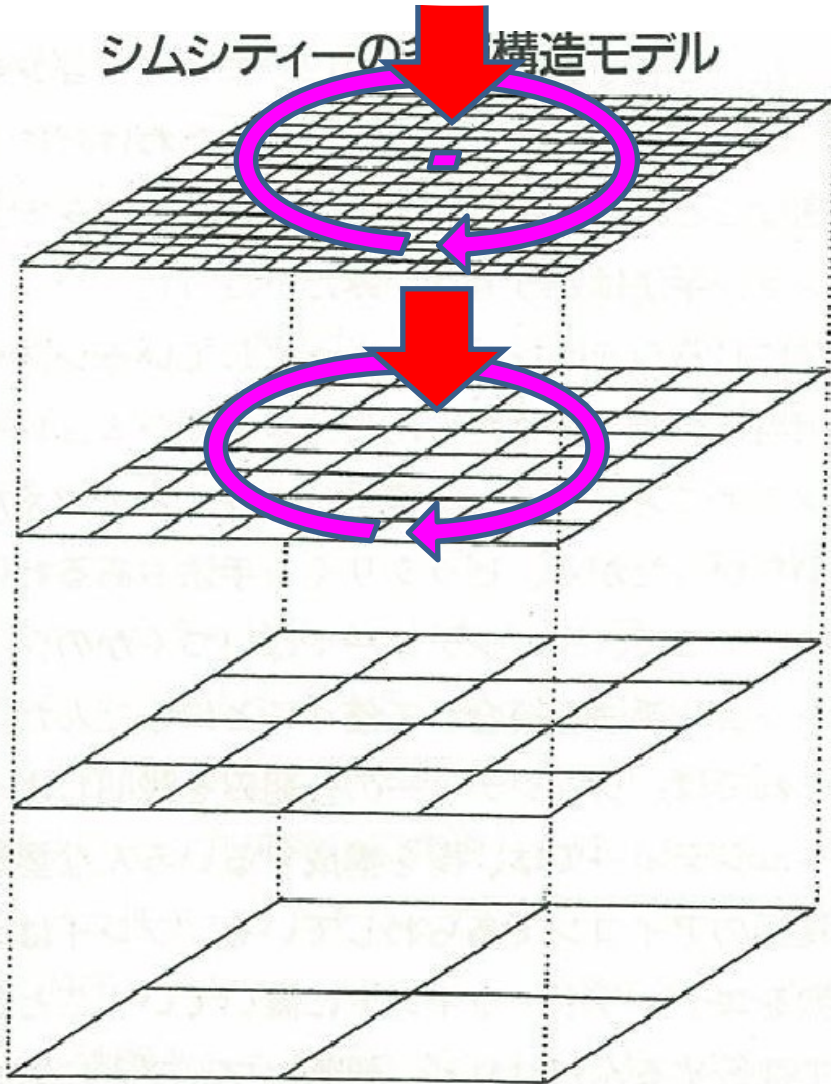


その影響が広がります。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの3層構造モデル

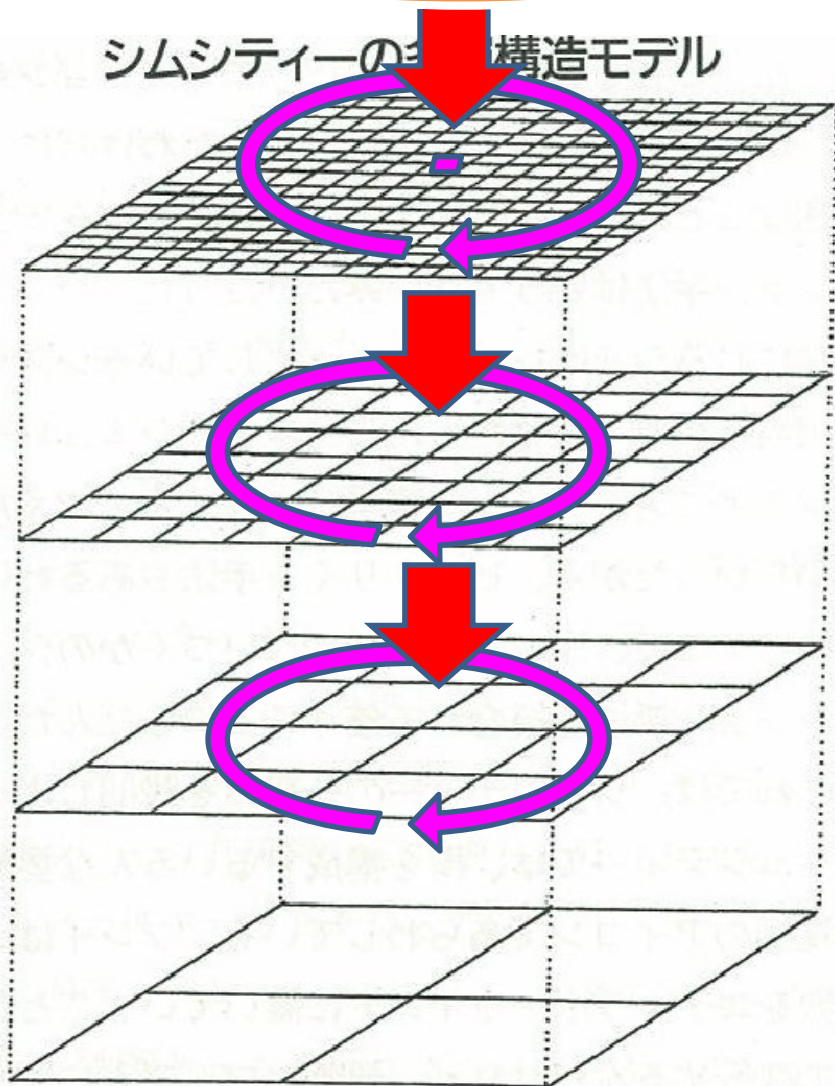


次の層にも伝播します。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの3層構造モデル

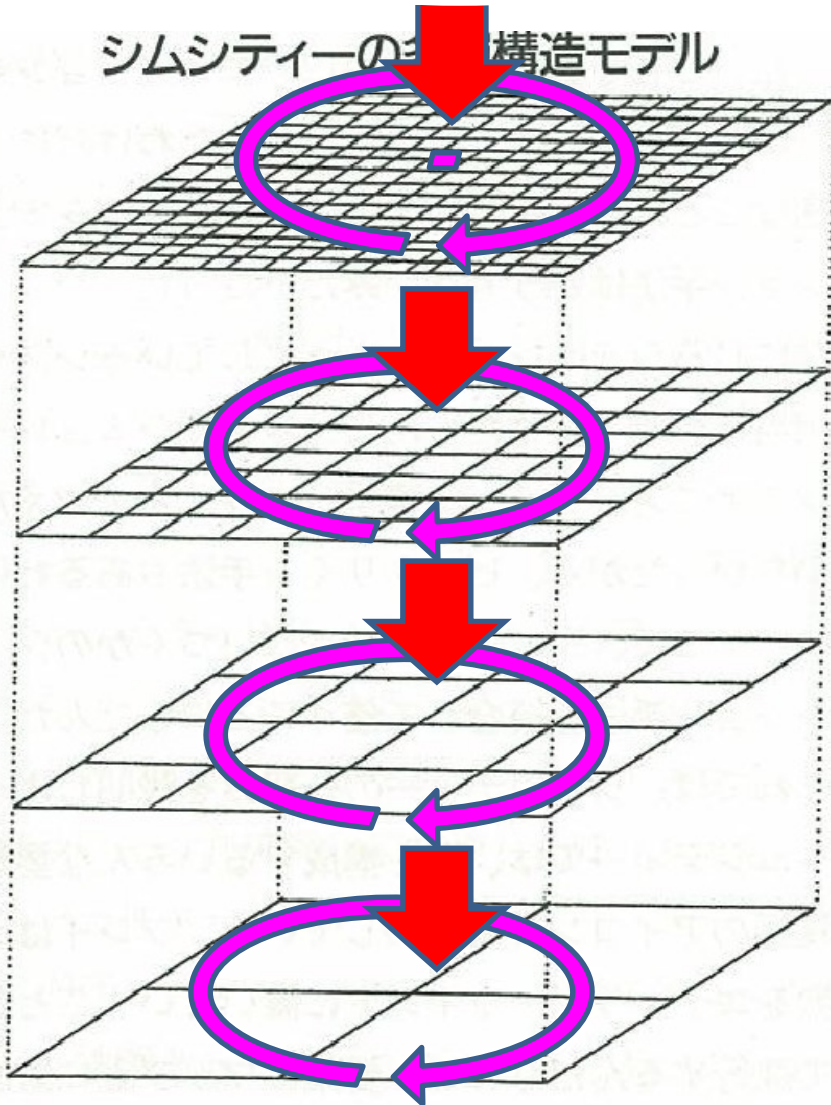


次の層にも伝播します。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの構造モデル

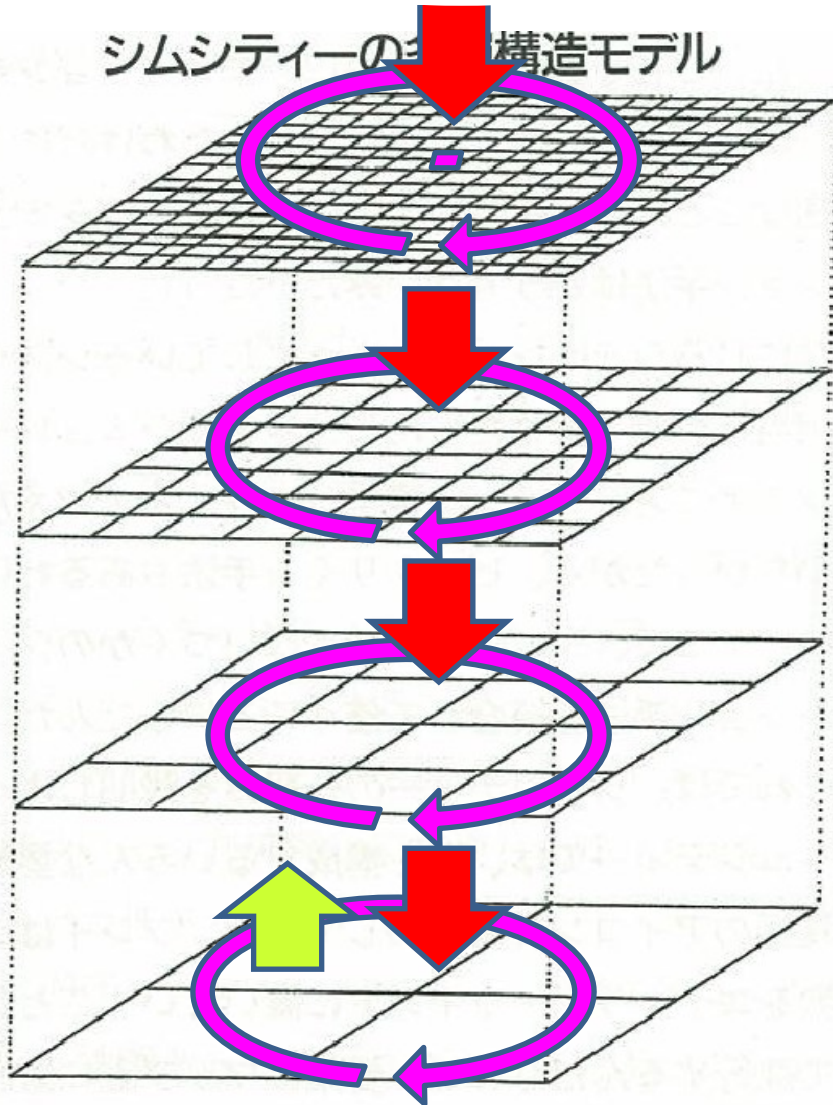


次の層にも伝播します。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの構造モデル

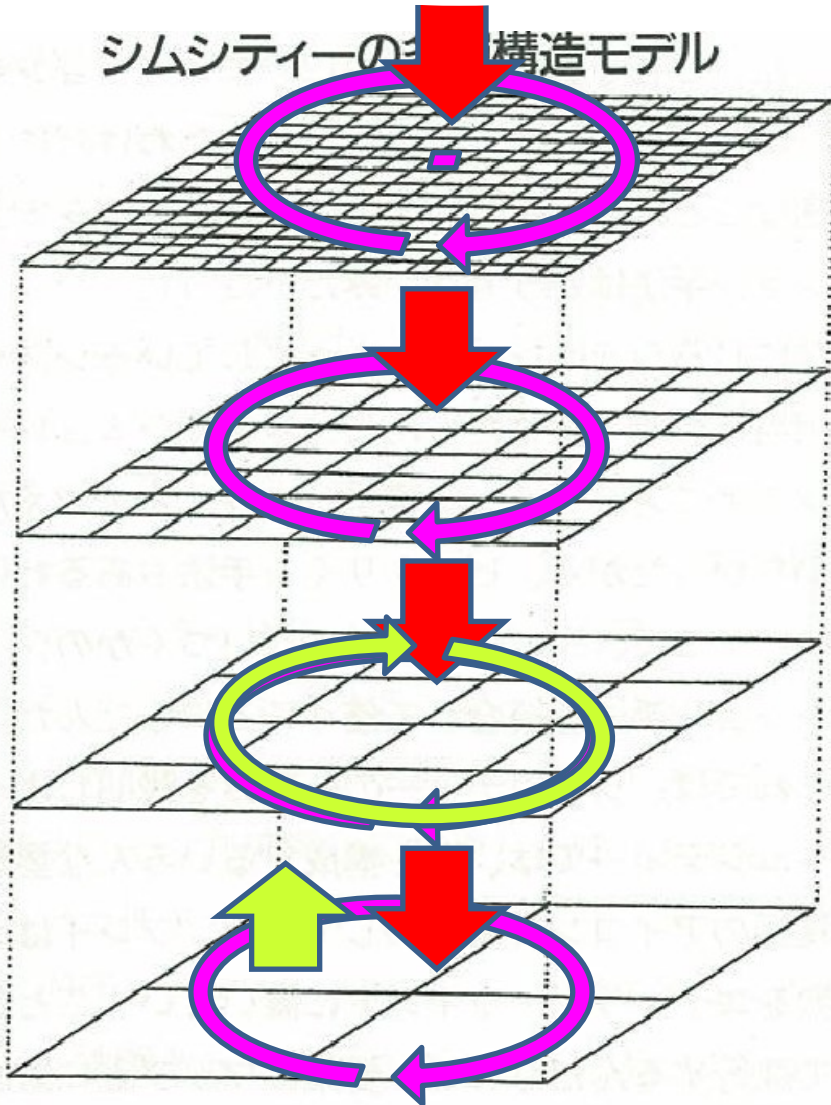


逆に伝播経路と通って影響が返ってきます。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シミュレーションの構造モデル

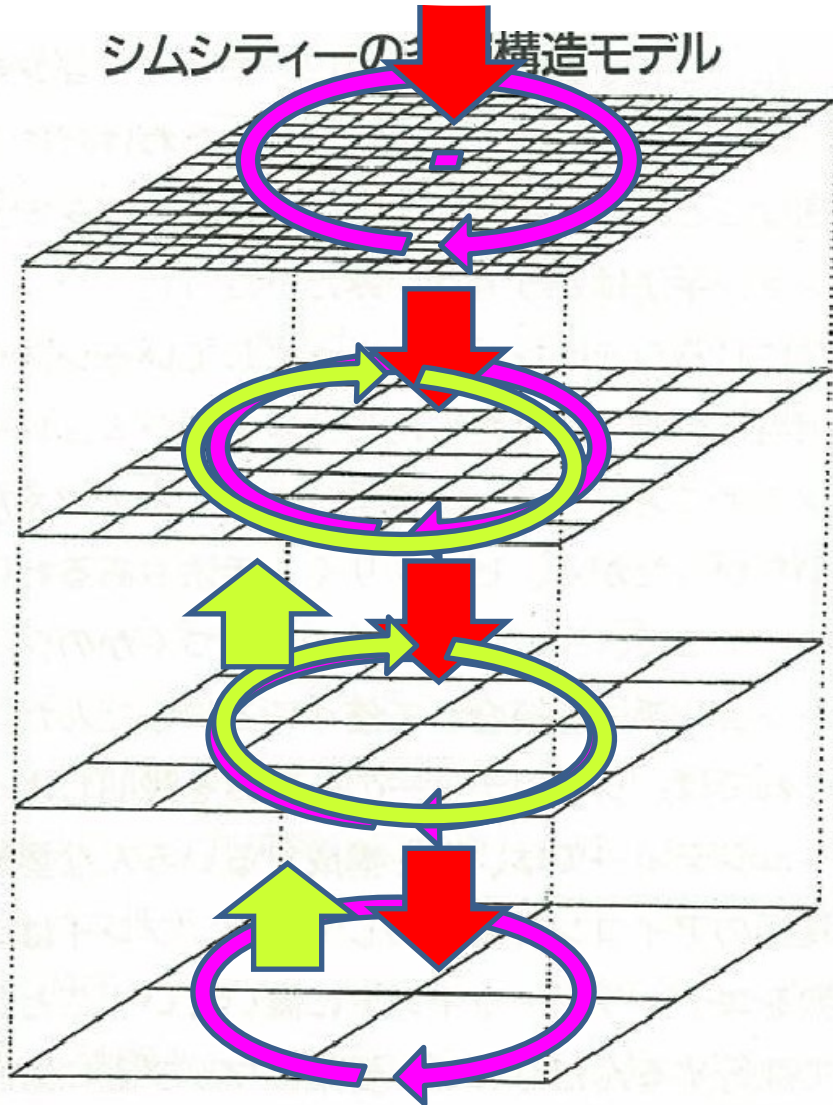


逆に伝播経路と通って影響が返ってきます。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シミュレーションの構造モデル

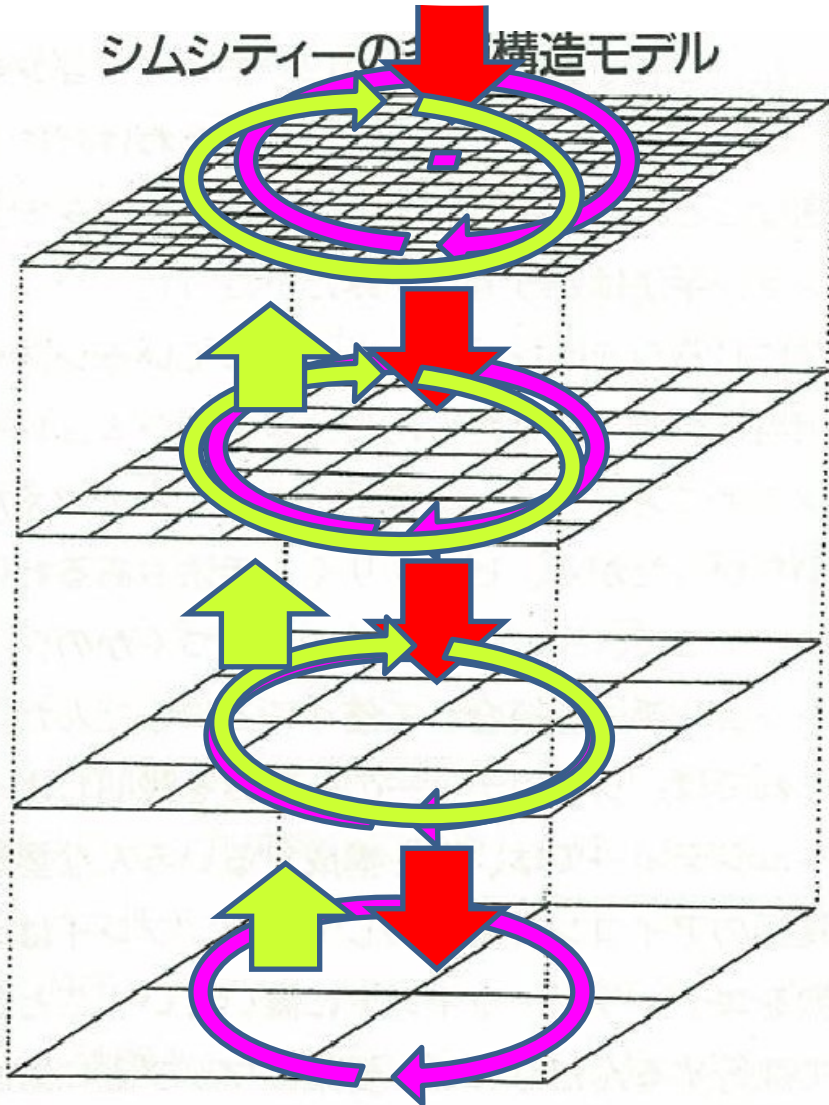


逆に伝播経路と通って影響が返ってきます。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの構造モデル

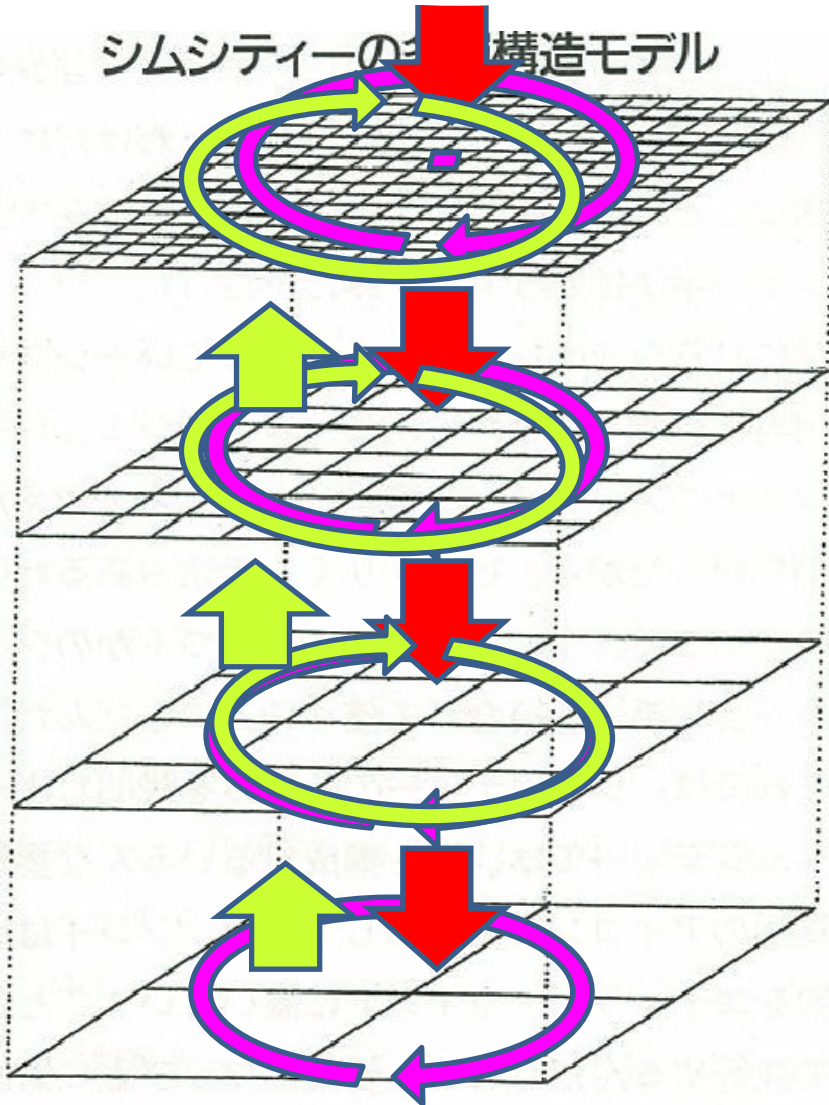


ユーザーのアクションによる影響が
様々なレイヤーに伝搬しながら伝わって行き、
それぞれの反響が時間を遅延しながら
返って来る。

ユーザーによるアクションの影響の広がり

ユーザーアクション

シムシティの構造モデル

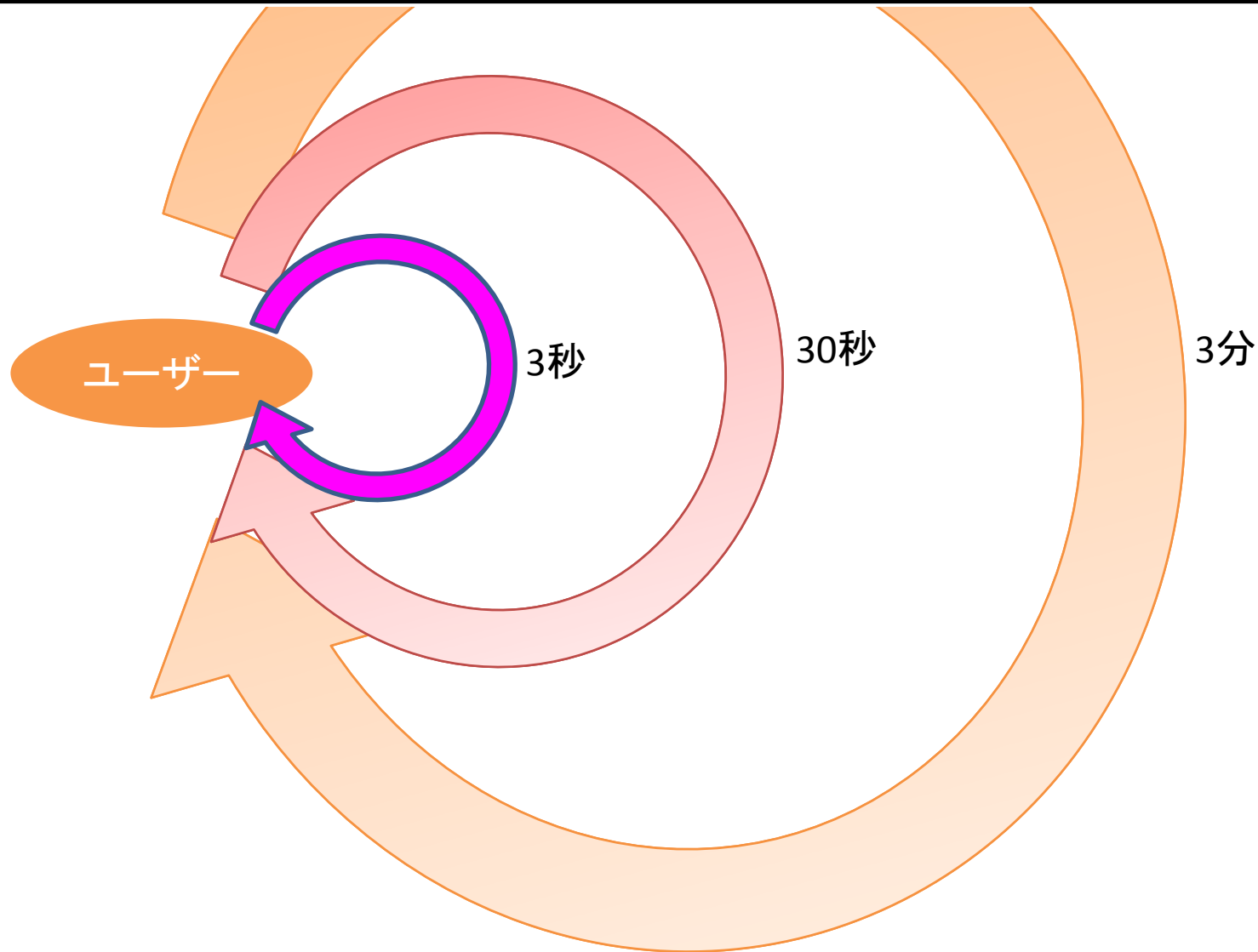


ユーザーのアクションによる影響が
様々なレイヤーに伝搬しながら伝わって行き、
それぞれの反響が時間を遅延しながら
返って来る。

||

街という生きたシステムを経験する。

シムシティの可能性空間 = 多重な時間のフィードバックループ

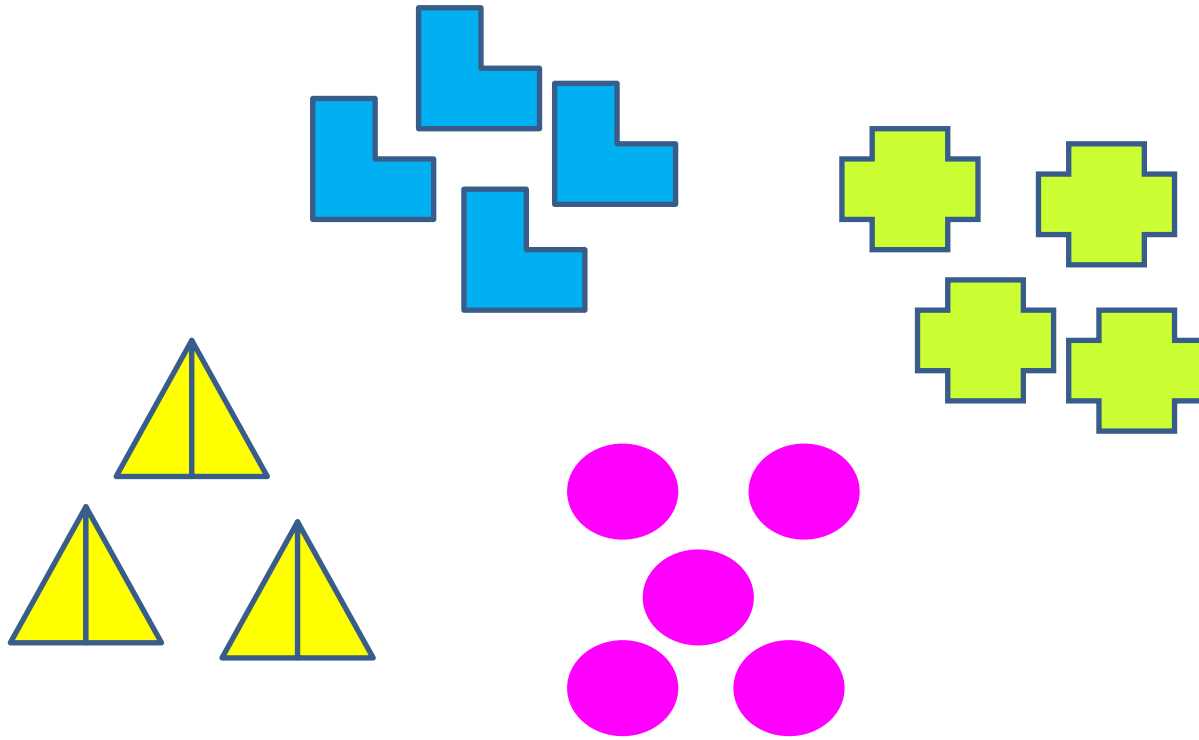


課題：

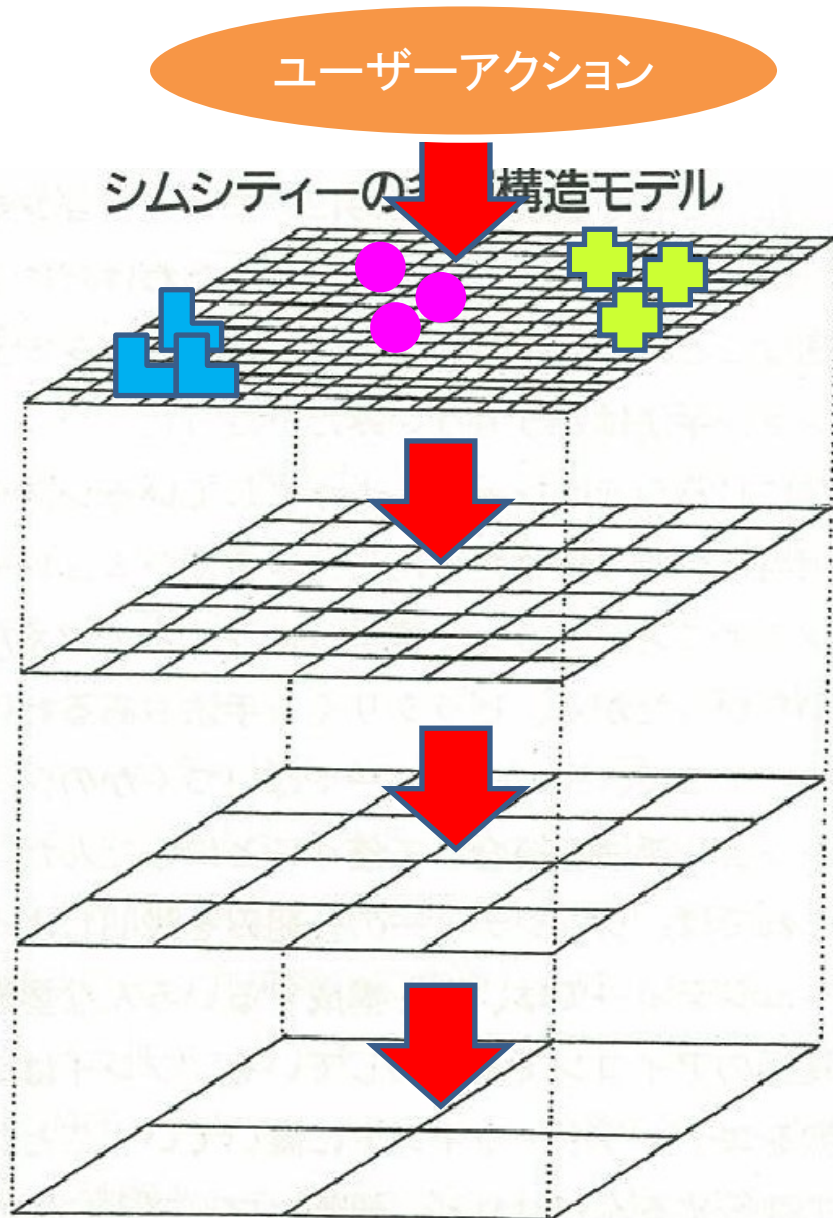
階層型影響マップを使ってゲームを組み立てよう。

1. テーマを決めてください。（例）街
2. そのテーマにどのような多層レイヤーを設定するか。
3. そのレイヤー同士の相互作用を決めてください。
4. 結果、ユーザーにどのような体験を提供しますか？

1. 文明シミュレーション



2. レイヤー設定



文明間の争い
交易

接触と同時に技術伝搬
言葉の広がり
道具の広がり
技術の広がり

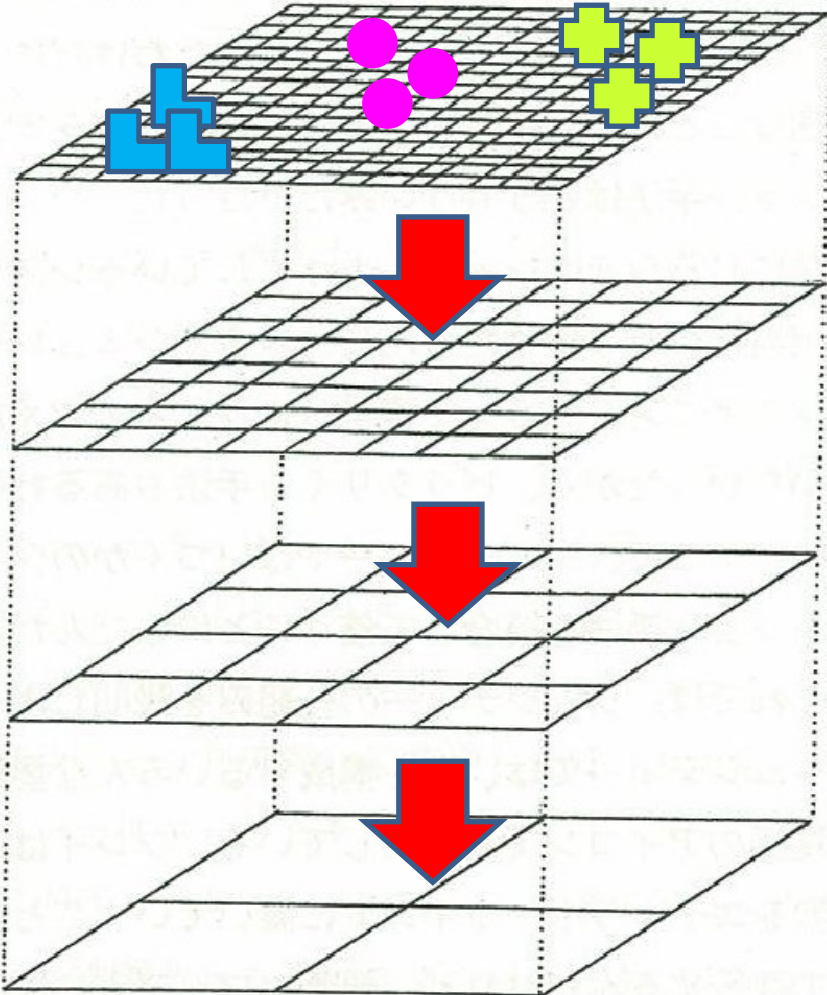
生活様式・政治体制の伝搬

文化の伝搬

3. 要素間の関係

ユーザーアクション

シムシティーの多層構造モデル



文明間の争い
交易

接触と同時に技術伝搬
言葉の広がり
道具の広がり
技術の広がり

技術 = 道具 × 特定の言葉

生活様式・政治体制の伝搬

生活様式 = 道具 + 技術

文化の伝搬

文化 = 技術 + 生活様式

4.何をユーザーに体験させるか？

戦闘と交易によって文化が伝搬して行く様子

Lesson 2: 古きを訊ねよう！

- 古い技術には現代へ通じる地脈がある。
- 古い技術を現代に使い直すと新しい可能性が見つかる。
- 古い技術の概念を抜き出して現代に新しく応用せよ。
- 現代によみがえってない技術は、これからチャンスがある。
- 学術的には知の番人として古い仕事を知っていることは必須である。

LESSON 3

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 三宅陽一郎「クロムハウズにおける人工知能開発から見るゲームAIの展望」(CEDEC2006)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/50>
- 森川 幸人 AI DAY(3) ゲームとAIはホントに相性がいいのか? (CEDEC 2008)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/156>
- 大橋 晴行、高橋 義之、鎌田 浩平
• AI DAY(4) 魔ごころを、きみに ～「勇者のくせになまいきだ。」が目指した自己組織化アルゴリズム～ (CEDEC 2008)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/162>
- 安藤 毅 「サカつく」のサッカー試合AIシステム (CEDEC 2010)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/379>
- 佐竹 敏久、池谷 章「ファンタシースターポータブル2のキャラメイクシステム」(CEDEC 2010)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/299>
- 並木幸介「ぼかぽかアイルー村における、アフォーダンス指向のAI事例。AIに多様な振る舞いをさせる手(CEDEC2011)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/697>
- 岡村信幸「ARMORED CORE Vの対戦AIにおける階層型ゴール指向プランニングと機体制御」(CEDEC2011)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/591>
- 岡村信幸「ARMORED CORE Vのパス検索」(CEDEC2011)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/593>
- 小川卓哉 「Phantasy Star Online 2におけるプロシージャルBGMシステム」(CEDEC 2012)
• <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/773>

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 三宅陽一郎
- クロムハウズにおける人工知能開発から見るゲームAIの展望」
(CEDEC2006)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/50>

ゴール指向型
プランニング
Goal-Oriented
Planning

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 森川 幸人 AI DAY(3) ゲームとAIはホントに相性がいいのか？ (CEDEC 2008)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/156>

遺伝的アルゴリズム
Genetic Algorithm

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 大橋 晴行、高橋 義之、鎌田 浩平
- AI DAY(4) 魔ごころを、きみに ～「勇者のくせになまいきだ。」が目指した自己組織化アルゴリズム～ (CEDEC 2008)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/162>

生態系
Ecology

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 安藤 毅 「サカつく」のサッカー試合AIシステム (CEDEC 2010)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/379>

プランニング・シナリオ生成
Planning /Story Generation

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 佐竹 敏久、池谷 章「ファンタースターポータブル2のキャラメイクシステム」(CEDEC 2010)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/299>

キャラクター・メイキング
Character Making

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 並木幸介「ぽかぽかアイルー村における、アフォーダンス指向のAI事例。AIに多様な振る舞いをさせる手 (CEDEC2011)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/697>

アフォーダンス
Affordance

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 岡村信幸「ARMORED CORE Vの対戦AIにおける階層型ゴール指向プランニングと機体制御」(CEDEC2011)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/591>

線形計画法
Liner Planning

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 岡村信幸「ARMORED CORE Vのパス検索」(CEDEC2011)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/593>

三次元パス検索
3D Path-planning

Lesson 3: 国内の事例は CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 小川卓哉 「Phantasy Star Online 2におけるプロシージャルBGMシステム」 (CEDEC 2012)
- <http://cedil.cesa.or.jp/session/detail/773>

プロシージャル・サウンド
Procedural Sound

Lesson 3:

国内の事例は DiGRA JAPAN サイトで集めよう。

- 田邊雅彦、WCCF AIエンジニアリング (DiGRA JANAN 2009年5月公開講座、東京大学)
- サッカーゲームAIの設計と実装
- http://digrajapan.org/?page_id=279
- <http://digrajapan.org/?wpdmact=process&did=OS5ob3RsaW5r>

CeDIL を活用しよう。 <http://cedil.cesa.or.jp/>

DiGRA JAPAN 資料を活用しよう。 <http://digrajapan.org/>

Lesson 3:

国内の事例は

CeDIL (CEDEC 資料サイト)で集めよう。

- 国内の事例は多くない。各社の事例で外で発表されているものが多くない。
- しかし明確に海外と違う細やかさがある。
- 国内のAIの系譜を掘り起こすこと自体が大きな仕事になるだろう。
- これから海外と国内を分ける意味がなくなっ
て来るだろう。
- ソーシャルゲームのAIはまだ全貌が見えてい
ない。

LESSON 4

Lesson 4:

海外AI情報サイトを活用しよう。

- 現在、ほとんどの産業のゲームAIの情報は海外から発信される。
- 日本語の情報はほとんどが二次情報
- 英語で情報を集める力が必要とされる。
- 将来的(博士以降、ゲーム開発者)には英語で情報を発信する情報が必須となる。

AI Game Dev.COM

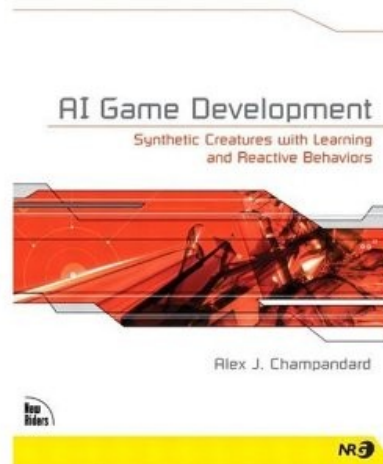
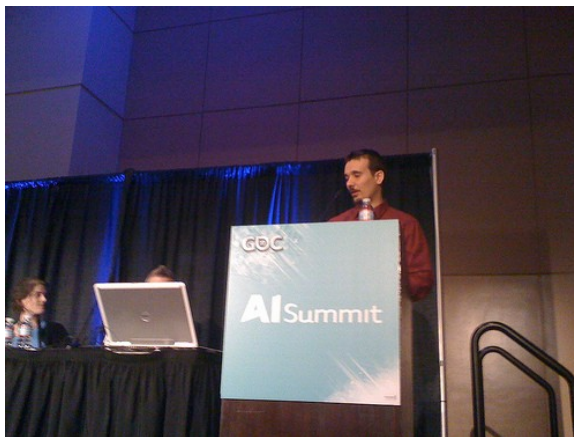
The screenshot shows the homepage of AI Game Dev.COM. At the top, there is a navigation bar with links for ARTICLES, FORUMS, EVENTS, SEARCH, PREMIUM, LOGIN, and SIGN UP. A red robot character is positioned on the right side of the navigation bar. Below the navigation bar, there is a 'HIGHLIGHTS' section with three featured articles: 'RELEASING A SCRIPTING PACKAGE IN THE ASSET STORE', 'PROCEDURAL MUSIC GENERATION APPLYING STATISTICAL MODELS TO COMPOSITION', and 'MEMBERSHIP'. The 'MEMBERSHIP' section includes a crown icon and text stating 'The Premium Membership area at AI Game Dev.com is the best place to stay on the cutting edge of artificial intelligence in video games. Find out more!'. Below the highlights, there is a 'LATEST ARTICLES' section featuring an article titled 'Storytelling and Games Conference (Coming Soon): Interweaving Technology and Art' by Jurie Horneman. The article text discusses the relationship between storytelling and games, mentioning the StagConf conference. A 'NOTE' at the bottom of the article states: 'NOTE: The article was compiled by Jurie Horneman, StagConf organizer whom you might recognize as a panelist from the Paris Game AI Conference 2010.' To the right of the article, there is a 'SPONSORS' section featuring the SPIROPS logo and a 'CATEGORIES' section with links for 'Reviews' and 'Tutorials'.

- ゲームAIの実例紹介・技術紹介
- 開発インタビュー
- 論文紹介
- カンファレンス資料 (GDC AI Tutorial, Paris Game AI Conference) が掲載

- 非常に重要な情報源

- 登録が必要(無料)
- 有料会員記事と無料会員記事がある。

- Alex Champandard が主催
(研究者からゲーム産業へ。
産業と学術を繋ぐ人物)



Lesson 4:

海外AI情報サイトを活用しよう。

- KILLZONE2 AI

<http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/>

- DUNIA ENGINE

<http://www.farcry2-hq.com/downloads,area,techdemos.htm>

Lesson 4: 海外AI情報サイトを活用しよう。

- KILLZONE2 AI

<http://aigamedev.com/open/coverage/killzone2/>

チーム協調
Team Co-operation

Lesson 4: 海外AI情報サイトを活用しよう。

- DUNIA ENGINE (で検索してみてください)

<http://www.farcry2-hq.com/downloads,area,techdemos.htm>

プロシージャル技術
Procedural
Generation

FarCry2 におけるプロシージャル技術



50km四方のマップを作る

オブジェクト(草木) & アニメーションデータを
自動生成

植物に関してプロシージャルのアルゴリズムの助けを借りてデザイナーが生成
(まとまった単位土地内の**分布**、**成長率**などを指定して生成)

アニメーションや破壊のされ方は、簡単な設定をしておけば、ゲーム内で環境に
応じてシミュレートされる。 (例) 草原で炎が燃え広がる

FarCry2 (Dunia Engine) デモ

<http://www.farcry2-hq.com/downloads,18,dunia-engine-nr1.htm>



草原自動生成



時間システム



樹木自動生成



動的天候システム



動的天候システム

Lesson 4:

海外AI情報サイトを活用しよう。

- 世界全体でゲームAIの研究・開発は加速しつつある。
- 大学発の流れ、産業発の流れ、また二つの流れが融合して盛り上がっている流れなどがある。その一つ一つの流れを丁寧に理解する。
- 大学側からは研究を通して産業に大きな影響をおよぼす可能性がある。

LESSON 5

Lesson 5: 本を読もう。

Programming Game AI by Example

実例で学ぶ

ゲームAI プログラミング



O'REILLY®
オライリー・ジャパン

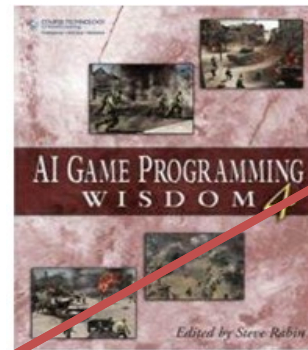
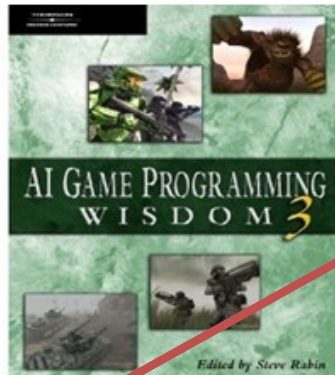
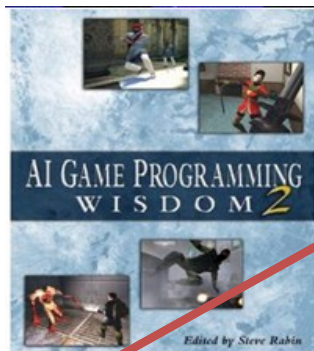
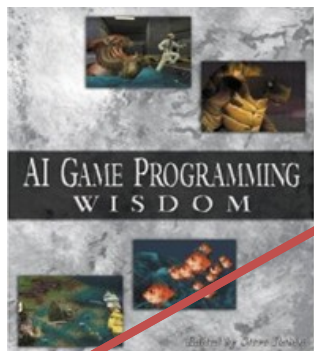
Mat Buckland 著
松田 晃一 訳

Game AI 知識の集積

2000

2006

2010



知識の集積

AI Game Programming Wisdom

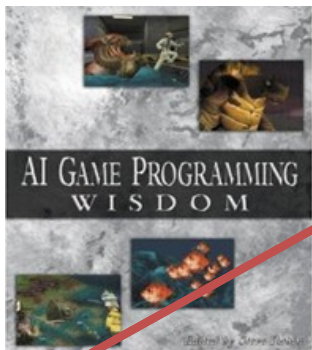
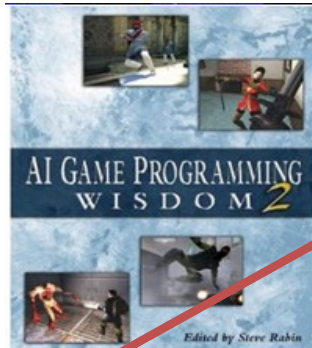
Game AI 知識の集積

2000

2006

2010

AIGameDev = オンライン情報サイト



AI Game Programming Wisdom

知識の集積

Books

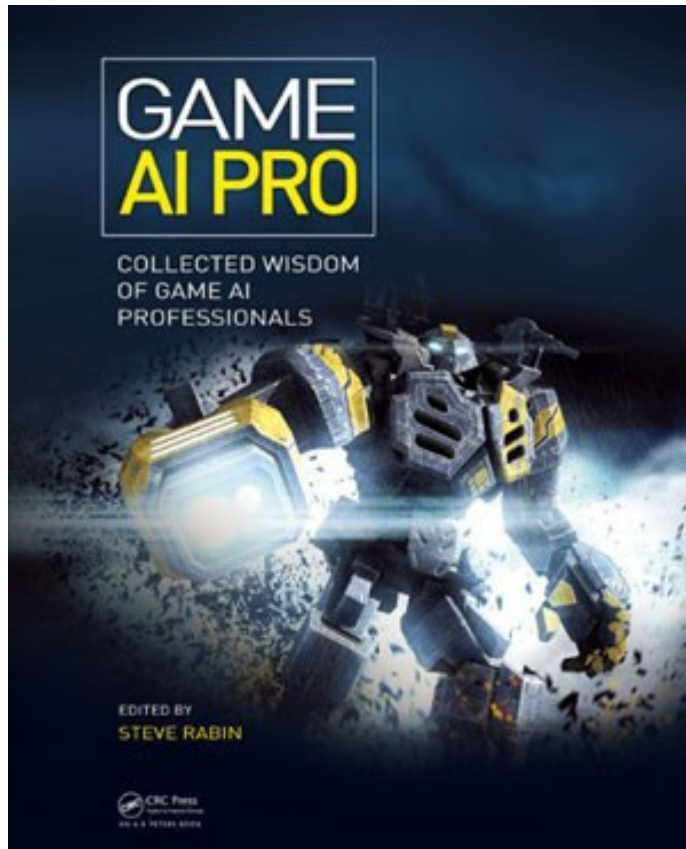


Table of Contents

General Wisdom

~

Movement and Pathfinding

Pathfinding Architecture Optimizations

Steve Rabin and Nathan Sturtevant

Choosing a Search Space Representation

Nathan R. Sturtevant

Creating High-Order Navigation Meshes through Iterative Wavefront Edge Expansions

D. Hunter Hale and G. Michael Youngblood

Precomputed Pathfinding for Large and Detailed Worlds on MMO Servers

Fabien Gravot, Takanori Yokoyama, and Youichiro Miyake

Techniques for Formation Movement using Steering Circles

Stephen Bjore

Collision Avoidance for Preplanned Locomotion

Bobby Anguelov

Crowd Pathfinding and Steering Using Flow Field Tiles

Elijah Emerson

Efficient Crowd Simulation for Mobile Games

Graham Pentheny

Animation-Driven Locomotion with Locomotion Planning

Jarosław Ciupiński

Strategy and Tactics

Tactical Position Selection: An Architecture and Query Language

Matthew Jack

Tactical Pathfinding on a NavMesh

Daniel Brewer

Beyond the Kung-Fu Circle: A Flexible System for Managing NPC Attacks

Michael Dawe

Hierarchical AI for Multiplayer Bots in Killzone 3

Remco Straatman, Tim Verweij, Alex Champandard, Robert Morcus, and Hylke Kleve

Using Neural Networks to Control Agent Threat Response

Michael Robbins

~

Precomputed Pathfinding for Large and Detailed Worlds on MMO Servers
Fabien Gravot, Takanori Yokoyama, and Youichiro Miyake

<http://www.crcpress.com/product/isbn/9781466565968>

Lesson 5: 本を読もう。

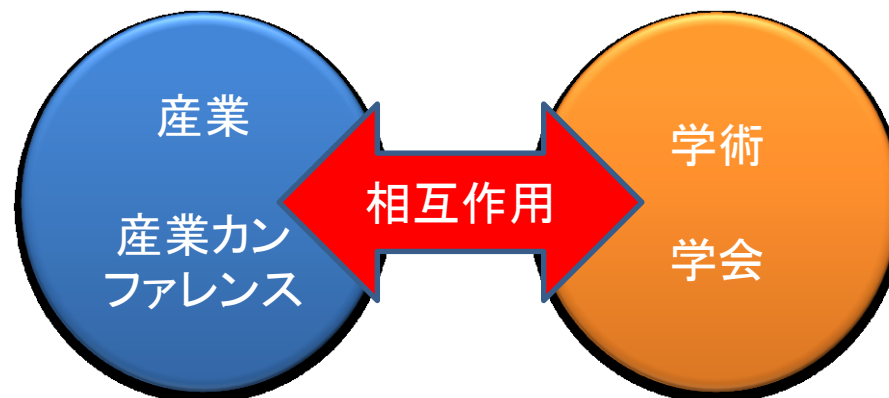
- 過去の論文や専門の書籍をよく読みこみましょう。
- 自分の仕事とどんどんとリンクさせて、自分の仕事を太らせましょう。
- それから自分の仕事を鍛えましょう。

LESSON 6

Lesson6:

自分で築いた知識を 世界に向けて発信しよう。

- 学術で研究した技術を学会で発表しよう。
- 学術で研究した技術を産業に向けて(GDCとか、CEDECとか、書籍とか)発表しよう。
- 産業で築いた技術を産業に向けて(GDCとか、CEDECとか、書籍とか)発表しよう。
- 産業で築いた技術を学術に向けて学会などで発表しよう。



Lesson6:

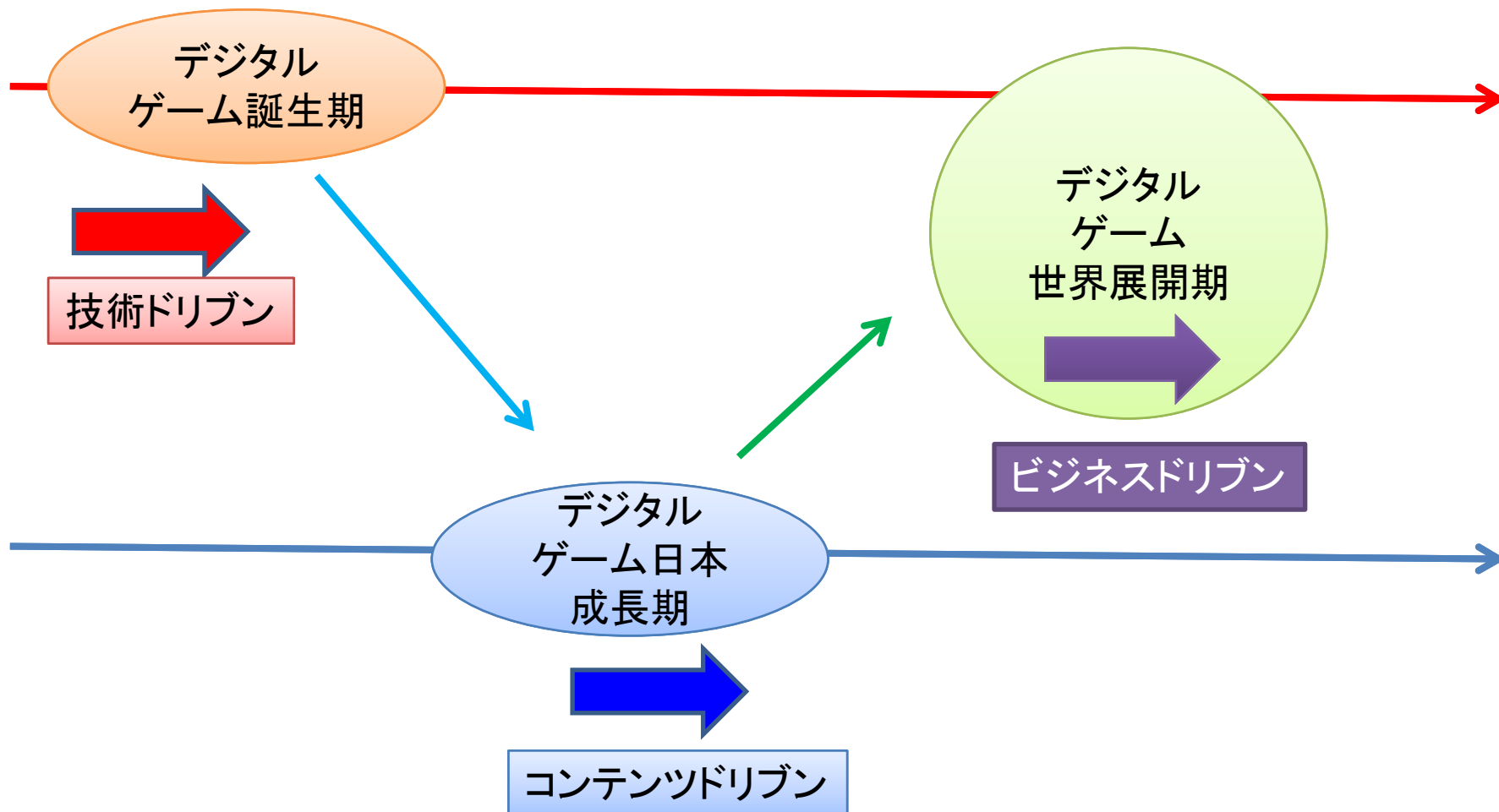
自分で築いた知識を
世界に向けて発信しよう。

- 横山貴規氏、グラヴォ・ファビアン
FFXIV サーバーサイド経路探索システム
<http://www.4gamer.net/games/032/G003263/20121205079/>

ルックアップテーブル
Look-up Table

日本のAI事例、海外のAI事例

- アーケード
- 家庭用



技術ドリブン、コンテンツドリブン

- 海外、特に米は技術によってゲームを底上げしてからコンテンツを作ろうとする風土がある。
- サイエンスとしてのゲーム。

- 日本は、コンテンツファースト。その次に技術、と現場では言われることが多い。
- 「技術のためにコンテンツがあるのではないのだぞ」
「いや、そうは言ってないで、土台は技術で作らしましょうよ。」
「三宅、なまいき！」 → 今に至る。

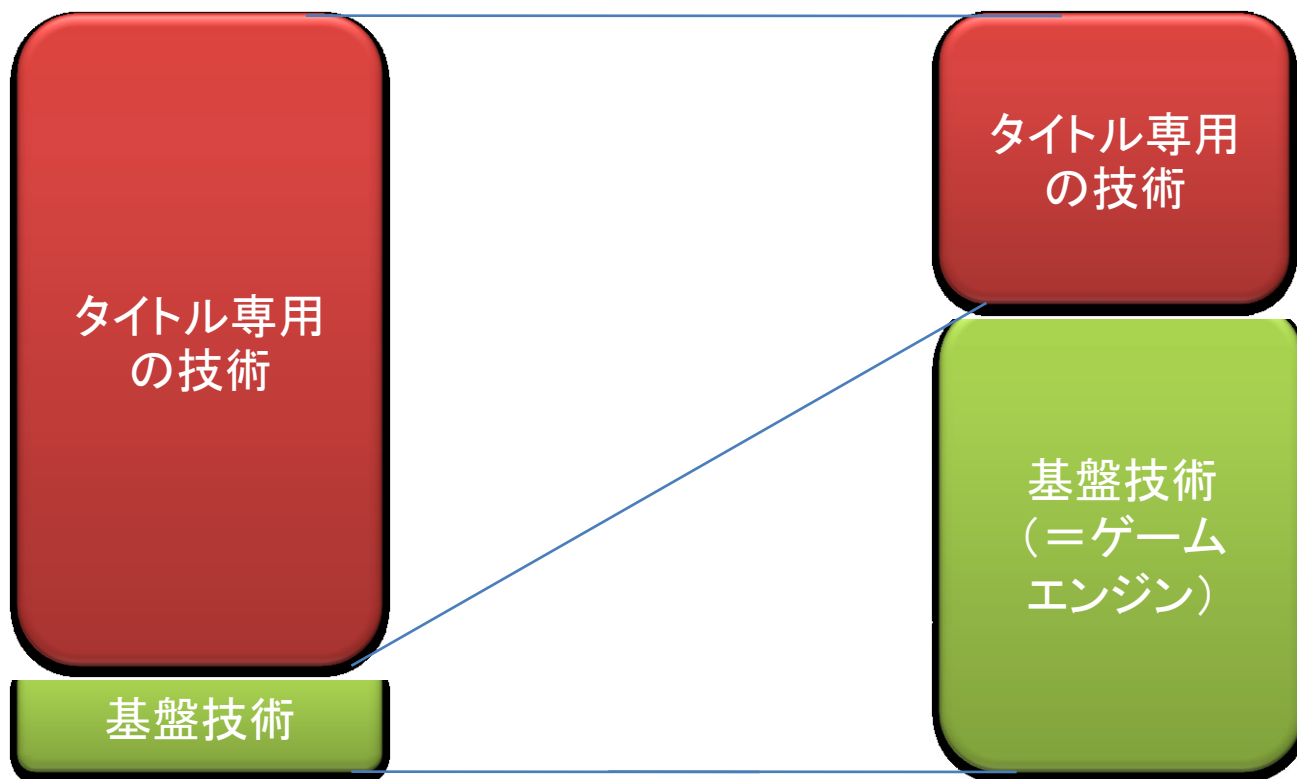
技術ドリブン、コンテンツドリブン

- AIは特にコンテンツと結びついている。
- 日本ではなかなか技術が入れにくい。
- 技術でAIを持ち上げるという発想が弱い。
- 残念ながら技術的には数年遅れている。
- ただ使いこなすノウハウは日本の方がうまい。
- 海外は不器用に技術を入れるしかない。
- 日本は細かい技が上手(でもスケール的に限界。)



AI技術で基本システムを作れるエンジニアが各社に必要。
AI技術をある程度理解して導入を促し使いこなせるゲームデザイナーが必要。

現代のゲーム技術



各タイトルごとに技術を入れるより、ゲーム開発技術をゲームエンジンと結晶させて発展させて行く時代。

= 可能であればゲームエンジンに、そうでなくても、各タイトルごとにAI技術を導入しよう。

Lesson6:

自分で築いた知識を
世界に向けて発信しよう。

- 情報は発信する者に集まる。
- 研究を発表すれば研究者/開発者につながる。
- 研究者は最先端でなければならない。
- 開発は最高峰であることが望ましい。
- 研究に深い根を張れるように、過去から現在へ至る仕事を調べて自分のものにしよう。

まとめ

- デジタルゲームAIは、まだ若く研究を始めにくい分野です。
- 若いからこそ、たくさんの重要な課題が転がっていて、インパクトのある研究をするチャンスがあります。
- 今日は、そういった研究を始めるための題材を事例としてご紹介しました。
- ここから研究テーマが見つかることを願います。

ゲームAI入門

「ゲームAI研究・開発の進め方」

<http://www.facebook.com/youichiro.miyake>

Twitter: @miyayou

感想・ご質問は メールtwitter やfacebookまで

ゲームAI千夜一夜

<http://blogai.igda.jp/>

三宅陽一郎 論文・講演資料集(4)

<http://blogai.igda.jp/article/92899318.html>