

GDC2008に見る AI、プロシージャル、製作パイプライン技術の発展

GDC2008 報告会

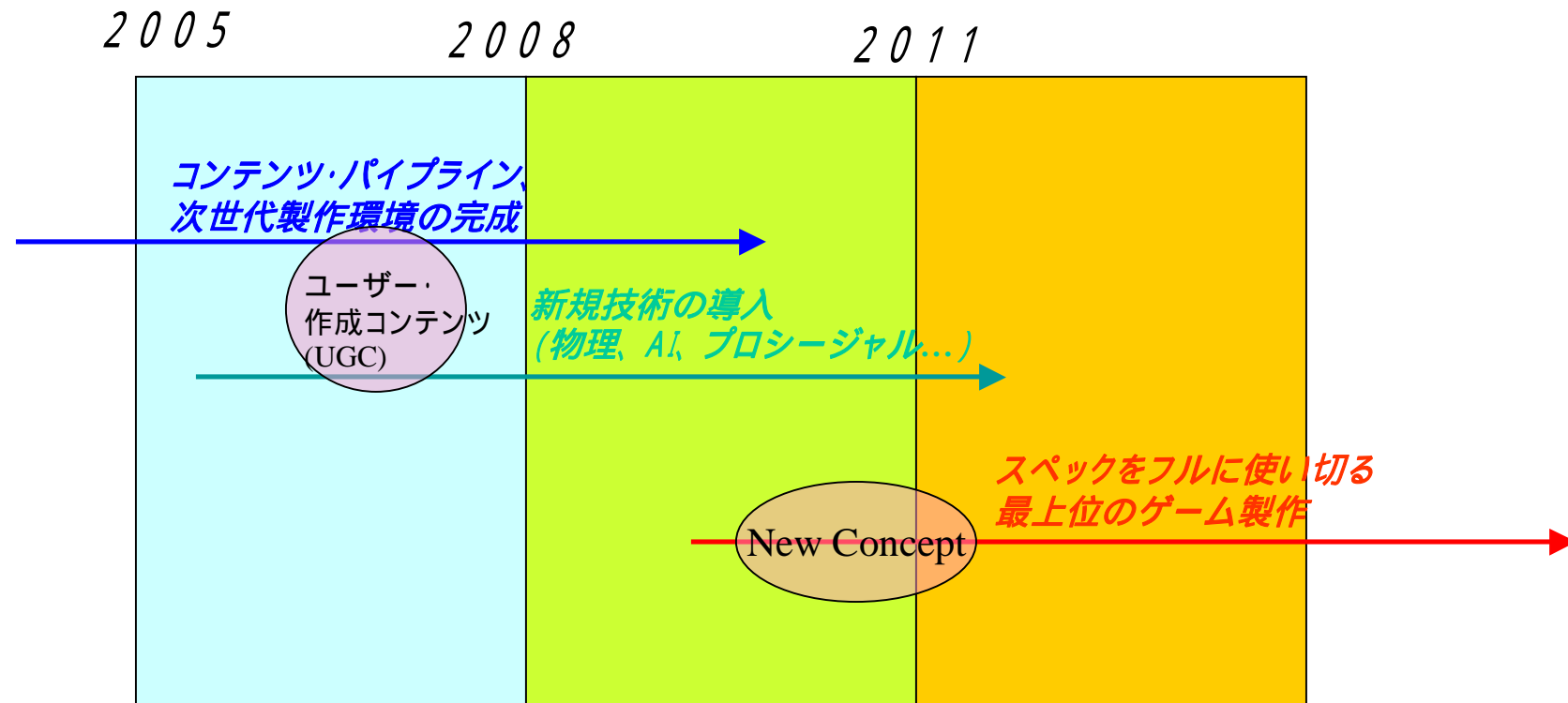
三宅 陽一郎

(フロム・ソフトウェア)

y_miyake@fromsoftware.co.jp

3.1.2008

What is the year 2008 ?



主要な技術講演の分類

コンテンツ・パイプライン

'STAR WARS: THE FORCE UNLEASHED' で LucasArts はいかにして...

'DOOM' から 'RAGE' へ: ゲーム開発の弛まざる発展

'アンチャーテッド エル・ドラドの秘宝' 事後分析

EVE Online の世界

アニメーションの新しい地平へ: 'アンチャーテッド エル・ドラドの...

スピルバーグの 'BOOM BLOX' の製作

'Halo3' シネマティック・プロセス

プロシージャル

SPORE におけるプロシージャル・ミュージック

FAR CRY 2 におけるプロシージャル・データ生成

物理

'MERCENARIES 2' 大規模ストリーミング世界におけるネットワーク上の物理

AI

うまく負ける技術: 人工知能と 'CIVILIZATION'

'ASSASSIN'S CREED' における群集制御: リアルな群集を作る

よりよい戦場を構築するために: HALO 3 AI オブジェクティブ・システム

主要な技術講演の分類

コンテンツ・パイプライン

「STAR WARS: THE FORCE UNLEASHED」でLucasArts はいかにして...

「DOOM」から「RAGE」へ: ゲーム開発の弛まざる発展

「アンチャーテッド エル・ドラドの秘宝」事後分析

EVE Online の世界

アニメーションの新しい地平へ: 「アンチャーテッド エル・ドラドの...

スピルバーグの「BOOM BLOX」の製作

「Halo3」シネマティック・プロセス

プロシージャル

SPORE におけるプロシージャル・ミュージック

FAR CRY 2 におけるプロシージャル・データ生成

物理

「MERCENARIES 2」大規模ストリーミング世界におけるネットワーク上の物理

AI

うまく負ける技術: 人工知能と「CIVILIZATION」

「ASSASSIN'S CREED」における群集制御: リアルな群集を作る

よりよい戦場を構築するために: HALO 3 AI オブジェクティブ・システム

デジタル・ワールド

ツール・プログラマー



ツール・プログラム

3Dツール
2Dツール
スクリプト言語
サウンドツール
エクセルなど

ツール・チェーン



3Dモデル
2Dデータ
スクリプト
サウンド
ゲーム設定
データ

コンテンツ・データ

ゲーム
エンジン
プログラム



コンテンツ・パイプライン

ゲーム・プログラム



アーティスト

デザイナー

開発マネジメント



ゲーム・プログラマー

コンテンツ

プロシージャル

- (1) 「Spore」におけるプロシージャル・ミュージック
- (2) 「Far Cry2」におけるデータ自動生成

AI

- (3) 「Assassin's Creed」における群集制御
- (4) 「Halo3」における戦場の形成

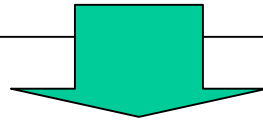
ナレッジ・マネージメント

- (5) まとめ

プロシージャル技術

プロシージャルとは？

プロシージャル(Procedural)
= 計算による、連続した操作による



デジタルゲームでは？

ゲーム空間、デジタル空間において、
自身の連続操作によって自律的な力を持つファクター

(例) 自動生成、自律的なAI

Procedural Contents Generation

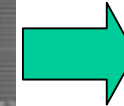
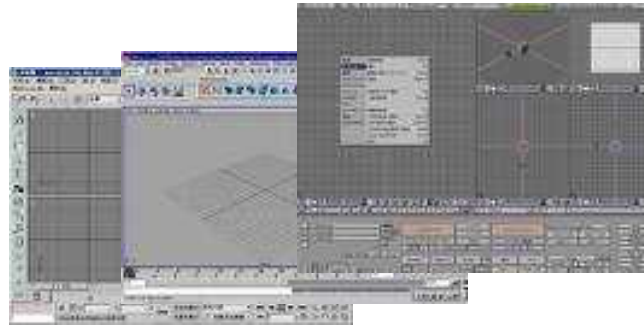
Procedural AI

プロシージャル コンテンツ生成

デジタル空間で草原を作りなさい

アプローチ1

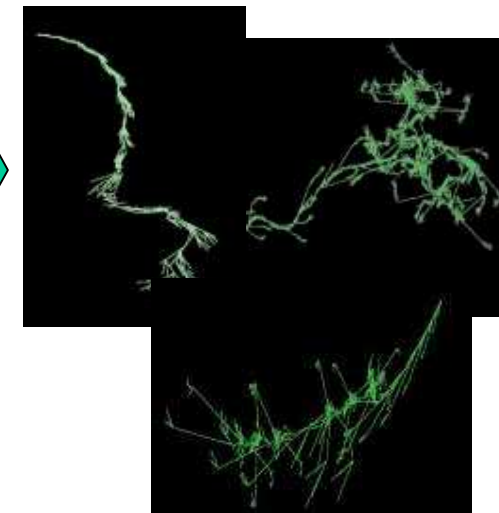
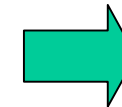
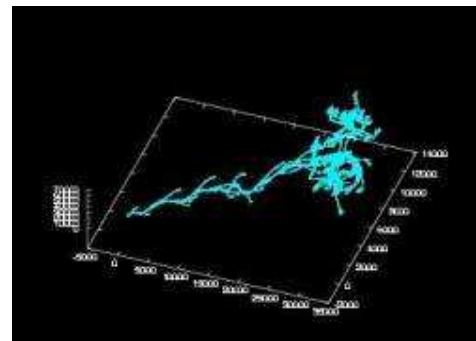
人の手によって
モデリングを行う



アプローチ2

アルゴリズム

プログラムによって
モデルを自動生成する



2003, Youichiro Miyake

プロシージャル

```
void gen(){  
    if(unit_length > MAX_LENGTH) { add_stem(); return; }  
    add_rings(current_stem);  
  
    if(steps > 1000);return;  
    gen();  
}  
  
int make(){ gen(); return; }
```

反復関数法

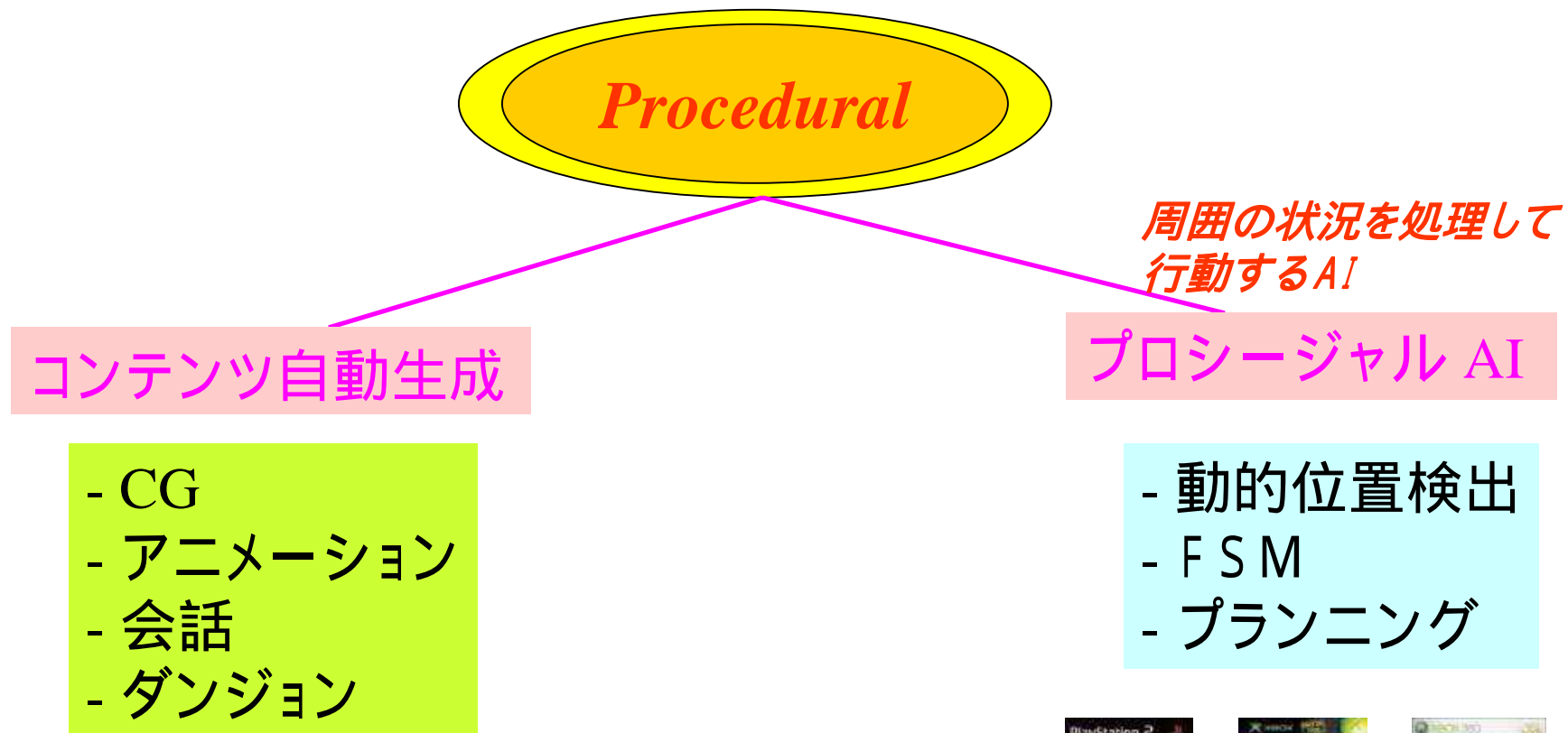
プロシージャル技術 → ゲームデザインへ

たくさんの演算によってモデルを生成する

コンテンツ自動生成 (Procedural Contents Generation)

デジタルゲームにおけるプロシージャル

プロシージャル(Procedural) = 計算による、連続した手続きによる



プロシージャル・コンテンツ

テクスチャー**生成**

Procedural Texture

モデル**自動生成**

Deformable Model

アニメーション**生成**

Animation Synthesis

即応インタラクション

物理

認識・判断するAI

Procedural AI

街生成

City Generation

会話・ストーリー生成

Story Generation

人工市場

Artificial Societies

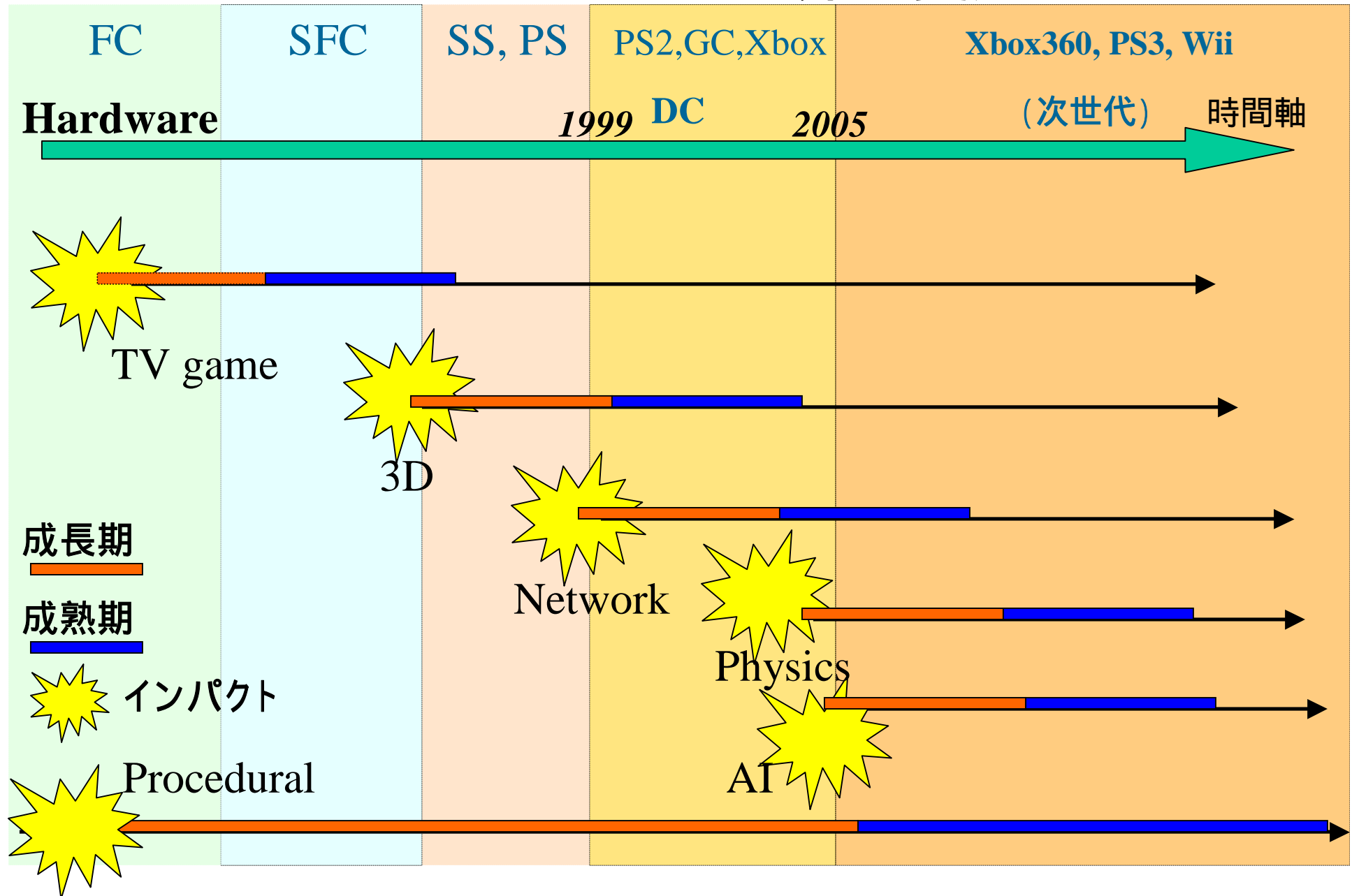
究極地球シミュレーター

(世界シミュレーターという意味で)

Earth Simulator



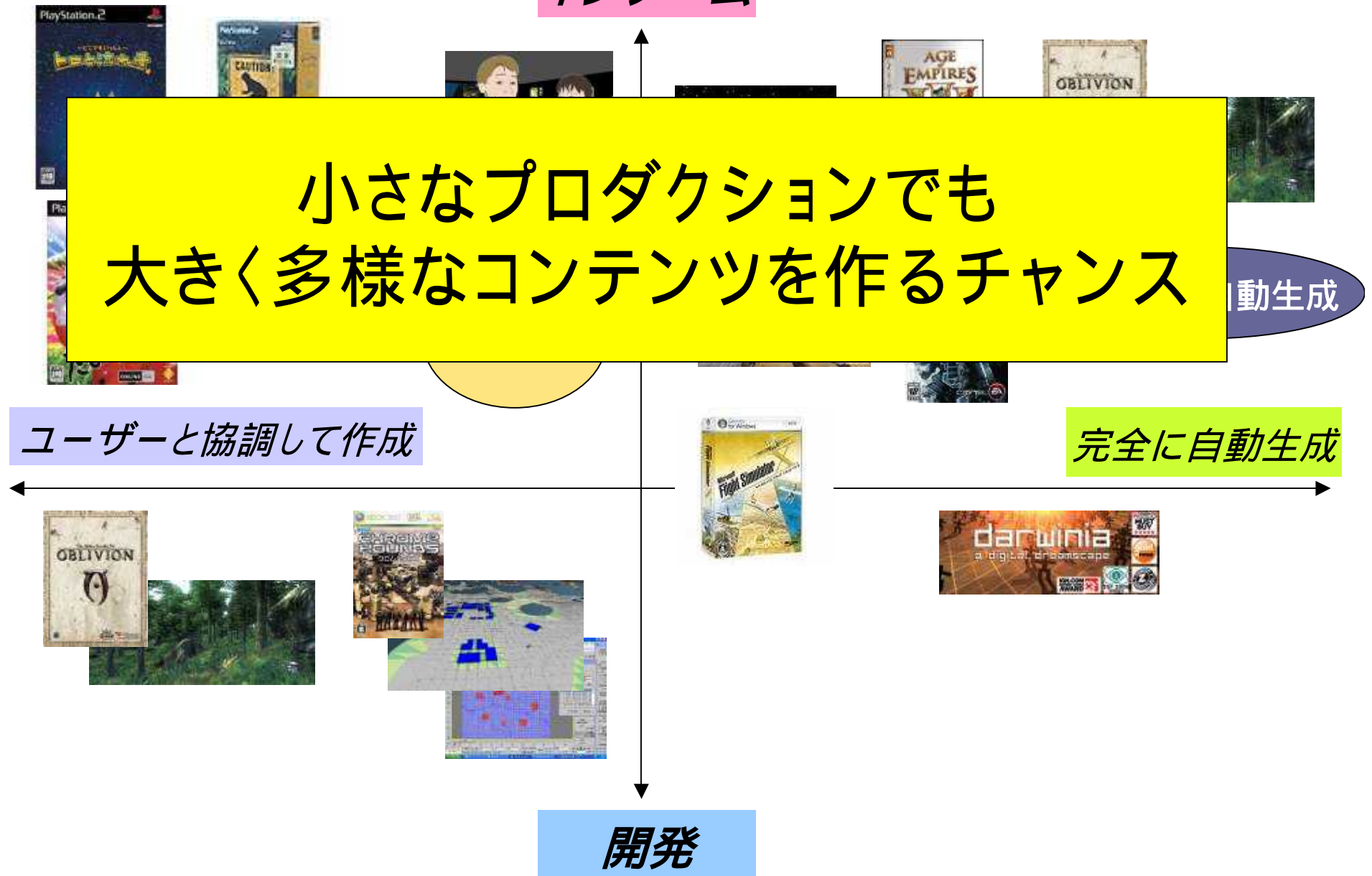
デジタルゲーム世界の変遷



ゲームに応用される様々なプロシージャル インゲーム

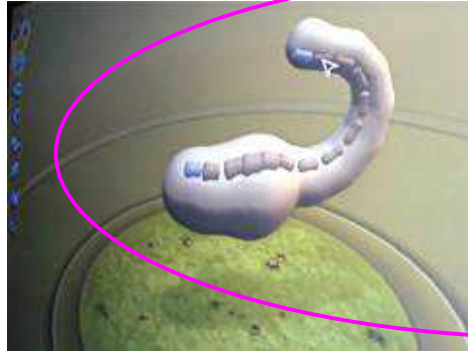


ゲームに応用される様々なプロシージャル インゲーム



Spore とはどんなゲーム？

自分だけの宇宙を作って行くゲーム



単細胞フェーズ



生物、建物、惑星、主要なものは
全てユーザーが生成可能



集団行動フェーズ

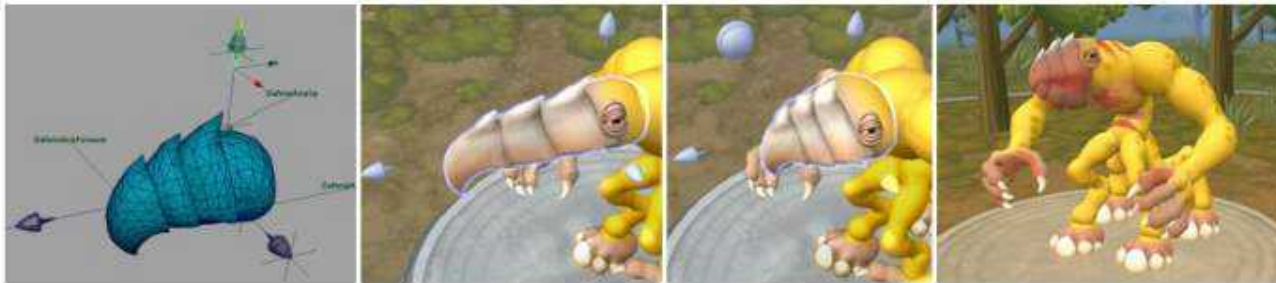


ギャラクティックフェーズ



「Spore」はプロシージャル技術の結晶

グラフィック、オブジェクト、サウンド、あらゆる分野においてプロシージャル技術を応用する次世代のゲーム



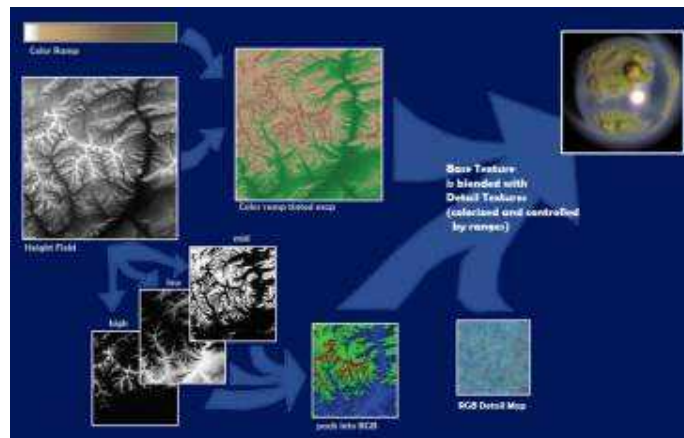
テクスチャ (SIGGRAPH2007)

オブジェクト配置 (SIGGRAPH2007)

モデル生成 (SIGGRAPH2007)

モデル変形 (SIGGRAPH2007)

+ 音楽プロシージャル (GDC 2008 初公開)



Spore の技術情報は

詳しくはゲームAI連続セミナー 第6回資料へ

(IGDA日本の「ダウンロード」にテキストがあります)

<http://www.igda.jp/modules/mydownloads/>



カーネギー・メロン大学のAndrew J. Willmot博士のHPページのSIGGRAPH2007のコーナー

<http://www.cs.cmu.edu/~ajw/s2007/>

コンテンツ

プロシージャル

- (1) 「Spore」におけるプロシージャル・ミュージック
- (2) 「Far Cry2」におけるデータ自動生成

AI

- (3) 「Assassin's Creed」における群集制御
- (4) 「Halo3」における戦場の形成

ナレッジ・マネージメント

- (5) まとめ

SPORE におけるプロシージャル・ミュージック



<http://pc.gamespy.com/pc/spore/853810p1.html>

SPORE におけるプロシージャル・ミュージック

Procedural Music in SPORE

<https://www.cmpevents.com/GD08/a.asp?option=C&V=11&SessID=6426>

講演者: Kent Jolly (Audio Director, Electronic Arts), Aaron McLeran (composer, n/a)

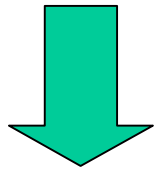
日時: 2月20日(水) 12時 ~ 13時

場所: West Hall, 2024号室

プロシージャル・ミュージック

- 音楽の自動生成
- 環境音楽 (Ambient Music)

くり返しのない (*never repeat*) 音楽を目指す



Procedural Music
(その場で生成される音楽)

そのステージでユーザーとインタラクションしながら生成される音楽

基本知識

基本要素(ミクロレベル)

音楽の3要素 = 音の高さ、長さ、強さ

音の3要素 = 周波数、強度、音色

音色の経時変化(周波数スペクトルの時間的な変化)

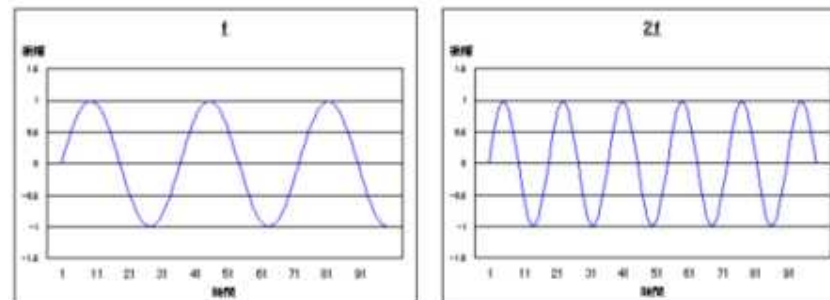
強さの経時変化(音の立ち上がり、たち下がり、余韻など)

複合的な要素

メロディ / 和音(ハーモニー、コード)

強さの変化(だんだん大きくなったり小さくなったり)

テンポとその変化(だんだん早く、だんだん遅く)



基本知識

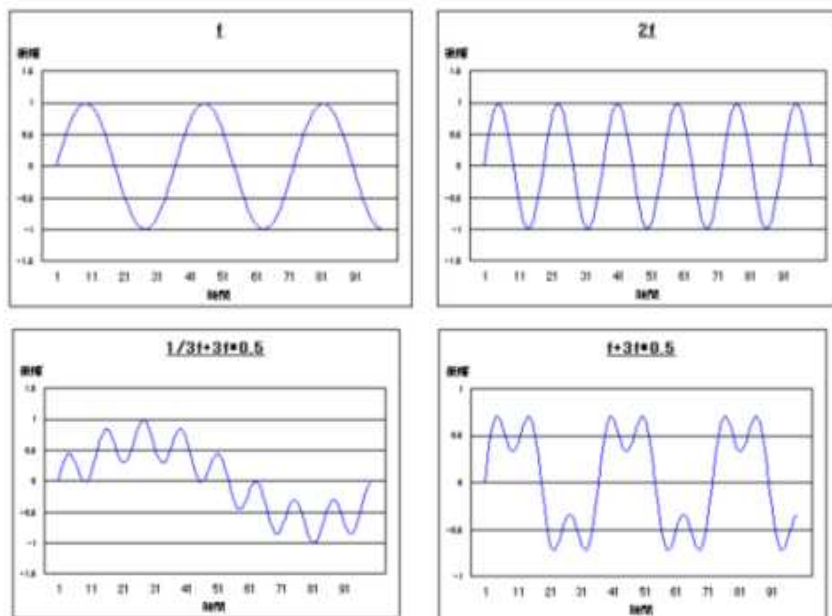
シンセサイザー

ミクロレベルの音のデザイン

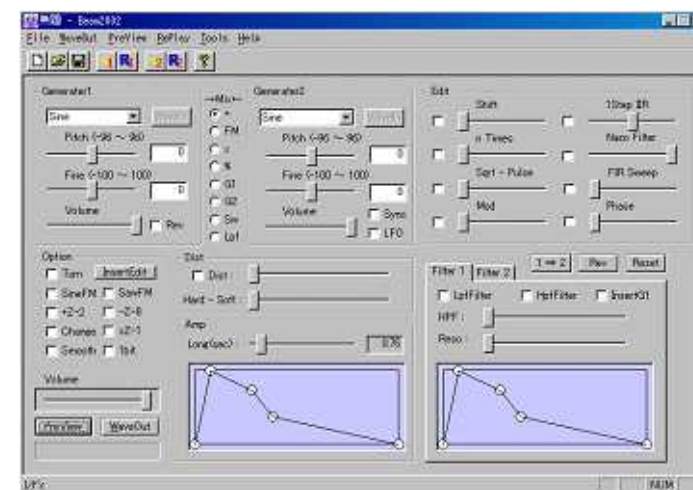
アルペジエータ

(一部のシンセサイザー等に搭載されている、アルペジオを自動的に生成する仕組み)

マクロレベルの音のデザイン



<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%94%BB%E5%83%8F:MinimoogVovager.jpg>



<http://www.forest.impress.co.jp/article/2000/02/25/dancemusic6.html>

波形の形、くり返しなどを自在に編集できる

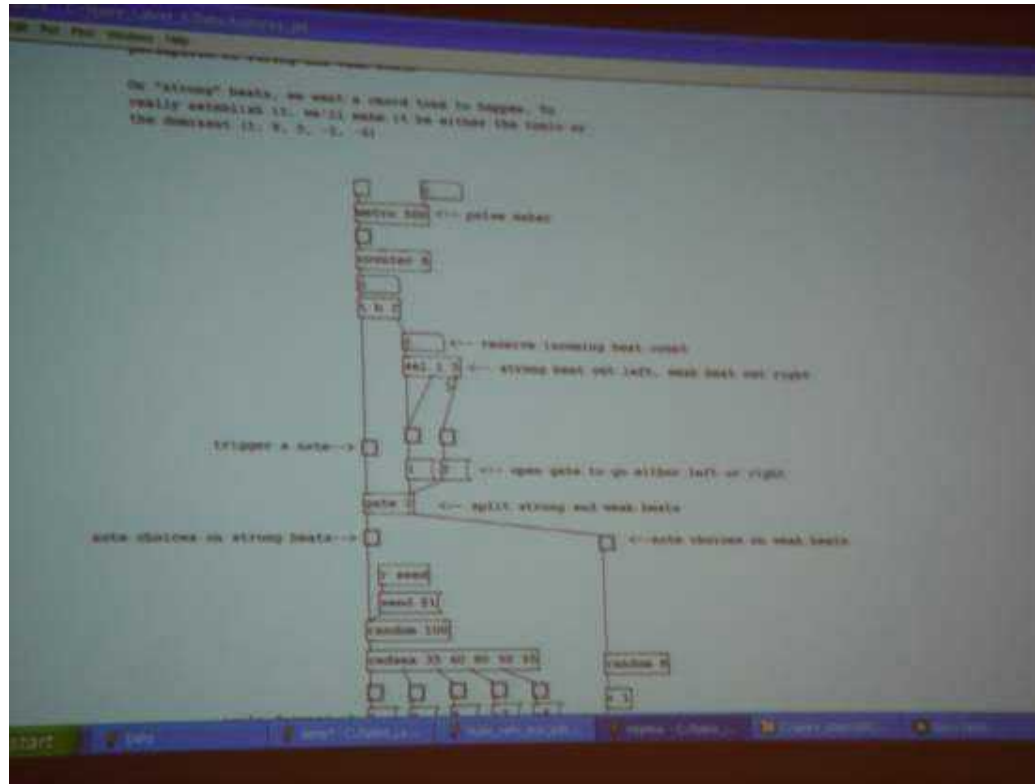
= シンセサイザー

➡ ソフトウェア・シンセサイザー

Sporeにおけるプロシージャル・ミュージック

音楽プログラミング環境 Pd(Pure Data)を用いた音楽自動生成
各ステージごとに、このスクリプトを作る。

ユーザーのアクションが新しい音を加えて行く。



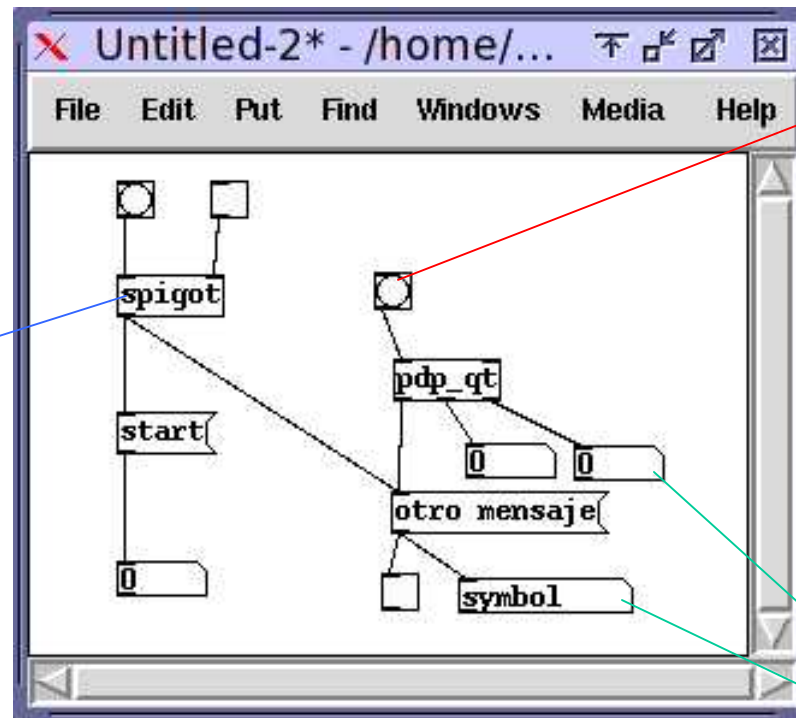
EAPd

Pd とは？

Pdとは、グラフィカルな環境で関数や変数を結線することで制御フローや(音)信号の流れを定義するビジュアルプログラミング言語の一つ

Miller Puckette によって1990年代に開発されたフリーの言語

オブジェクト
を組み合わせる
(中に書いてある文字は
決められてた操作を表す)



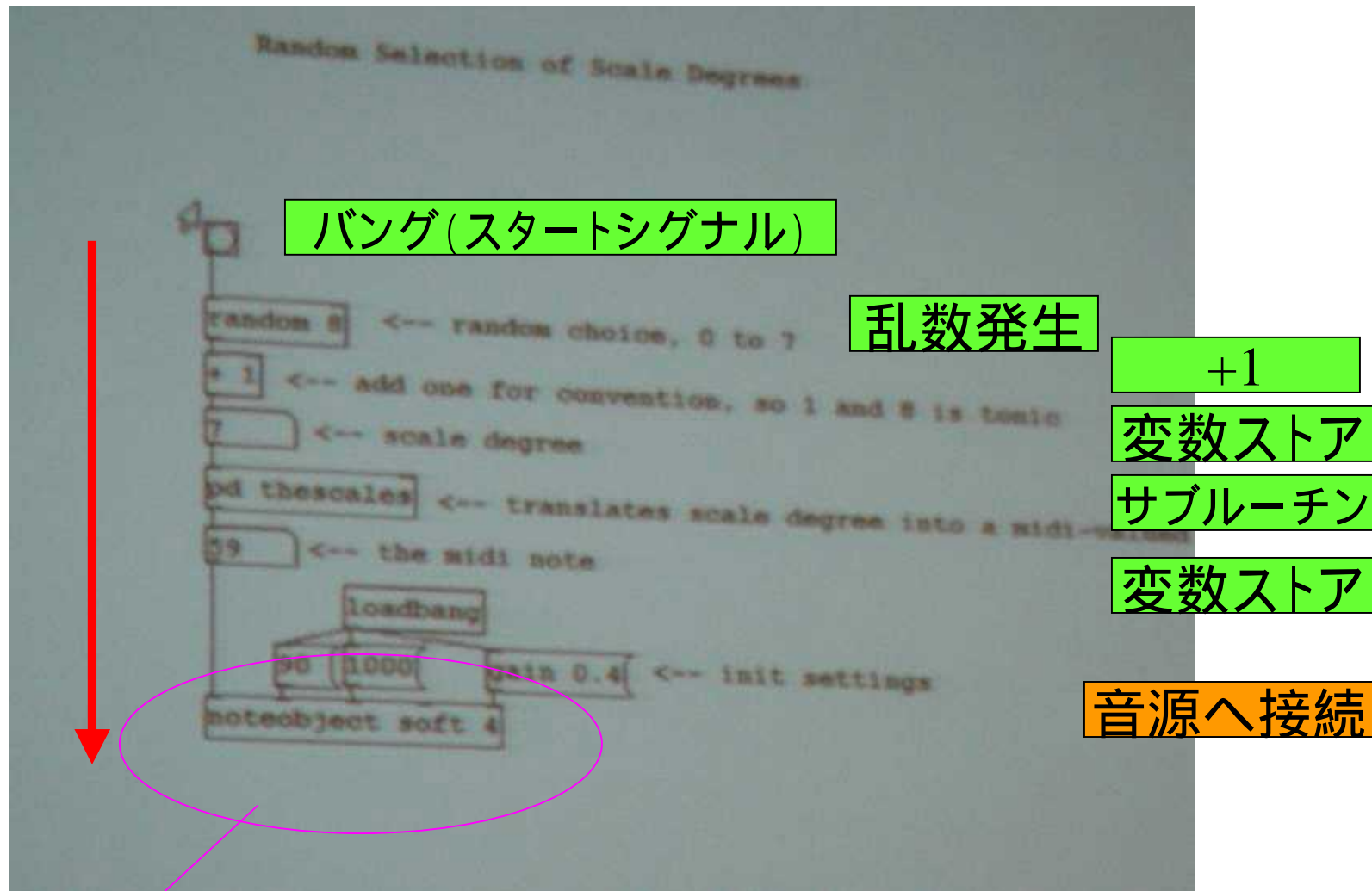
Bang オブジェクト
(単にトリガーを発信)

右の上が欠けたオブジェクトは
値が入力されて変動する

簡単な解説

http://ja.wikipedia.org/wiki/Pure_Data

Pd とは？

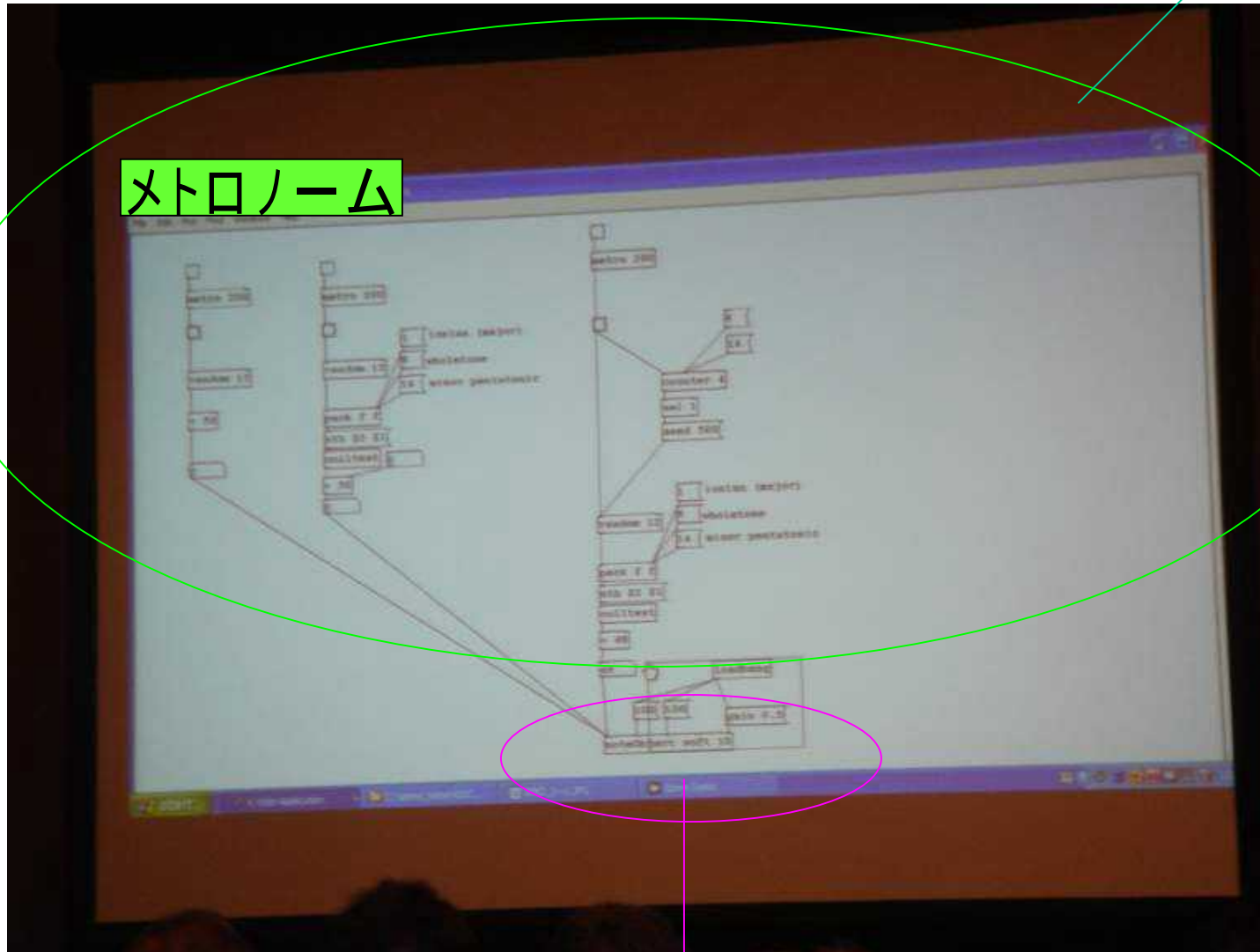


音を鳴らすところ

Pd とは？

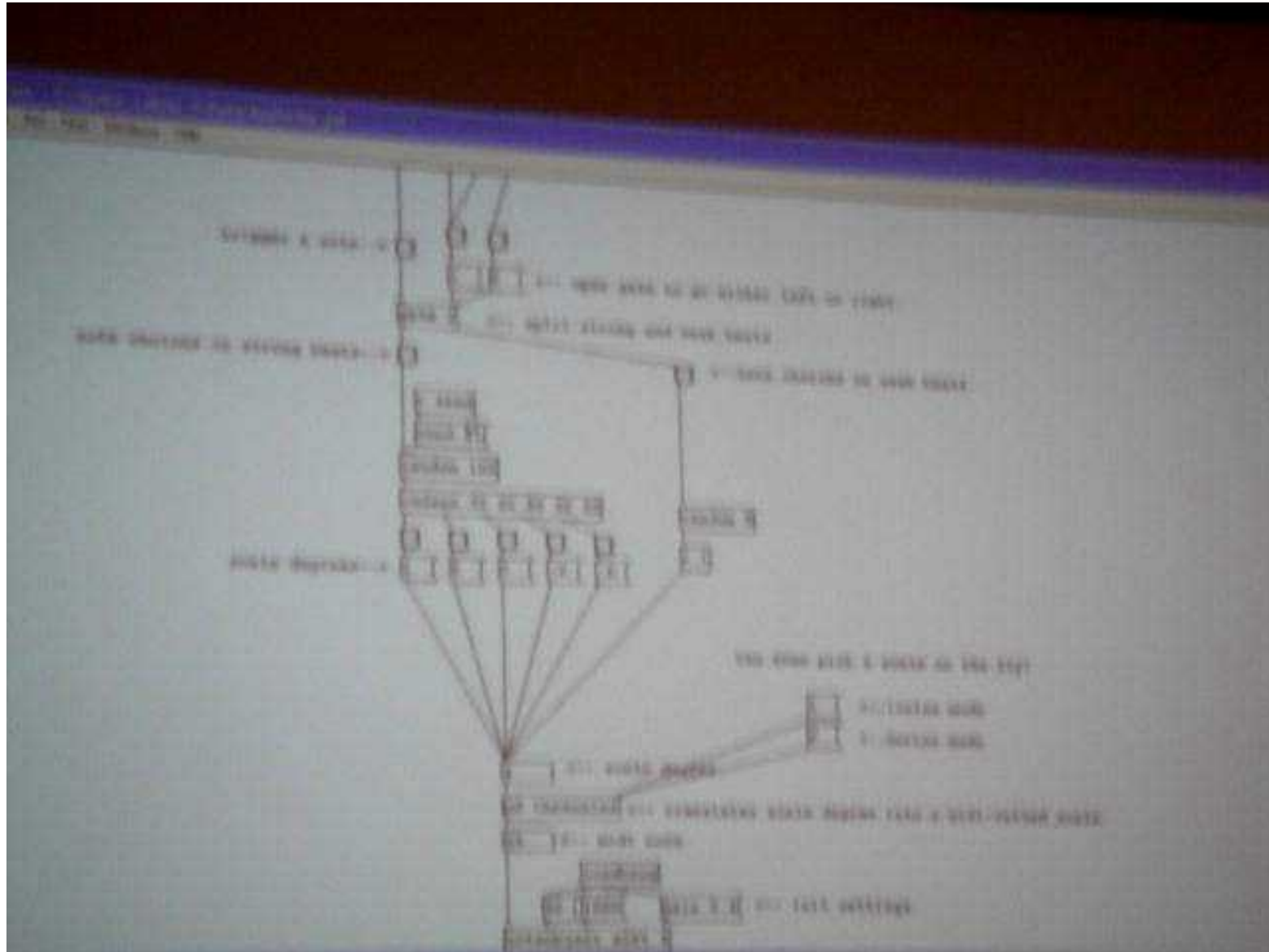
演奏者にあたるAI

メトロノーム

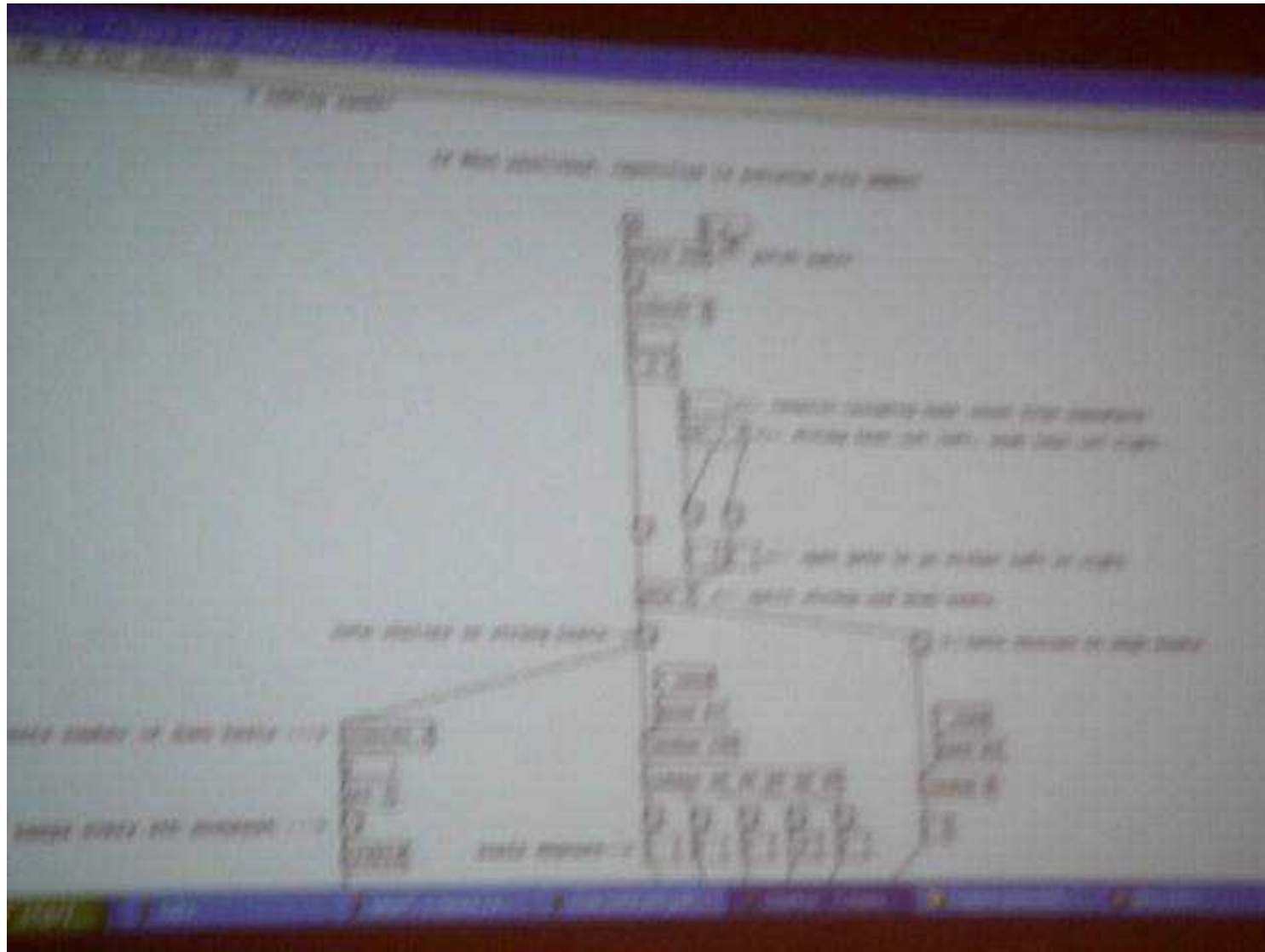


音を鳴らすところ

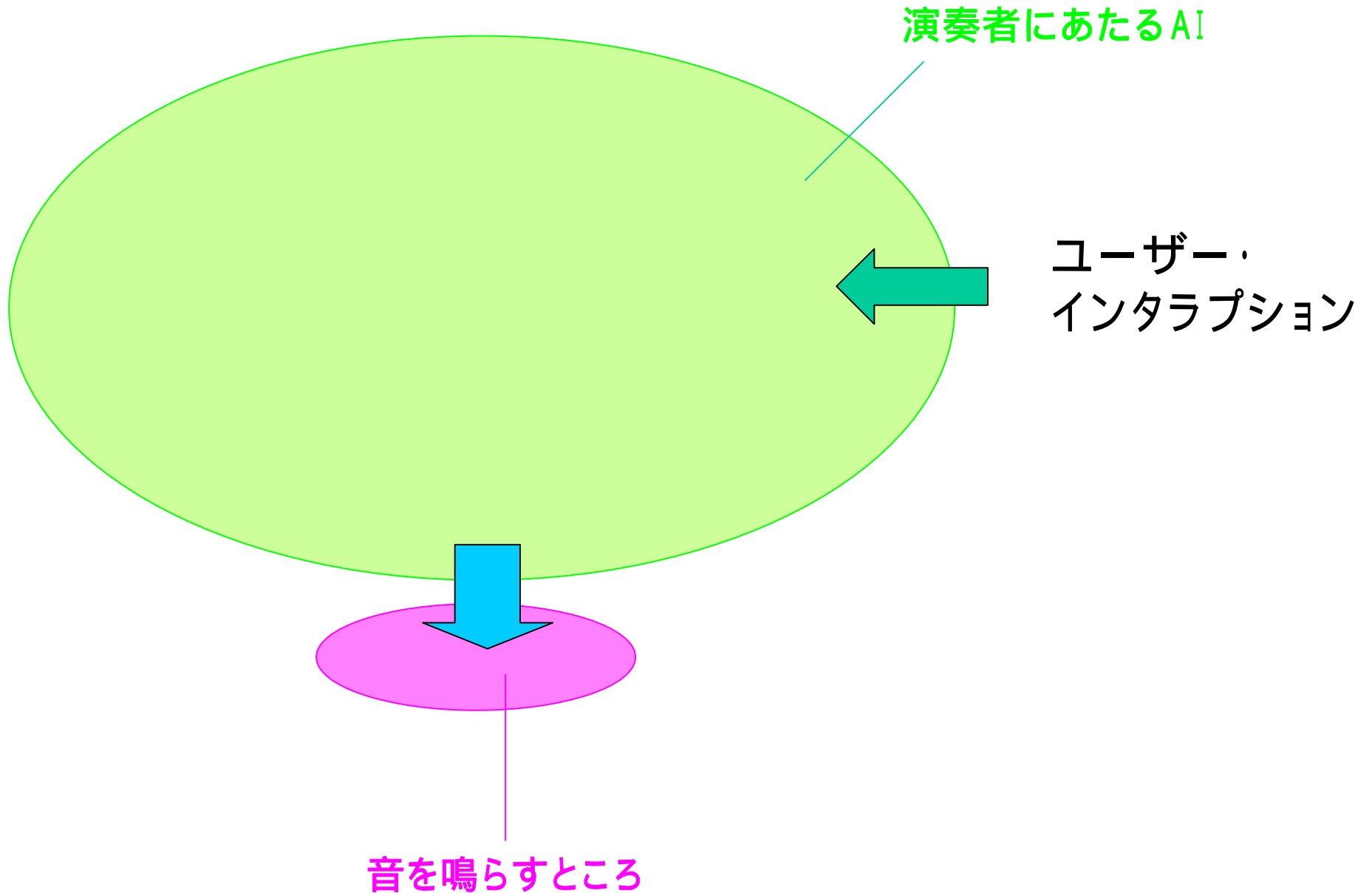
EAPd



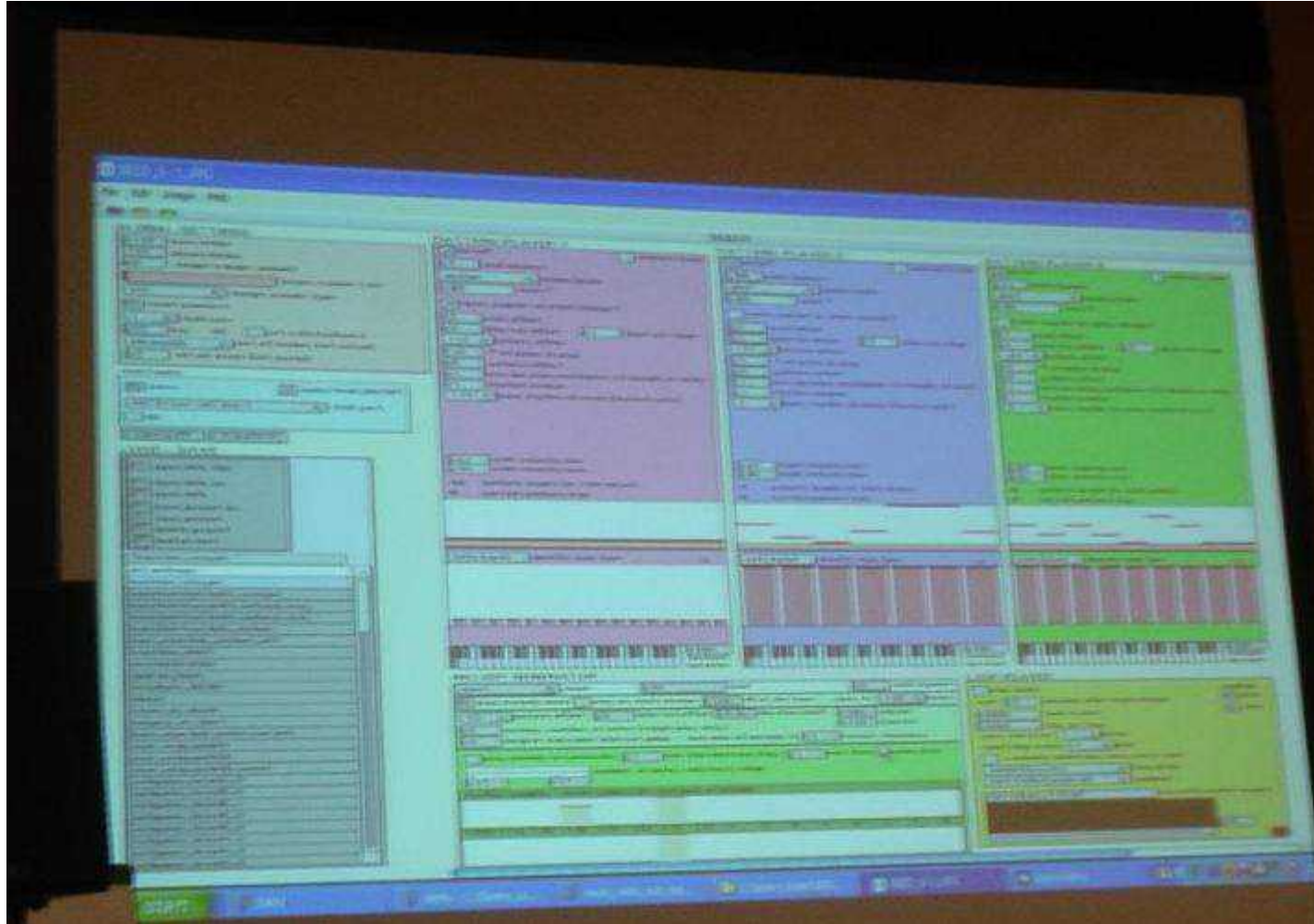
EAPd



Pd とゲームサウンド



Midi音源



Spore における実現例



ユーザーのマウス・アクションに応じて音が加わって行く

Spore における実現例



なんで今までなかったのだろう？ ゲームにとっても馴染んだ技術

「Spore」から見るこれからのゲーム開発

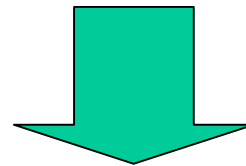
「Spore」グラフィック、オブジェクト、サウンド、あらゆる分野においてプロシージャル技術を応用する次世代のゲーム



次世代ゲームエンジン

プロシージャル・ゲームエンジン

(EA + Maxis)



**さまざまなゲームを比較的安く
開発できる(コンテンツ無限)**

デジタル・ワールド

ツール・プログラマー



ツール・プログラム

3Dツール
2Dツール
スクリプト言語
サウンドツール
エクセルなど

ツール・チェーン



3Dモデル
2Dデータ
スクリプト
サウンド
ゲーム設定
データ

コンテンツ・データ

ゲーム
エンジン
プログラム



コンテンツ・パイプライン

ゲーム・プログラム



アーティスト

デザイナー

開発マネジメント



ゲーム・プログラマー

デジタル・ワールド

ツール・プログラマー



ツール・プログラム

3Dツール
2Dツール
スクリプト言語
サウンド&
サウンドプログラム
言語・ツール
エクセルなど

ツール・チェーン

3Dモデル
2Dデータ
スクリプト
サウンドプログラム
+ サウンドサンプル
ゲーム設定
データ

コンテンツ・データ

ゲーム
エンジン
プログラム

サウンド

コンテンツ・パイプライン

ゲーム・プログラム



アーティスト

デザイナー

開発マネジメント



ゲーム・プログラマー

「SPORE におけるプロシージャル・ミュージック」 からの教訓

プロシージャル技術は、技術者・アーティストの仕事の内容、
連携の仕方を変えて行く

プロシージャル技術は製作パイプラインの形を基本から変える

参考文献

The Beat Goes on: Dynamic Music in Spore (GameSpy)

<http://pc.gamespy.com/pc/spore/853810p1.html>

DAVID COPE

<http://arts.ucsc.edu/faculty/cope/>

Pure Data の解説・ダウンロードサイト

Miller Puckett's site <http://crca.ucsd.edu/~msp/>

bang | pure data (pure data の解説本)

<http://pd-graz.mur.at/label/book01/bangbook.pdf>

PD について日本語ドキュメント

<http://puredata.info/>

http://ja.wikipedia.org/wiki/Pure_Data

http://megaii.net/oss4art/wiki/Pure_Data

The Jazz Language

<http://www.amazon.co.jp/Jazz-Language-Dan-Haerle/dp/0760400148>

参考文献

三宅はこの分野の知識が不足しているために、以下はこの分野の基本的な文献を東京大学、常盤拓司先生にメールでお聞きして、お答え頂いたものを編集した情報となっています。感謝いたします。文責は全て三宅にあります。

これからゲーム開発の側から、この分野を探求して行く上で貴重な情報源となっています。

是非、サウンドの方も含めて情報を共有して頂ければと思います。

また、PdはインタラクティブCG生成環境GEMとして、グラフィック生成とも関連を持っています(PD/GEM)。この情報はゲーム開発におけるプロシージャルなCG生成の応用について示唆に富む情報となっています。

参考文献(1)

+ PDについて

コロンビア大学のMillerPuckettが開発したインタラクティブ音楽システムを開発するための環境.
Max/MSPの別バージョンと言えるもの.

もともとMax/MSPの前身であるMaxは, IRCAM(フランス国立音楽と音響のための研究所,
初代所長: ピエール・ブーレーズ, 映画カストラートの主役の声の音声合成で知られる)で
MillerPuckettとDavidZicarelliが開発したもの.

その後Zicarelliは音楽ソフトウェア企業勤務をへて独立し現在のMax/MSPの開発会社を起こす.
PuckettはUCSD(カリフォルニア大学サンディエゴ校)に移りゼロからPDを開発.

Mark Danks(<http://www.danks.org/mark/>) (現SCEA)はPD上で動作する
インタラクティブCG生成環境GEMを開発者した。

参考文献(2)

基本的な教科書

コンピュータ音楽 歴史・テクノロジー・アート(東京電機大学出版局)

コンピュータ・ミュージック(岩竹徹)

ポストテクノロジカルミュージック(但し, ノイズミュージックシーについての音楽論)

技法書

Computer Music (CharisDodge, Thomas A.Jerse著)

Composing Music with Computers

The Algorithmic Composer(David Cope著)

カオス理論, フラクタル理論, ニューラルネットワークなどを作曲に応用するための方法と理論についてまとめられたもの.
(1)のほうが初心者向けに書かれている.

理論書

Set Theory

作曲および楽曲分析に集合論を導入した理論

http://en.wikipedia.org/wiki/Musical_set_theory

Formalized Music(Iannis Xenakis著)

推計学などの数学理論(主に確立統計学, 群論, 圏論)を作曲に応用する技法について
まとめられたもの

シュトックハウゼン音楽論集 カールハインツ・シュトックハウゼン著

音列操作による作曲技法について述べられている.

ブーレーズ現代音楽を考える(ピエール・ブーレーズ著)

音名の配列を行列に見立て、演算(内積やランダム交換等)する作曲手法についてまとめられている.

参考文献(3)

音楽プログラミング言語、音楽自動生成ソフトウェア (Pd以外)

音楽の自動生成ソフトについては下記のようなものがある.

KoanPro (SSEYO社) : 数十のパラメータを設定することで自動的に音楽を生成する.

Brian Eno 監修. (開発会社解散のため現在入手不能)

M (Cycling74社) : ミニマルミュージック自動生成ソフトウェア

<http://www.cycling74.com/products/M>

Max/MSP (Cycling74社) : 音楽用ビジュアルプログラミング言語

<http://www.cycling74.com/products/maxmsp>

jMax (IRCAM) : 音楽用ビジュアルプログラミング言語 (JAVAによる実装)

http://freesoftware.ircam.fr/rubrique.php3?id_rubrique=14

Open Music (IRCAM) : ブレーズの音楽理論に基づく

自動作曲のためのビジュアルプログラミング言語

<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/OpenMusic>

SuperCollider : リアルタイムな音響合成処理に特化した

オブジェクト指向型のプログラミング言語

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

参考文献(4)

人々 (日本のこの分野 **音楽生成、PD, PD/GEM, Max/MSP** に関連する研究者、音楽家)

高岡明先生(玉川大)、岩竹徹先生(慶應大)、長嶋洋一先生(静岡文芸大)、平井重行先生(京都産業大学)、平野砂峰旅先生(京都精華大)、三輪眞弘先生(IAMAS)、赤松正行先生(IAMAS)ら

学会等

日本国内

情報処理学会(音楽情報科学研究会)

日本サウンドスケープ協会

海外

ICMA(International Computer Music Association)

NIME(International Conference on New Interfaces for Musical Expression)

コンテンツ

プロシージャル

- (1) 「Spore」におけるプロシージャル・ミュージック
- (2) 「Far Cry2」におけるデータ自動生成

AI

- (3) 「Assassin's Creed」における群集制御
- (4) 「Halo3」における戦場の形成

ナレッジ・マネージメント

- (5) まとめ

FAR CRY 2 におけるプロシージャル・データ生成



FAR CRY 2 におけるプロシージャル・データ生成

Procedural Data Generation in FAR CRY 2

<https://www.cmpevents.com/GD08/a.asp?option=C&V=11&SessID=6240>

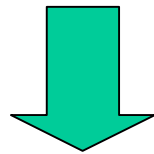
講演者: Dominic Guay (Technical Director, Ubisoft)

日時: 2月21日(木) 9時 ~ 10時

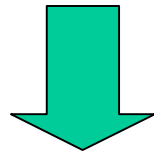
場所: North Hall, 132号室

プロシージャル・データ生成

ゲーム開発者は、力任せに全てのコンテンツを作る(brute-force)ことを好む



しかし、コンテンツの質の向上(ハードウェア、HDなど)と増加によりもはや全てのコンテンツを手で作ることは難しくなっている。



プロシージャル技術に取り組む

FC2で取り組まれたプロシージャル・データ生成

コスト・時間の節約

プロシージャル・アニメーション

- キャラクターのモーション、振る舞い、感情表現
- レベルデザインにおける多様な自由度

多様なイノベーション

植物プロシージャル生成

いつでも簡単に変更できる

環境プロシージャル・ツール

コレクション・システム(レベルデザイン統合ツール)

ちょっといろいろ問題

プロシージャル・スカイ・システム

空の色・雲のモデル・フォグ・ライトスキャタリング・ライト

Far Cry 2

データ自動生成技術を大胆に導入したFPS , 「Far Cry 2」の光と影(4gamers)

<http://www.4gamer.net/games/047/G004713/20080222019/>

(ムービーがあります)

プロシージャル技術を開発ラインに導入するためには？

技術だけでは足りない...

プロシージャル技術に応じた新しいデータ構築の方法を確立せよ。

新しいツール、インターフェースを準備せよ。

技術を理解している人とよいツールを作る能力を持つ人は別な場合があることを理解しておく

(FC2では幸い、両者の力を持つプログラマーがいた)。

Mature pipeline !

コンテンツ・パイプラインに組み込み、
コンテンツ・パイプラインを成熟させよう !

技術ではなく、プロシージャル技術で
パイプラインを成熟させて初めてゲームのクオリティーが上がる

アーティストのツールへの要望やバイパスを使い方をきちんと聴こう !

プロシージャル技術を開発ラインに導入するためには？

しかし、プロシージャルでは殆ど全ての部分をプログラマーの肩にのしかかる

初期の段階ではR & Dが大切だが、時間と量に果てがない...

質の向上はプログラマーにお願いするしかない。

アーティストとプログラマーの頻繁なやりとりはストレスがたまる。

パイプラインを整備するのにコストのリスクがかかる。

(例えば、植物のシステムは2005年には5人月だと思っていたが、
実際は2007年まで3人年かかった。)

*Don't think because you have a proof
of your concept it means you can do on time !*

*コンセプトを実証することは初めの一步に過ぎない。
油断せずに、製作工程を確立せよ！*

実践から学んだこと

コレクション・システム

この前までうまく行っていたのに、一部を変更すると
全ての処理が遅くなった

悪夢 = 20 ~ 30FPSが一瞬にして1 ~ 2FPSへ。しかも、
原因がわからない(デザイナーがおかしなデータを入れた)。

自動テスト

アクセス制限

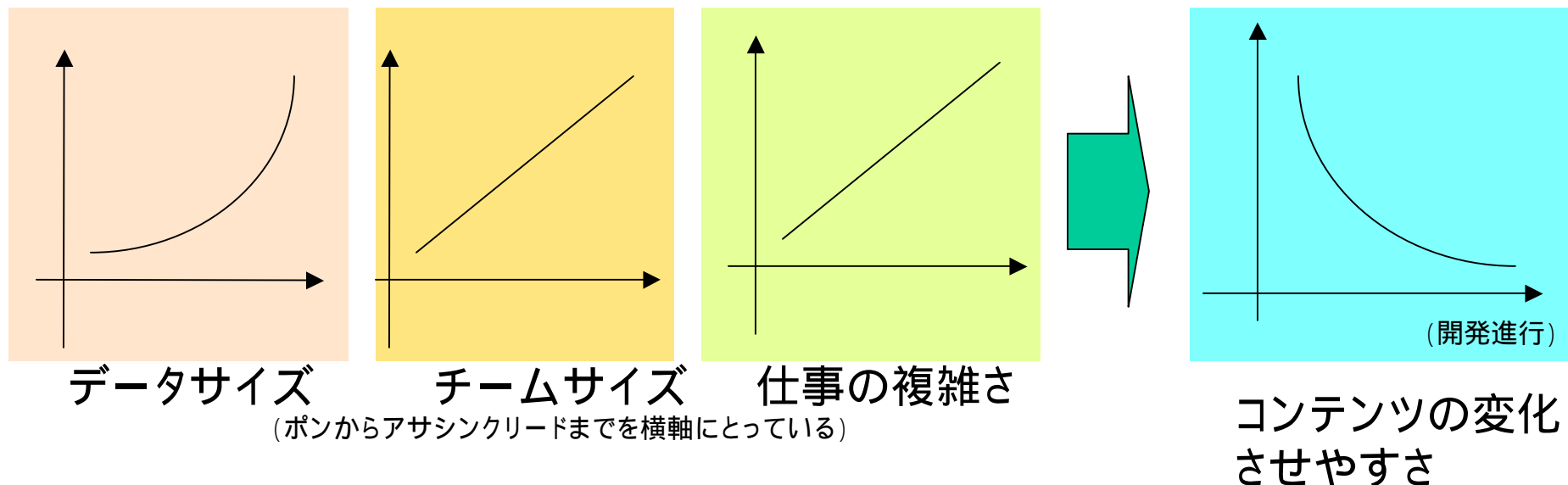
ある領域では生成をやめて、昔ながらの手で作れるようにしておく

Have fallback !

プロシージャルへ移行するときは、従来の方法に
いつでも戻れるようにしておく。完全にうまく行くことがわかって
から、完全に移行するべし！

これからのゲーム開発の問題点

Rushing into a wall (壁にぶつかる)



複雑に絡み合ったシステムでは、開発が進めば進むほど一部の变更で何処にバグが生成するかわからないので、データを触れなくなる。

開発が進むにつれて、ゲームコンテンツはますます変更しにくいものになる

**よいツールやプロセスは一つの問題の解決にはなっても、
長期的なこの問題の壁を乗り越えることができない**

デジタル・ワールド

ツール・プログラマー



ツール・プログラム

3Dツール
2Dツール
スクリプト言語
サウンドツール
エクセルなど

ツール・チェーン



3Dモデル
2Dデータ
ゲーム設定
データ

硬化

コンテンツ・データ

ゲーム
エンジン
プログラム



コンテンツ・パイプライン

ゲーム・プログラム



アーティスト

デザイナー

開発マネジメント



ゲーム・プログラマー

「FAR CRY 2 におけるプロシージャル・データ生成」 の教訓

プロシージャル技術がどのようなチャレンジであるかを理解し、
長期的なコストを考慮しつつプロシージャル技術を導入しよう。
そうでなくても、選択肢の一つとして考慮しよう！

プロシージャル技術はこれからのゲーム開発の壁を超える
必須技術

参考文献

sky procedural rendering

<http://ati.de/developer/dx9/ATI-LightScattering.pdf>

データ自動生成技術を大胆に導入したFPS , 「Far Cry 2」
の光と影(4gamers)

<http://www.4gamer.net/games/047/G004713/20080222019/>

講演後質問

Q. 「ランタイムでやらないの？」

A. 「デバッグもなしに動かすことになり
危ない」

ゲームAI技術

コンテンツ

プロシージャル

- (1) 「Spore」におけるプロシージャル・ミュージック
- (2) 「Far Cry2」におけるデータ自動生成

AI

- (3) 「Assassin's Creed」における群集制御
- (4) 「Halo3」における戦場の形成

ナレッジ・マネージメント

- (5) まとめ

「Assassin's Creed」における群集制御



「ASSASSIN'S CREED」における群集制御:リアルな群集を作る
Taming the Mob: Creating believable crowds in ASSASSIN'S CREED
<https://www.cmpevents.com/GD08/a.asp?option=C&V=11&SessID=6996>
講演者: Sylvain Bernard (Animation Director, Ubisoft Montreal),
James Therien (Technical Lead for crowd gameplay, Ubisoft Montreal)
日時: 2月22日(金) 10時30分 ~ 11時30分
場所: North Hall, 132号室

群集の作り方

- (1) アニメーション
- (2) パス検索
- (3) スポウンニング(発生)
- (4) 反応システム
- (5) 思考(意思決定)
- (6) イベント

(1) アニメーション

(I) スタイルド・キーフレーム・アニメーション

- モーション・キュープチャーデータをアレンジ

(II) スケルトンデータはどのキャラクターでも同じ

(III) ボーンの数膨大

- メイン55、頭35、プロシージャル40～80

(IV) 物理的に運動する Hinge Bones

(V) 移動アニメーション

- 122個

Animation Direction

Assassin's Creed

- Animation style
 - Stylized realistic



Rigging the character

Assassin's Creed

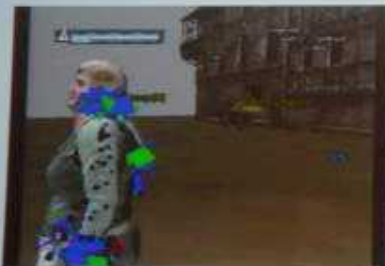
- Skeleton shared between all characters
 - Give the opportunity to replace the animations



Rigging the characters

Assassin's Creed

- Hinge Bones
 - Simple physics: wind, gravity, momentum.
 - No collisions: Uses constraints.
 - For hair and robes.



Rigging the characters

Assassin's Creed

- Lots of bones!
 - Main skeleton ~55
 - Head ~35
 - Procedural ~ 40-80



Rigging the characters

Assassin's Creed

- Skeleton shared between all characters
 - Give the opportunity to replace the animations

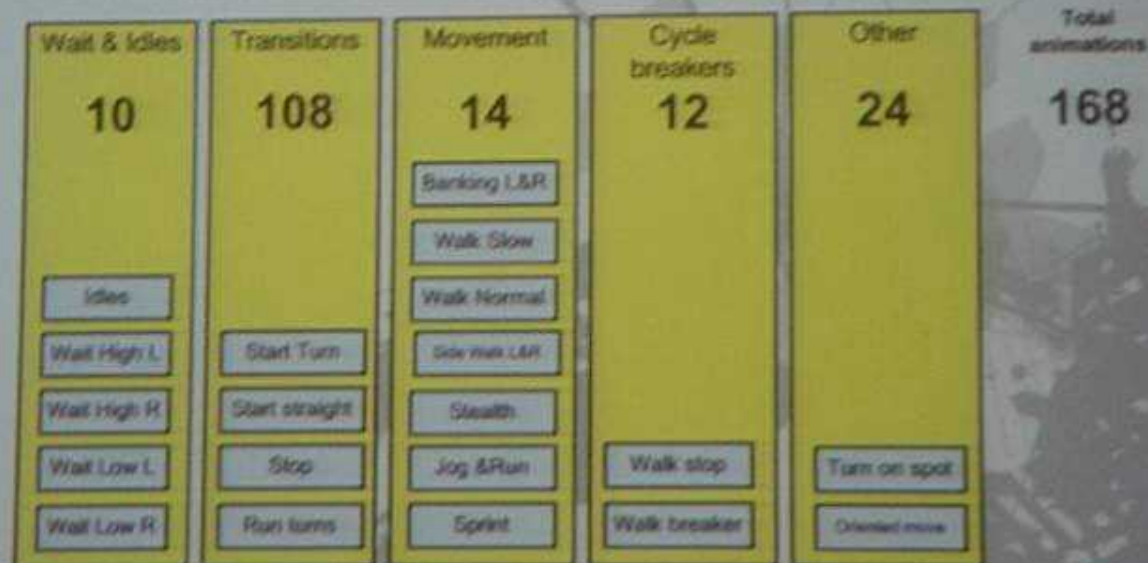
Layering animation

ETC...						
Civilian Female	Ground movement	Unbalance				
Civilian Male	Ground movement	Unbalance				
Military aware	Ground movement					
Military normal	Ground movement	Unbalance		Fight animation		Free Running
Assassin	Ground movement	Unbalance	Hurt	Fight animation	Climbing	Free running
Base	Ground movement	Unbalance	Hurt	Fight animation	Climbing	Free running

Making them move

Assassin's Creed

- Movement system
 - 122 movement and transition animations
 - 168 animations total related to ground movement



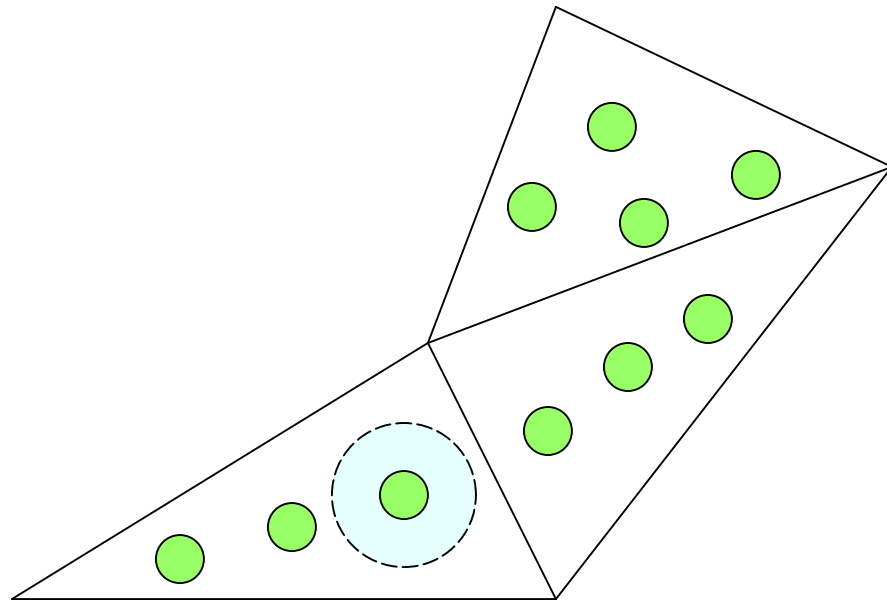
(2-I)パス検索システムの作り方

Step1: 衝突モデルからナビゲーション・メッシュとウェイポイントを自動生成

(ウェイポイントを置くときは周囲の障害物とコリジョンを
しないチェックもしているはずだ(三宅))

Step2: ナビゲーション・メッシュとウェイポイントを対応づける

Step3: 複雑なトポロジー(地形情報)上のウェイポイントには
メタリンク情報を埋め込む



データ構造: 各メッシュはその上にあるウェイポイントをリストとして持つ

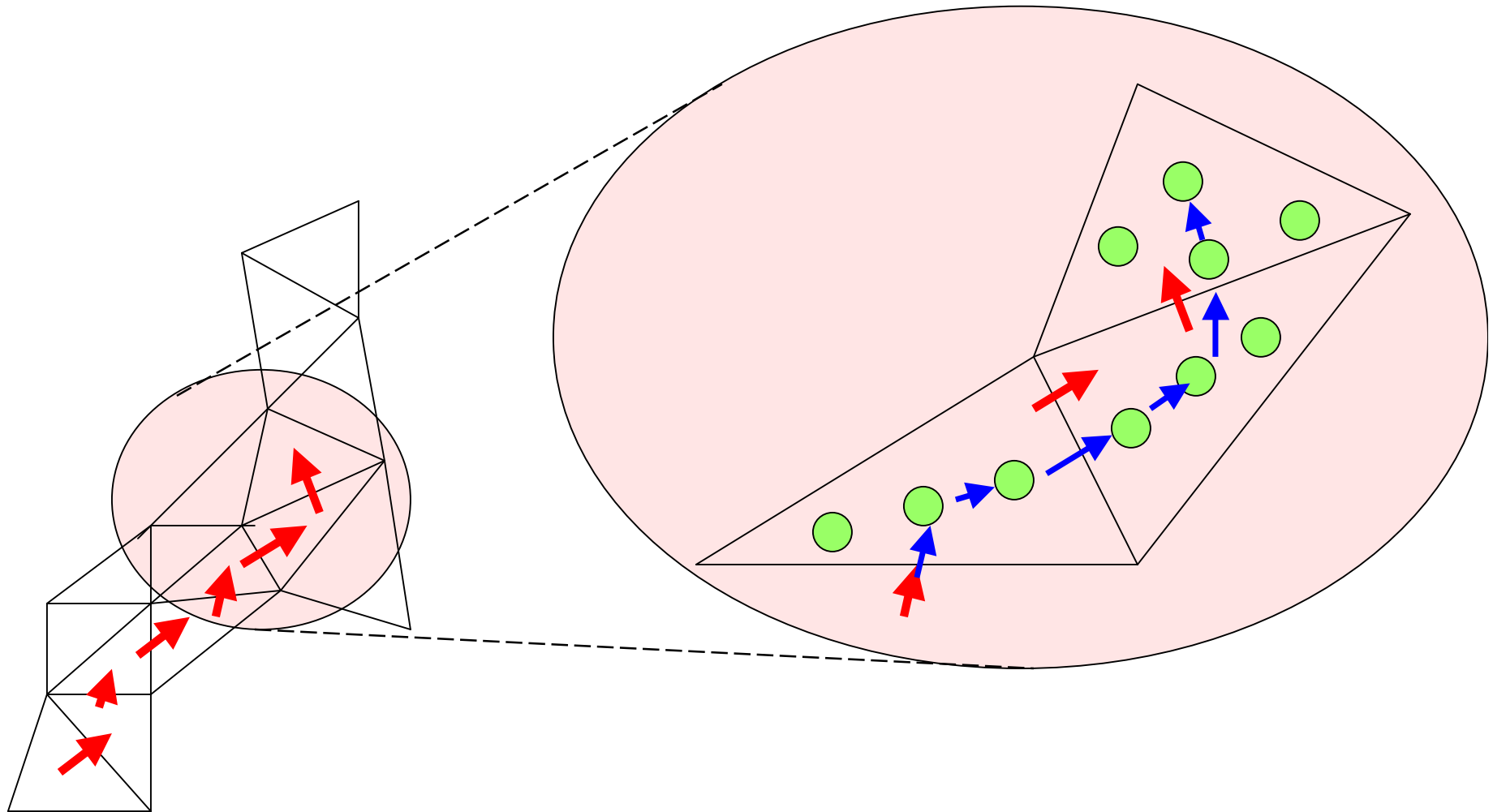
Interaction with environment

Assassin's Creed

- Generated data from collisions



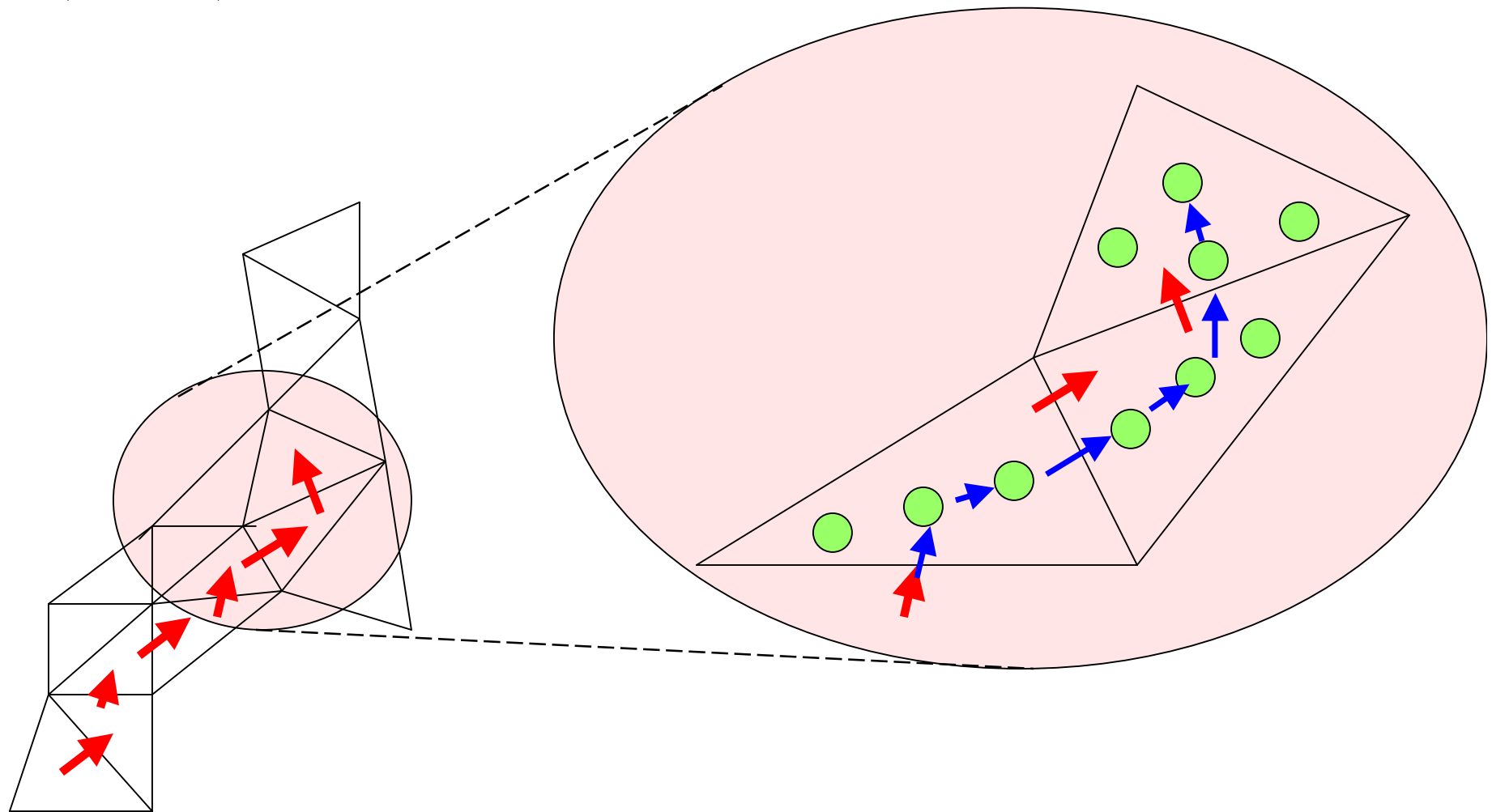
(2-II)パス検索システムの使い方



まずナビゲーション・メッシュでグローバルに検索する →
1つのメッシュの中ではウェイポイントで検索する →

(A * 検索の計算量を軽減することができる。特にACのようなモブ制御には必須)

(2-II)パス検索システムの使い方



10
1

パス検索データはスケールによって
階層化するという便利！

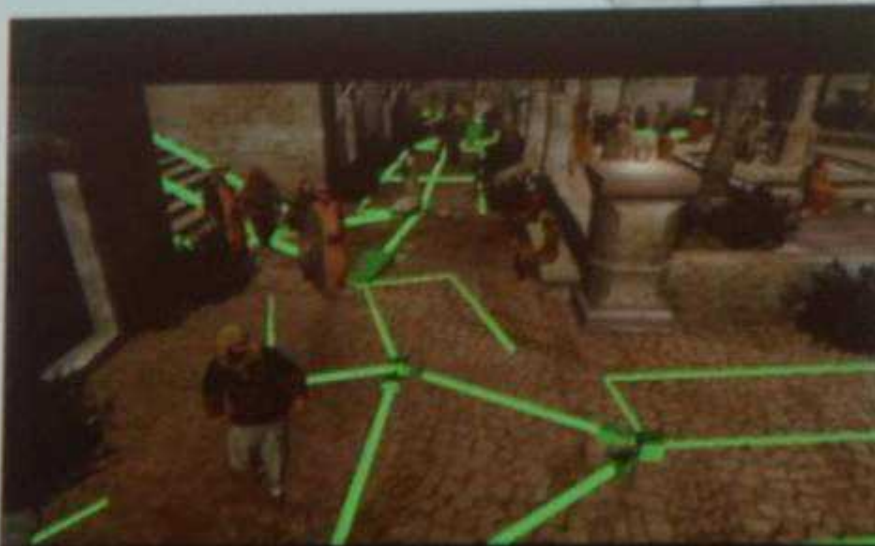
(A * 検索の計算量を軽減することができる。特にACのようなモブ制御には必須)



Interaction with environment

Assassin's Creed

- Level-design and navigation.
 - Crowdfloows
 - Navigation highways.
 - Makes wandering very cheap.
 - Very useful also for flee.



(3) 群集の発生のさせ方(方針)

密度をコントロールする

何処にいつ発生させればよいか？

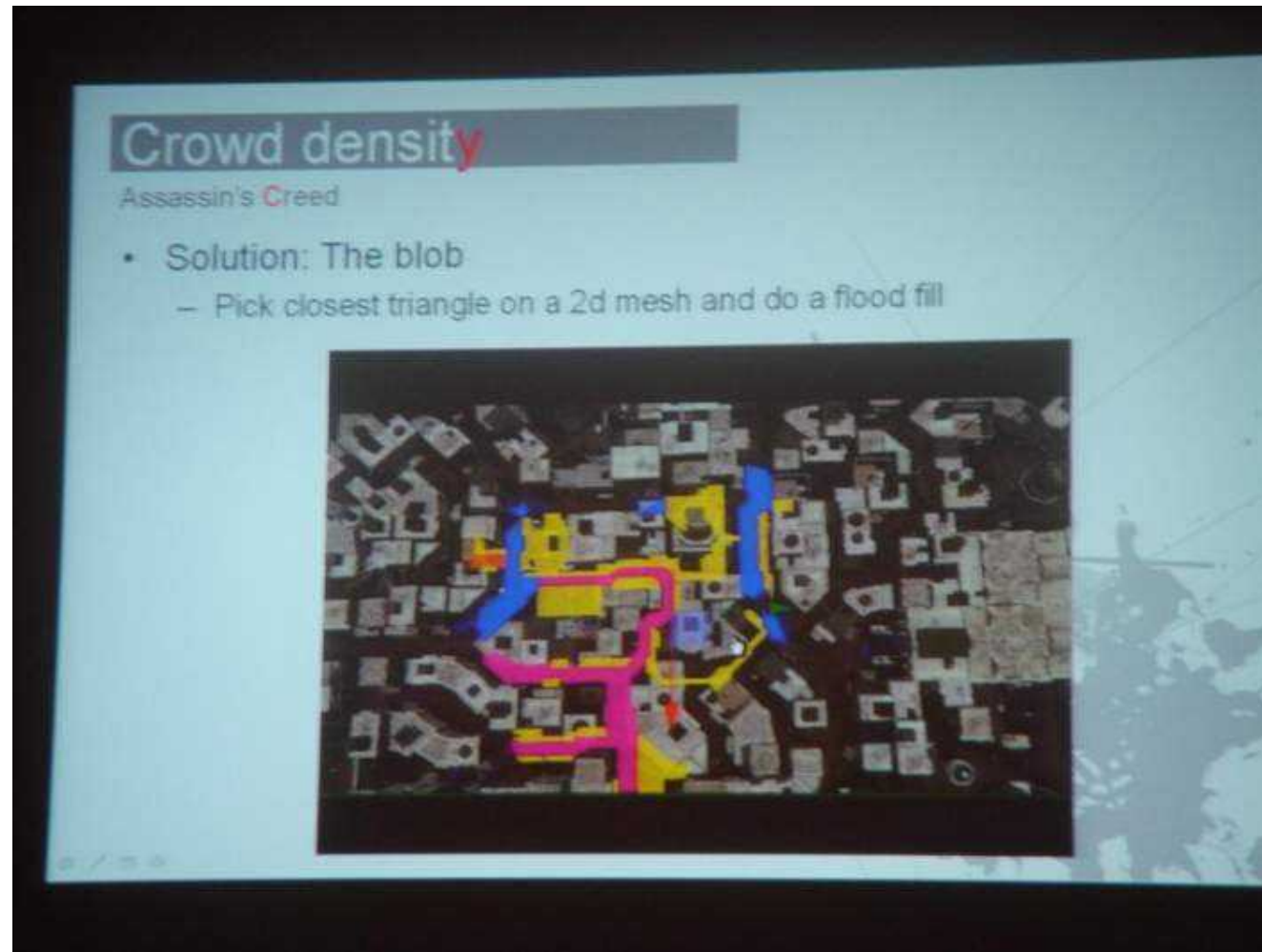
(方針) ユーザーからは常に群集が見えてないといけない

(方針) 見えてなければいつ消えても構わない



(3) 群集の発生のさせ方(解法)

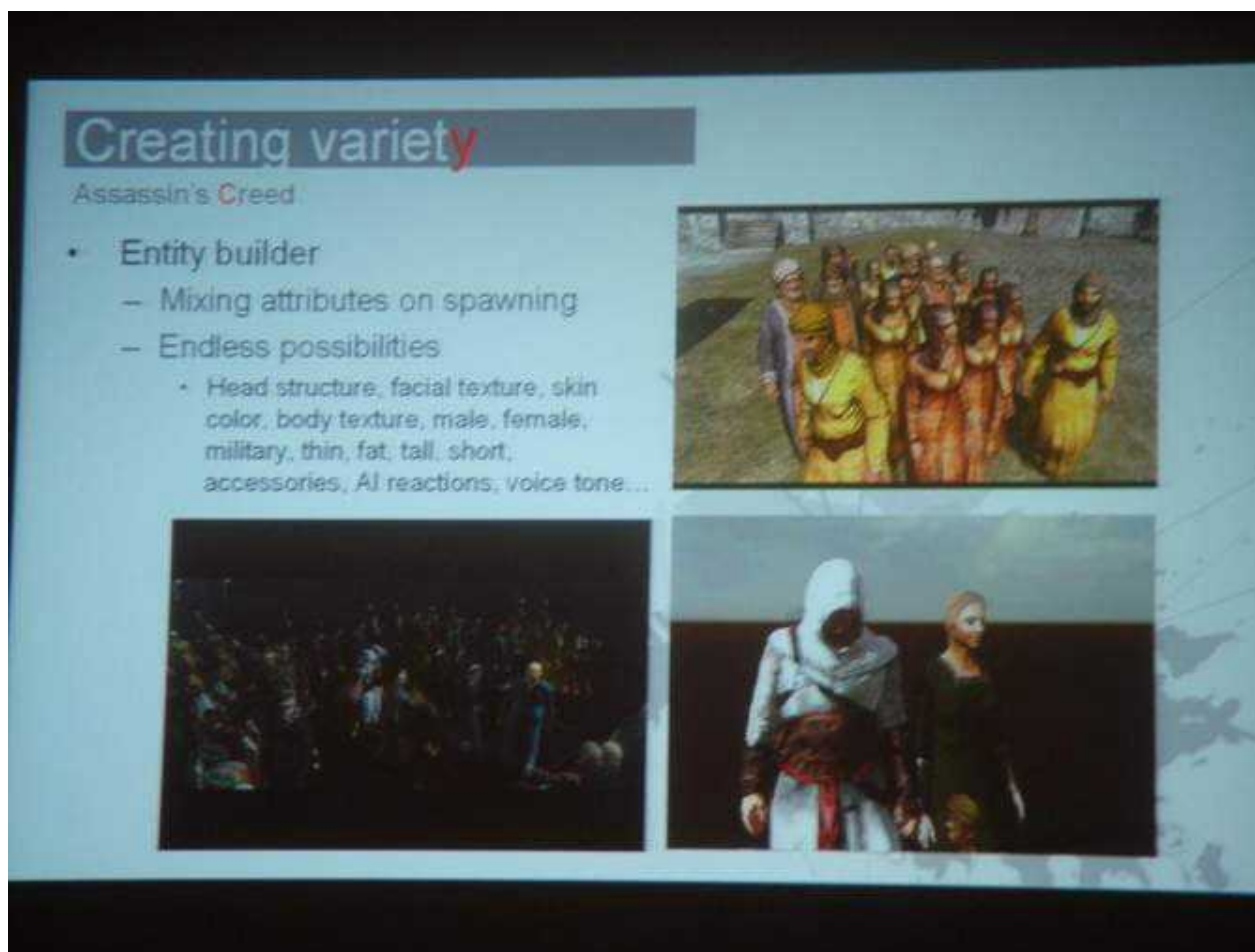
密度をコントロールする



(3) 群集の発生のさせ方(解法)

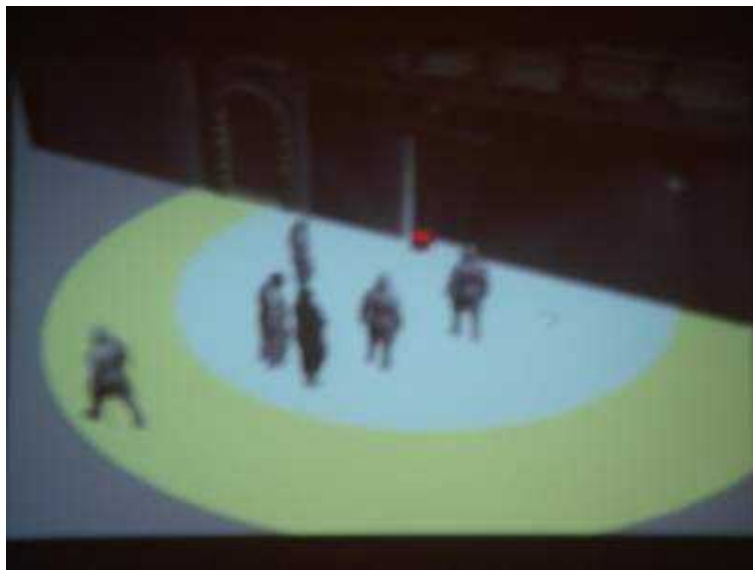
密度をコントロールする

体の部位、声、振る舞いなどバリエーションを持たせて生成できる



(4) 群集反応システム

イベント(ユーザー)に反応
円状に領域を指定して反応を区別する



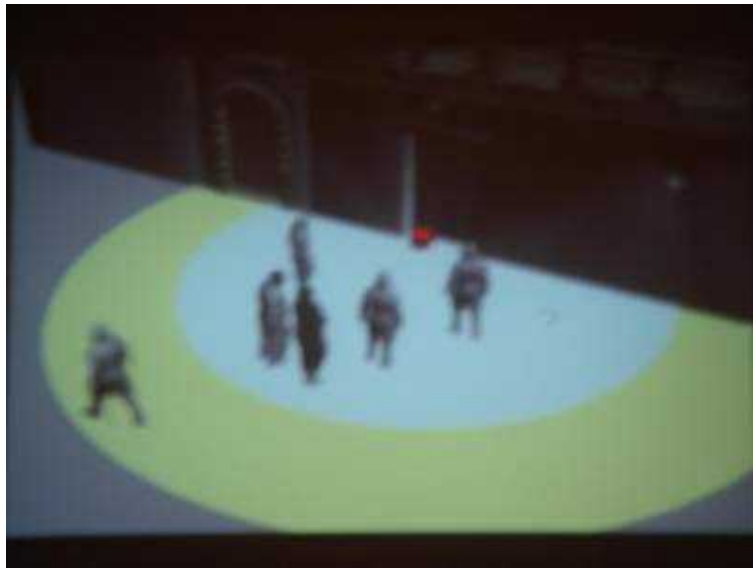
同心円状に反応を区別する
中心の白い円は立ち止まり、
周囲の円はちょっと立ち止まって
立ち去る



音に気付いて振り返りながら
去っていくというパターンもある

(4) 群集反応システム

イベント(ユーザー)に反応
円状に領域を指定して反応を区別する
音に反応



同心円状に反応を区別する
中心の白い円は立ち止まり、
周囲の円はちょっと立ち止まって
立ち去る



音に気付いて振り返りながら
去っていくというパターンもある

Interacting with the crowd

Assassin's Creed

- Reaction system

- Communicating design to programmers
 - Using fake footage of the different reaction scenario
- Reaction are composed of:
 - Individual reaction
 - Sound actually coming out of a specific NPC
 - Body gesture chosen to match voice; over 100 possibilities
 - Different reaction intensity
 - Big list of event possibilities
 - Fake comment sharing between NPC

**Reaction
design videos**

**Reaction
in game videos**

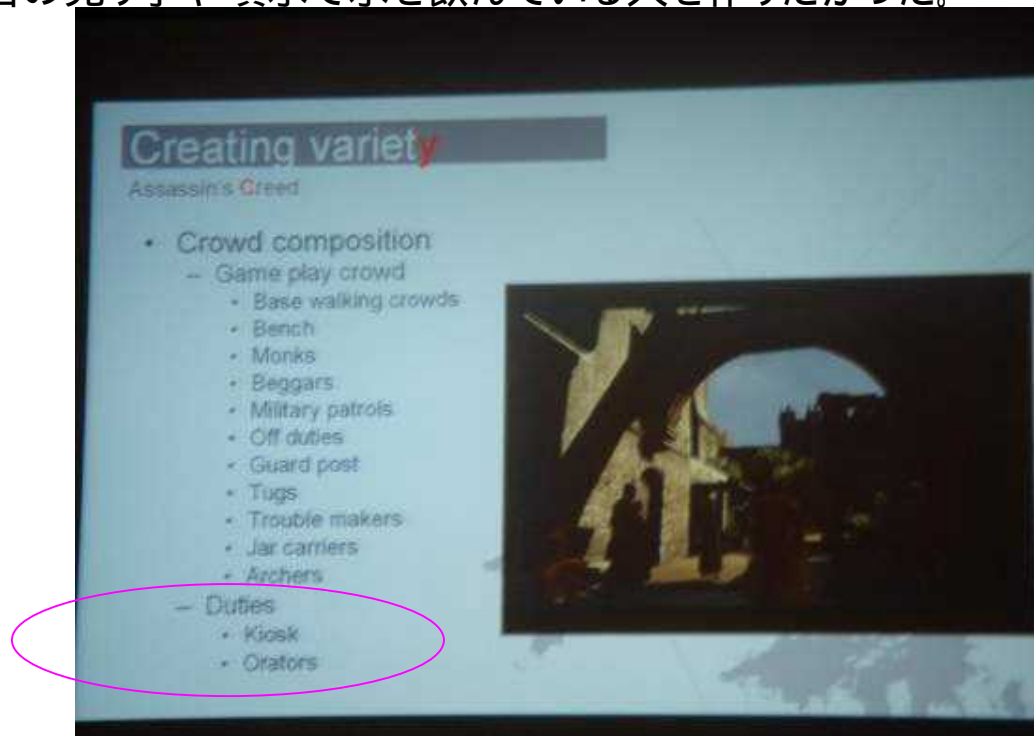
ポストモーテム(反省)

- (1) モブは街の雰囲気を出しているが、
ゲーム性そのものに関わっていない

ユーザーに突き飛ばされる、傍観する、歩いている、後ろの方で話している。

- (2) その場で何かをしている人がいない。

店の売り子や噴水で水を飲んでいる人を作りたかった。



もっとゲームにモブを絡ませたかった！

ポストモーテム(反省、三宅)

もっとゲームにモブを絡ませたかった！

Q. それはこのシステムで可能だろうか？

このシステムはモブといいながら、とても疎な関係で集まっている。密度が高くなれば、リアクションが連続するという問題、そして、それが至るところで起こる処理の問題も発生するだろう。

次のステップの挑戦としてふさわしい

デジタル・ワールド

ツール・プログラマー



ツール・プログラム

3Dツール
2Dツール
スクリプト言語
サウンドツール
エクセルなど

ツール・チェーン



3Dモデル
2Dデータ
スクリプト
サウンド
ゲーム設定
データ

コンテンツ・データ

ゲーム
エンジン
プログラム



コンテンツ・パイプライン

ゲーム・プログラム



アーティスト(50人) デザイナー
(50人)

開発マネジメント

ゲーム・プログラマー(50人)
(AIプログラマーは15人)

<http://maisucon.net/>

「Assassin's Creed における群集制御」 の教訓

たくさんの人員を費やしてモブを作った。
その出来には、ある程度満足している。
しかし、ゲーム性にそれを絡めなかった。

モブをゲーム性に絡めることができれば、ゲームはもっと面白くなる。

(これはカナダ的なゲーム製作の良いところと、悪いところが出たのかもしれない)(三宅)

カナダ大使館、「カナダのデジタルコンテンツ最新動向報告会」を開催 (GameWatch)

<http://watch.impress.co.jp/game%2Fdocs/20080118/canada.htm>

参考文献

「ASSASSIN'S CREED」における群衆プログラム(GameWatch)

<http://www.watch.impress.co.jp/game/docs/20080223/assasin.htm>

コンテンツ

プロシージャル

- (1) 「Spore」におけるプロシージャル・ミュージック
- (2) 「Far Cry2」におけるデータ自動生成

AI

- (3) 「Assassin's Creed」における群集制御
- (4) 「Halo3」における戦場の形成

ナレッジ・マネージメント

- (5) まとめ

BUNGIE PUBLICATIONS

A collection of research and presentations given by Bungie


All Articles

- + Art (1)
- + Audio (1)
- + Engineering (6)
- + Production (1)

Bungie Publications is a broad examination of topics ranging from networking techniques in our online games to the behavior of enemy and friendly AI in our game worlds. This section contains transcripts, papers and presentations on matters artistic and technical in Bungie games.

Composed by members of Bungie, these papers are solely the work of Bungie and its employees and may not be distributed, repurposed or presented without the express written consent of Bungie, LLC. The views and opinions expressed by the authors of Bungie Publications are solely the views of the author and not representative of Bungie.

ART




Environment Design in HALO 3

Author: Mike Zak (Lead Environmental Artist, Bungie Studios)

This session will describe the mission development pipeline and process for HALO 3. It will show how roles and responsibilities were delineated, give an overview of some of Bungie's thinking about space design as it relates to gameplay, and demonstrate the iterative process for making a game environment beautiful.

Posted: 02.25.2008 | [Download article](#)

AUDIO




Audio Post-Mortem: HALO 3

Author: C. Paul Johnson, Marty O'Donnell, Jay Weinland

Marty O'Donnell, C. Paul Johnson and Jay Weinland discuss HALO 3 audio.

Posted: 02.26.2008 | [Download article](#)

ENGINEERING



New Dog, Old Tricks: Running Halo 3 Without a Hard Drive

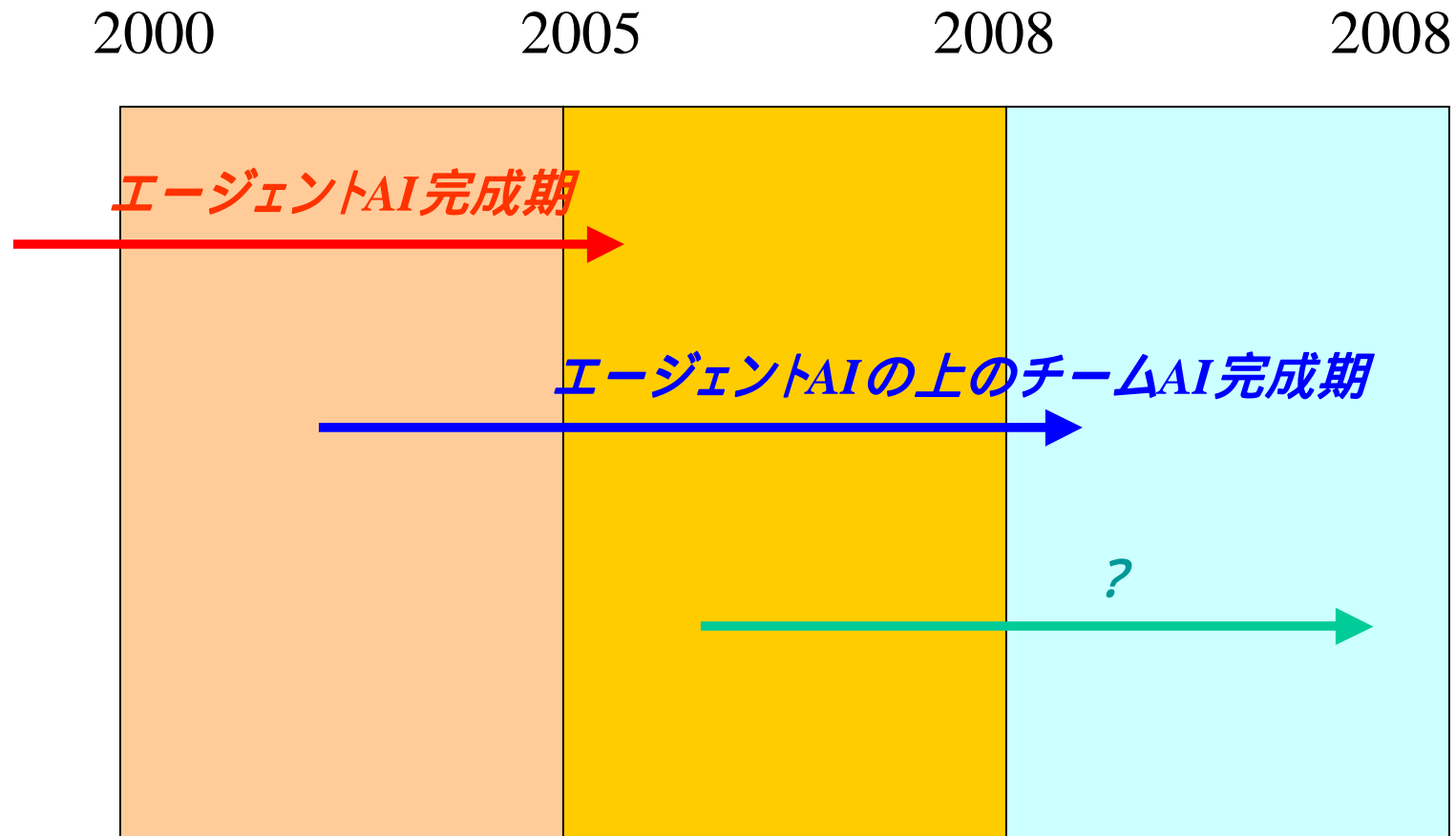
Author: Mat Noguchi (Engineer, Bungie Studios)

With multiple Xbox 360 SKUs without hard-drives, Halo 3, a game optimized for a hard drive, has to run off a DVD. Fortunately, it does. This session will cover the design and implementation of that work, from a high

<http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx>

以下のHalo3の説明に用いる画像、PPTは、
上記のサイトにある資料をもとにしています。

現在のAIのトレンド



よりよい戦場を構築するために: HALO 3 AI オブジェクティブ・システム



よりよい戦場を構築するために: HALO 3 AI オブジェクティブ・システム

Building a Better Battle: HALO 3 AI Objectives

<https://www.cmpevents.com/GD08/a.asp?option=C&V=11&SessID=6863>

講演者: Damian Isla (AI Lead, Bungie Studios)

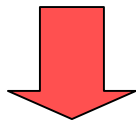
日時: 2月22日(金) 16時 ~ 17時

場所: West Hall, 3004号室

Halo3 戦場の形成



戦略性の高い地形 + 地形や状況を認識して行動する優れたAI = 戦場



Mike Zak, Environment design in Halo3 (GDC2008)
<http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx>



本講演

BUNGIE PUBLICATIONS

A collection of research and presentations given by Bungie


All Articles

- + Art (1)
- + Audio (1)
- + Engineering (6)
- + Production (1)

Bungie Publications is a broad examination of topics ranging from networking techniques in our online games to the behavior of enemy and friendly AI in our game worlds. This section contains transcripts, papers and presentations on matters artistic and technical in Bungie games.

Composed by members of Bungie, these papers are solely the work of Bungie and its employees and may not be distributed, repurposed or presented without the express written consent of Bungie, LLC. The views and opinions expressed by the authors of Bungie Publications are solely the views of the author and not representative of Bungie.

ART




Environment Design in HALO 3

Author: Mike Zak (Lead Environmental Artist, Bungie Studios)

This session will describe the mission development pipeline and process for HALO 3. It will show how roles and responsibilities were delineated, give an overview of some of Bungie's thinking about space design as it relates to gameplay, and demonstrate the iterative process for making a game environment beautiful.

Posted: 02.25.2008 | [Download article](#)

AUDIO




Audio Post-Mortem: HALO 3

Author: C. Paul Johnson, Marty O'Donnell, Jay Weinland

Marty O'Donnell, C. Paul Johnson and Jay Weinland discuss HALO 3 audio.

Posted: 02.26.2008 | [Download article](#)

ENGINEERING



New Dog, Old Tricks: Running Halo 3 Without a Hard Drive

Author: Mat Noguchi (Engineer, Bungie Studios)

With multiple Xbox 360 SKUs without hard-drives, Halo 3, a game optimized for a hard drive, has to run off a DVD. Fortunately, it does. This session will cover the design and implementation of that work, from a high

<http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx>

Bungie は今回はなんと全ジャンル9講演！

HaloシリーズのAIに一貫するテーマ

エンカウンター・ロジック & それほど広くない領域での移動的戦闘

攻撃ロジック

- どのような編成チームで
- 何処で(場所)
- どのタイミングで
出会うか？

Halo AI の特徴

テリトリー

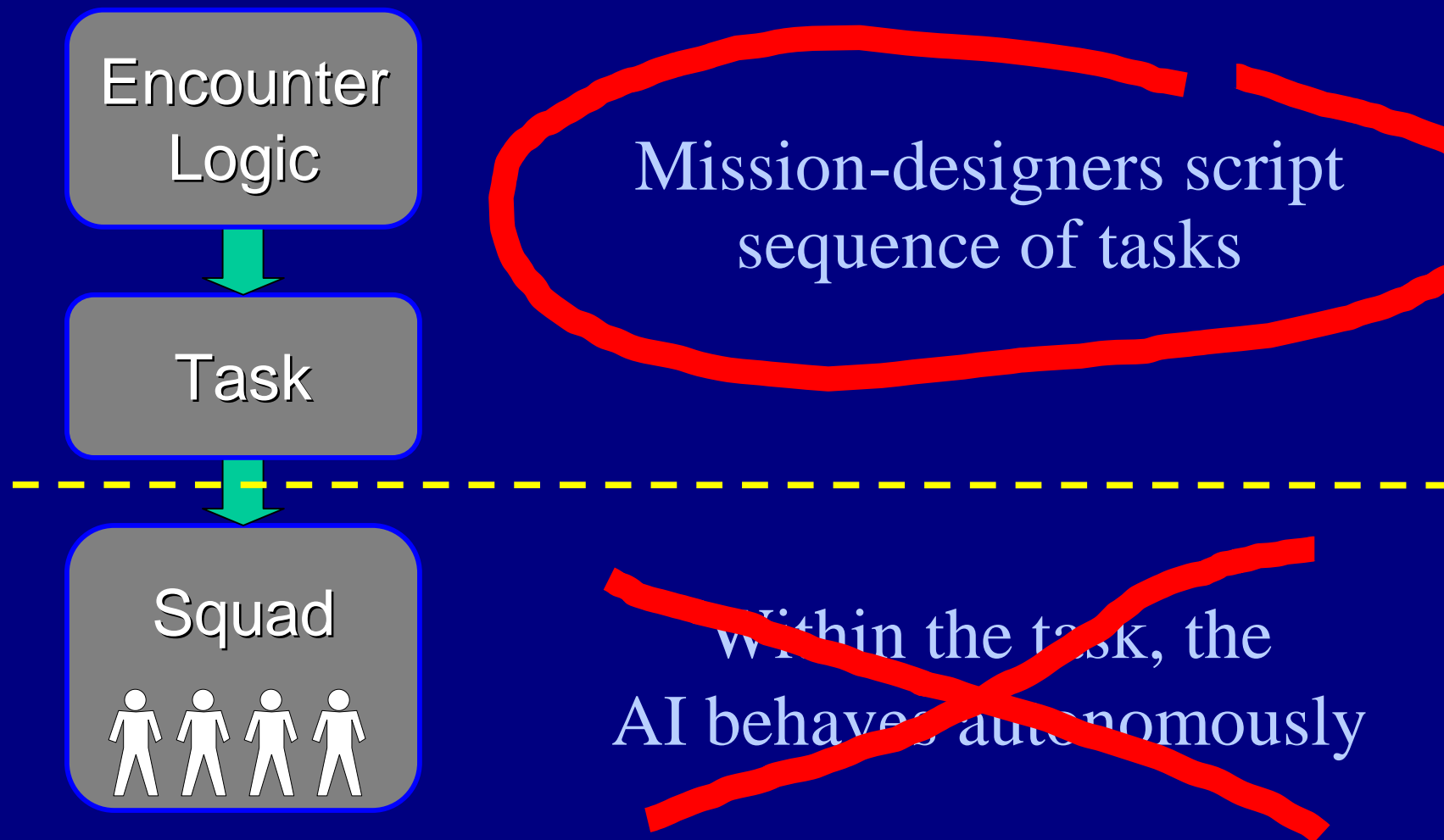
振る舞い

- 攻撃的
- どうぶつかるか？
- プレイヤーを追撃



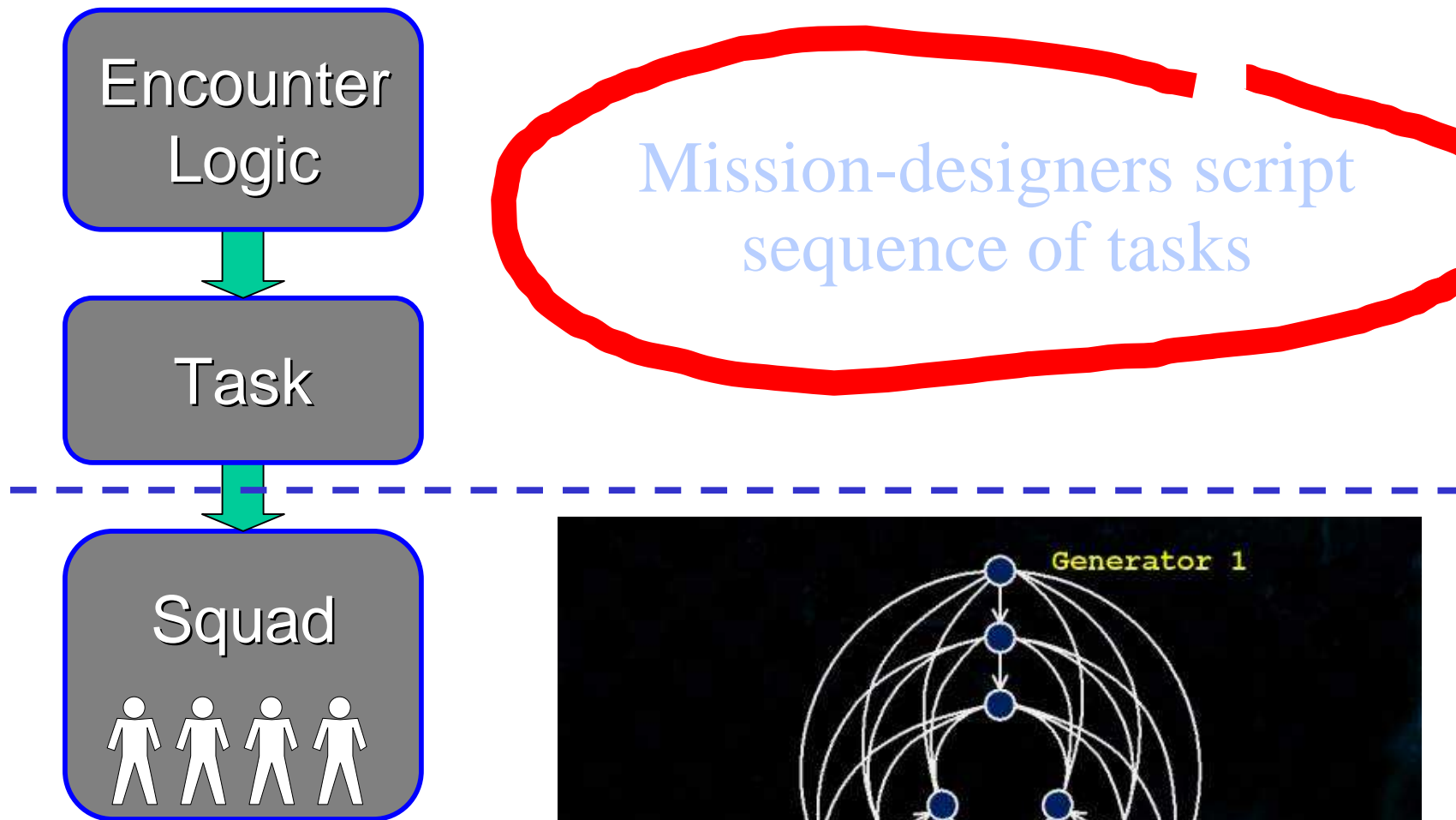
Haloというゲームは、そういった領域をAI, 環境を
丁寧に作り上げて行くことで質の高い面白さを提供するゲーム(三宅)

Halo3 AIデザインコンセプト

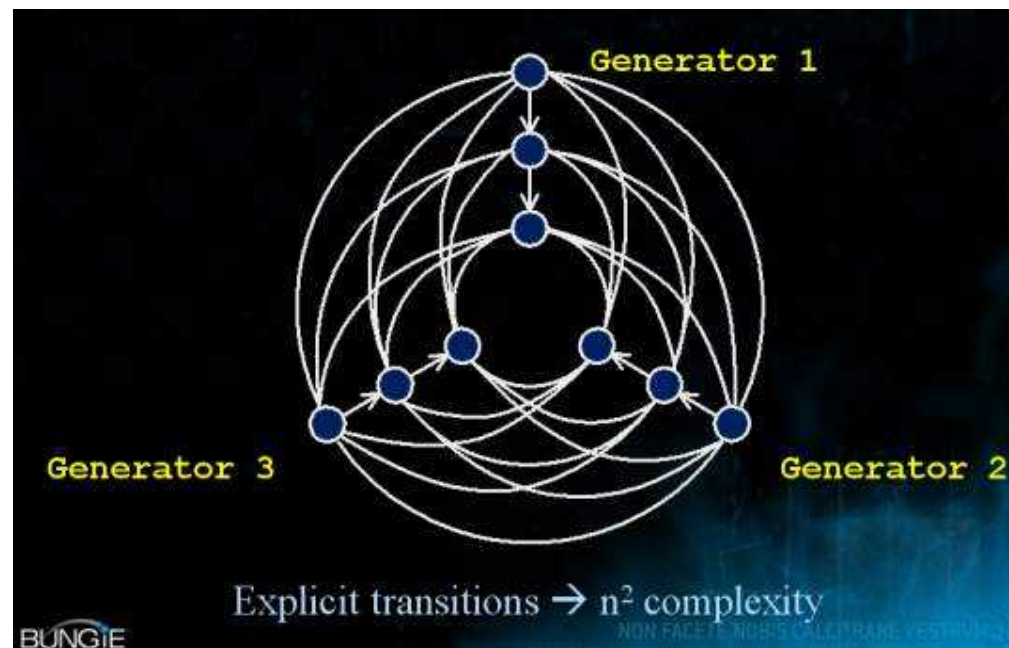


ミッションはデザイナーがスクリプトで書き、Squad にタスクを渡す。
Squadのメンバーはそこから自律的に動かす？ No !

Halo3 AIデザインコンセプト

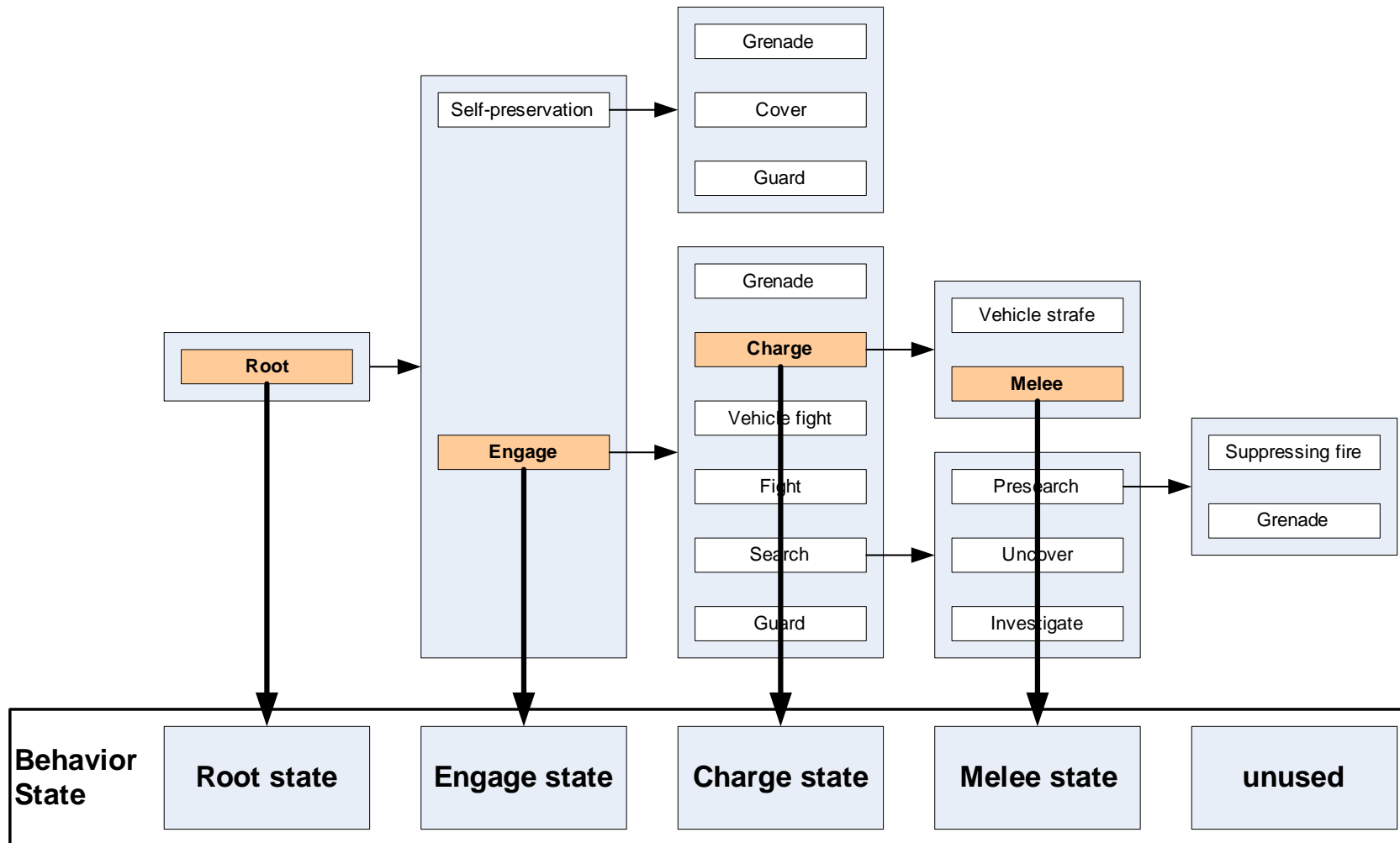


FSMは？
複雑になりがち...



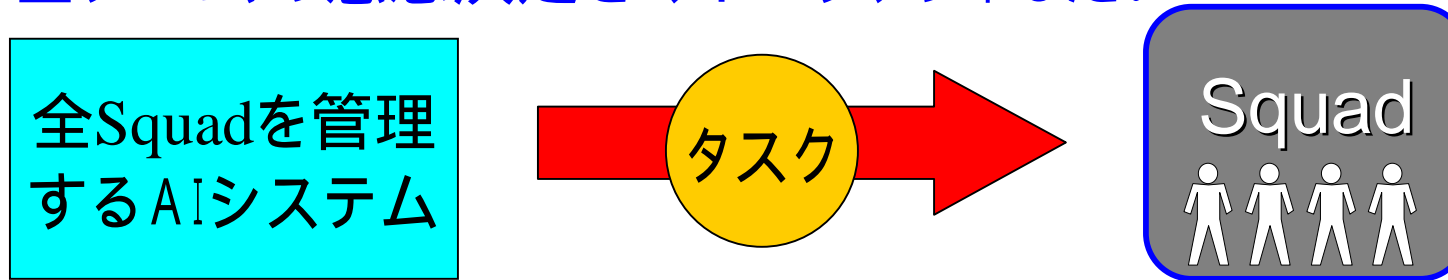
Halo2 AIデザインコンセプト

一体のAIに対して振る舞いを選択する (HFSM)

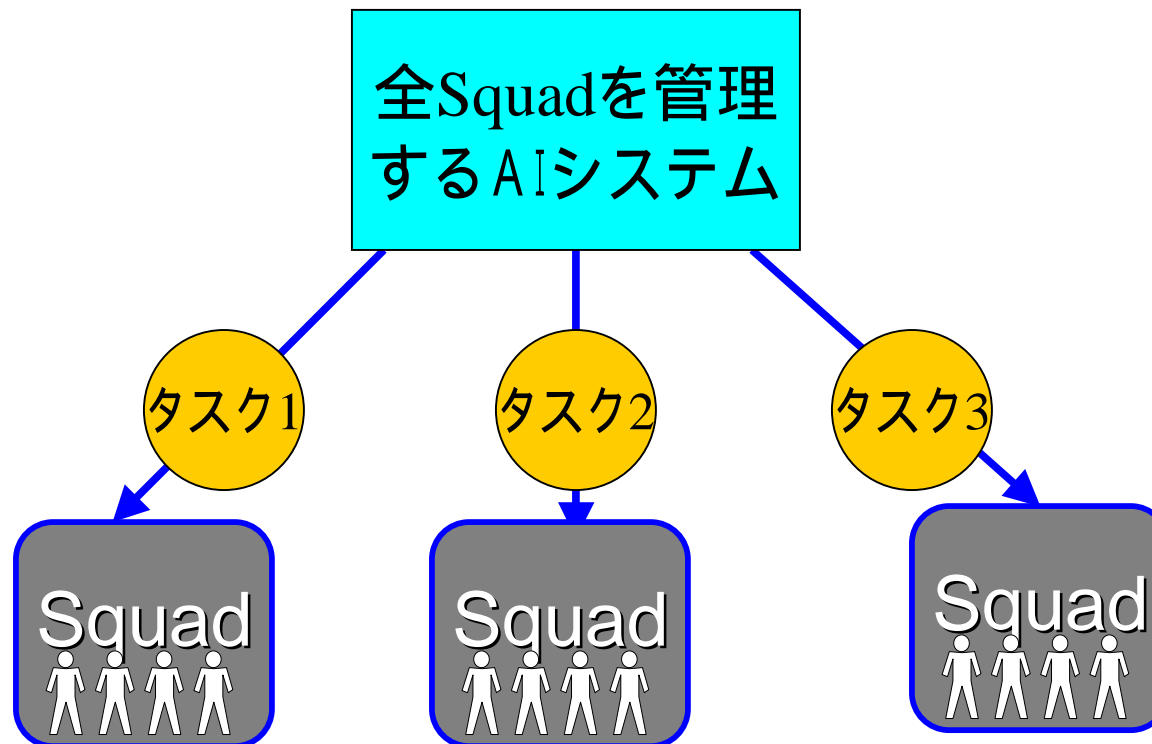


Halo3 AIデザインコンセプト

我々はチームに対して1つの戦略を選択したいわけではない
全チームの意思決定をマネージメントしたい

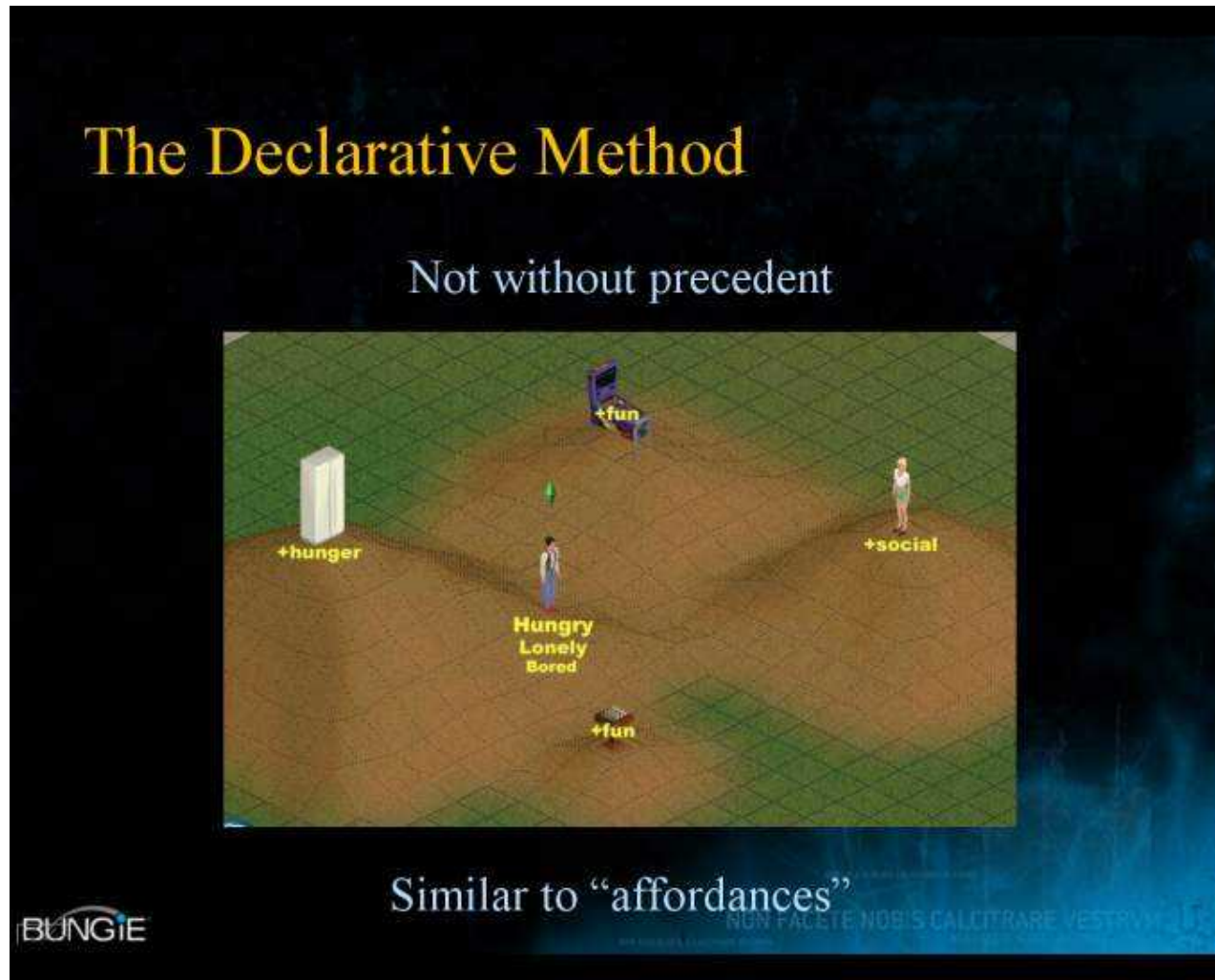


我々は複数のチームに対して戦略を振り分けたいのだ！



Halo3 AIデザインコンセプト

Declarative Method とは？



「AIが対象(タスク)を選択する方法」ではなく、
「対象(タスク)がAIを受け入れるかどうかを選ぶ方法」

The Declarative Method

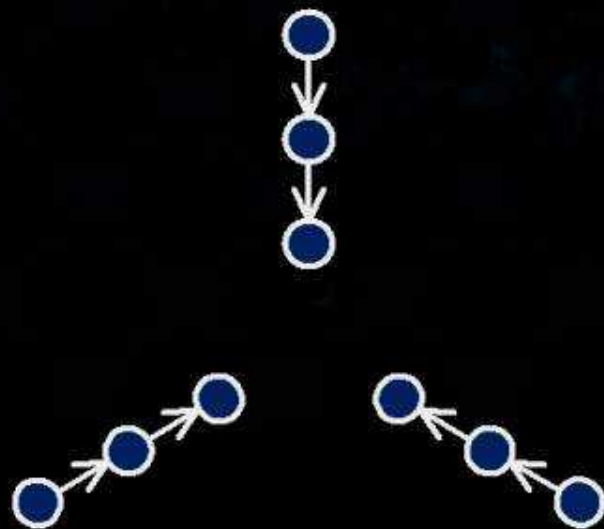
新しいアプローチ:

その環境で為すべきことを定義したタスク
を用意せよ

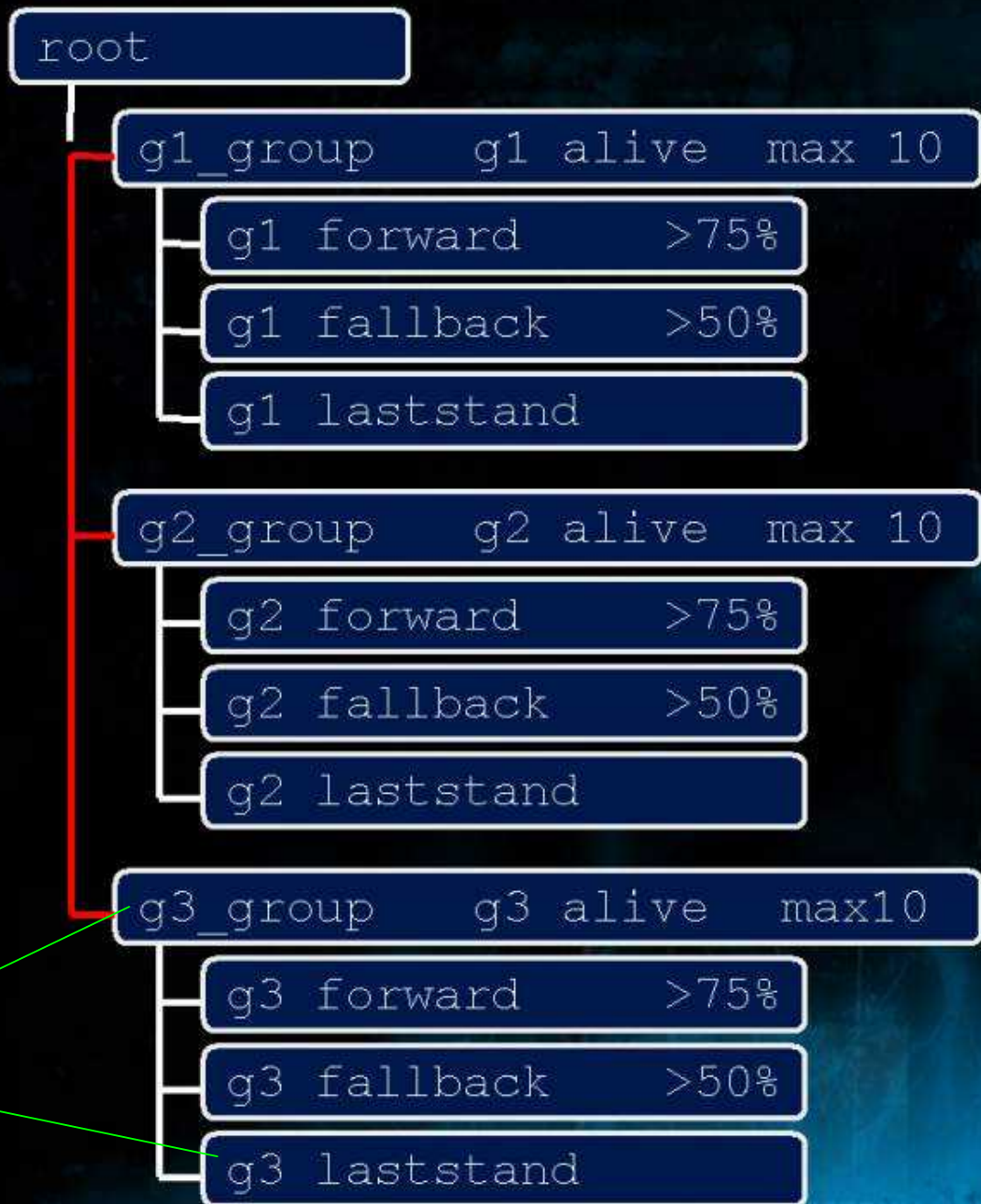
そしてシステムにそのタスクを誰が
為すべきかを判断させるのだ

複数のチームに対して戦略を振り分ける仕組み

3 Generators Revisited



タスク



Halo 3 AI Objectives System

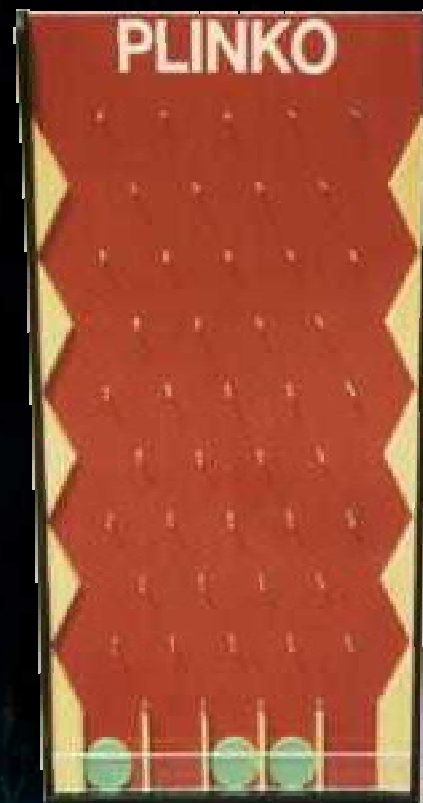
構造

- プライオリティー付きツリー構造
- タスク自身が自分を定義し評価している
 - プライオリティー
 - アクティブ、ノンアクティブの判定
 - キャパシティー(受け入れ条件、人数だけではない)



アルゴリズム

- トップから複数のSquadを流し込む
- その Squadたちが、最も重要なタスクタスクにチェックインさせる。



Basically, it's a plinko machine
...と言われても。

Halo 3 AI Objectives Systemイメージ



タスクが Squadを選ぶ

各タスクが自分で自分の
オンオフとプライオリティーを計算



トップ(最も高い)プライオリティーの
高いタスクを考慮する



現在、タスクを割り当てられる
Squad をリストする



タスクの受け入れ条件に合う Squad
を割り当てて行く



Halo 3 AI Objectives System 概要



タスクが Squad を選ぶ

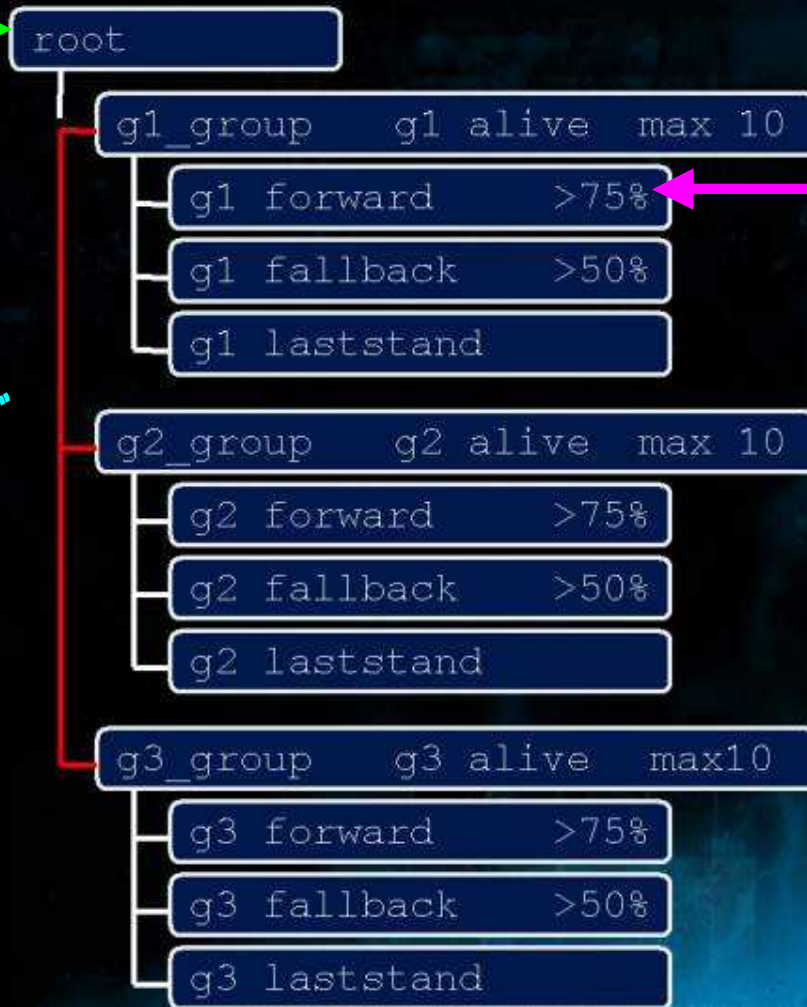
Squad を受け入れたタスクは
受け入れ拒否になる。



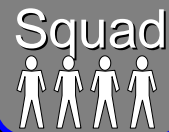
残りのタスクの中で
最もプライオリティーの高いタスクが
受け入れる Squad を選択する



後は同じ



Halo 3 AI Objectives System 概要



タスクが Squadを選ぶ

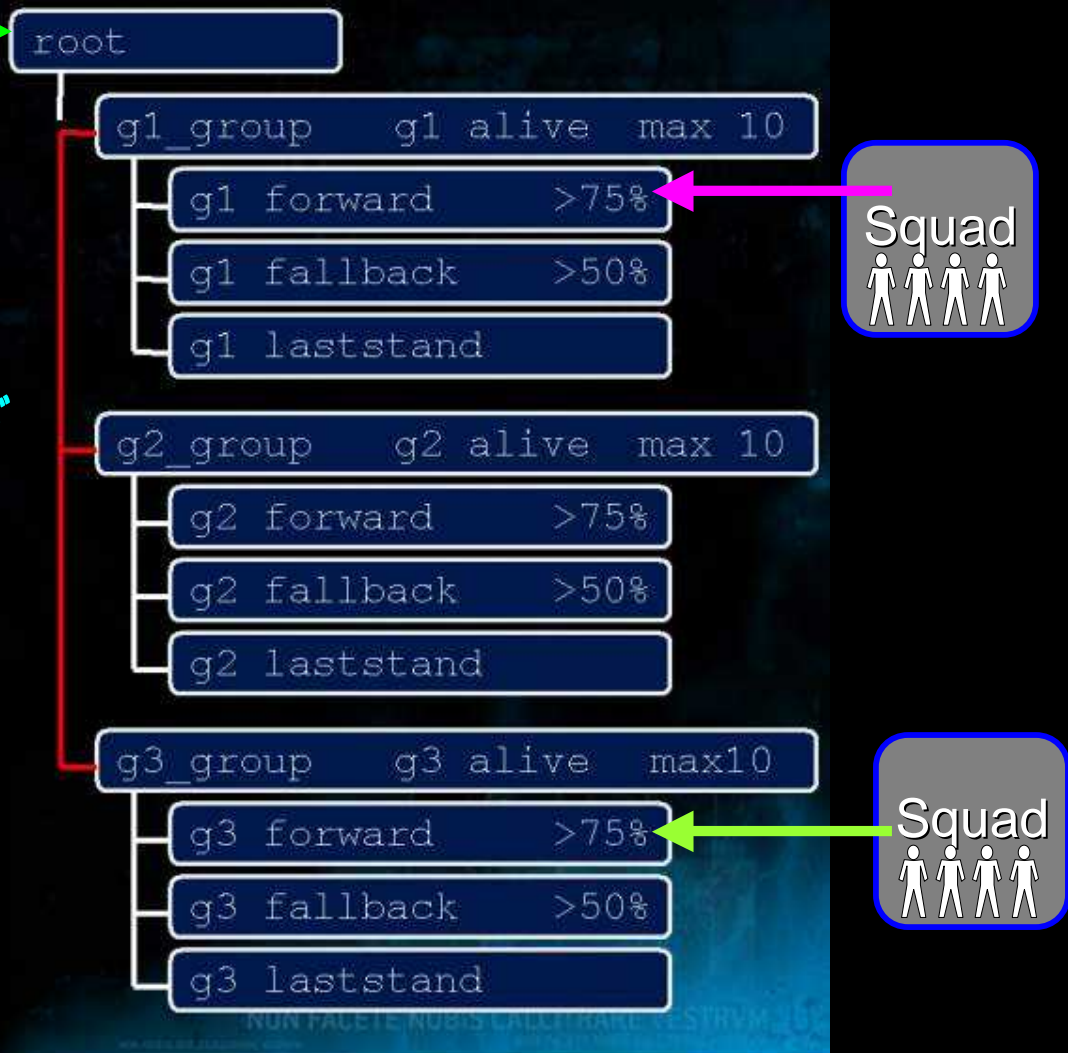
Squadを受け入れたタスクは
受け入れ拒否になる。



残りのタスクの中で
最もプライオリティの高いタスクが
受け入れるSquadを選択する



後は同じ



きちんとしたアルゴリズムの説明

- アクティブな子タスクを決定する
 - この時、非アクティブになったタスクに割り当てられていたSquadは親タスクに一旦引き戻される

トッププライオリティーを持つタスクたち

次に高いプライオリティーを持つタスクたち

非アクティブになったタスク



きちんとしたアルゴリズムの説明

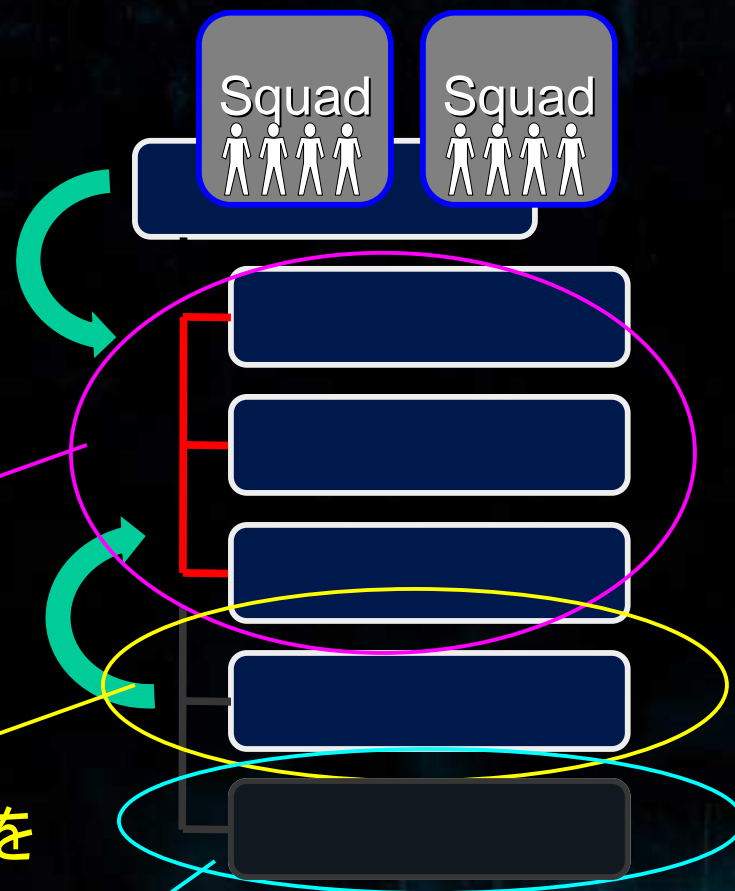
アクティブな子タスクを決定する

- この時、非アクティブになったタスクに割り当てられていたSquadは親タスクに一旦引き戻される
- トッププライオリティーより低いプライオリティーに従事しているSquadも再割り当ての対象となる。

トッププライオリティーを持つタスクたち

次に高いプライオリティーを持つタスクたち

非アクティブになったタスク



きちんとしたアルゴリズムの説明

最高プライオリティを持つグループを考える

割り当て可能なSquadを集める

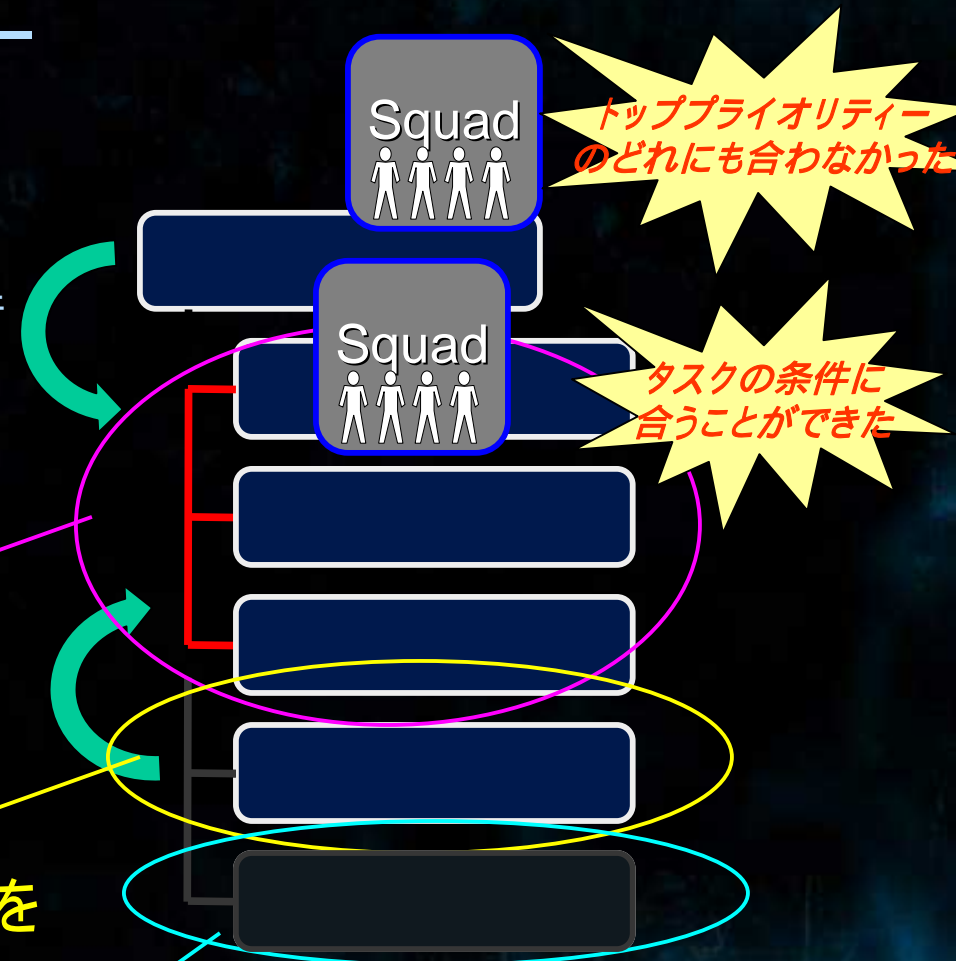
- 親のノードの登録されているSquad
- 上記のプライオリティより低いタスクを実行しているSquad

Squadをタスクに割り当てる

トッププライオリティを持つタスクたち

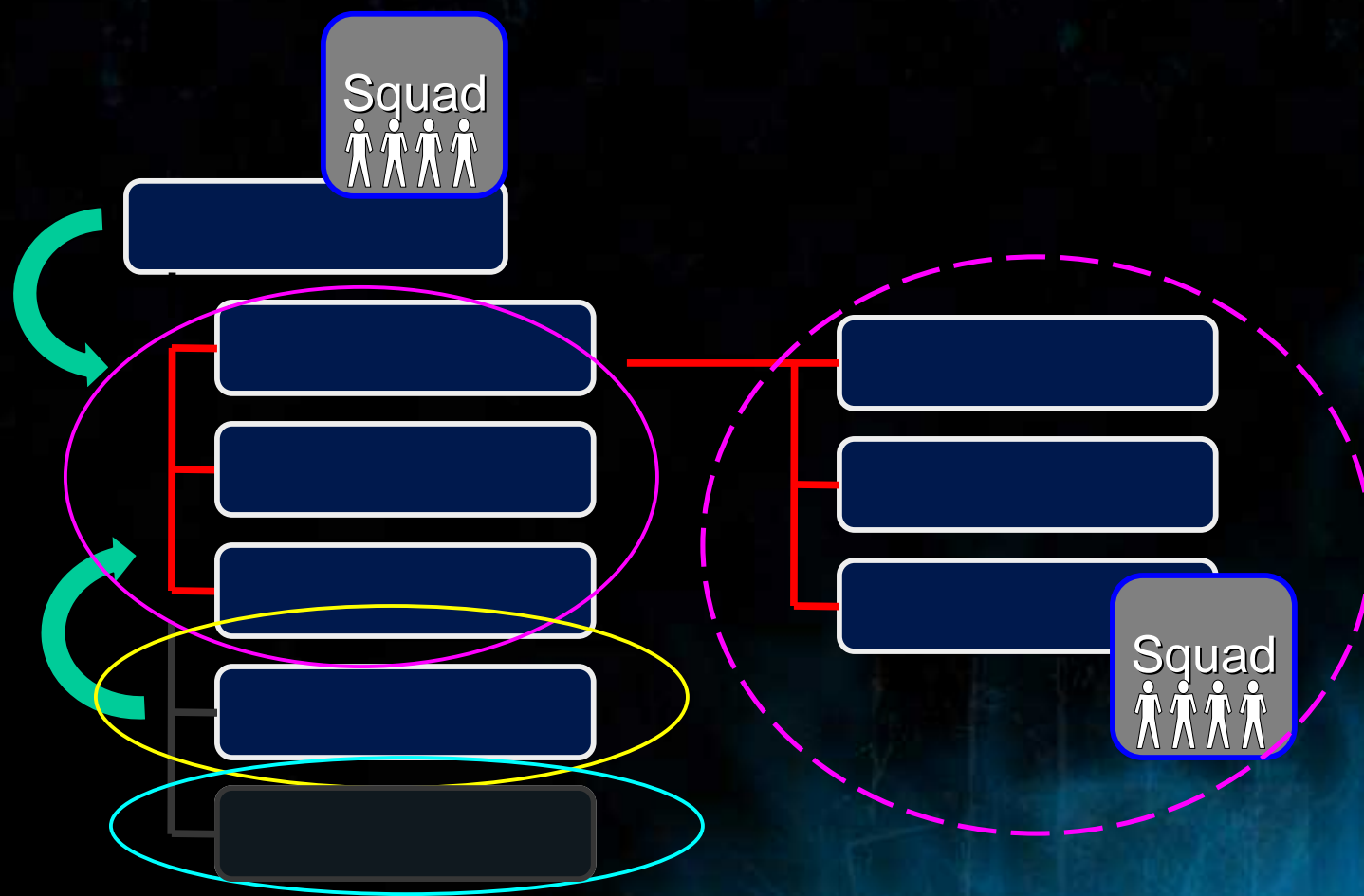
次に高いプライオリティを持つタスクたち

非アクティブになったタスク



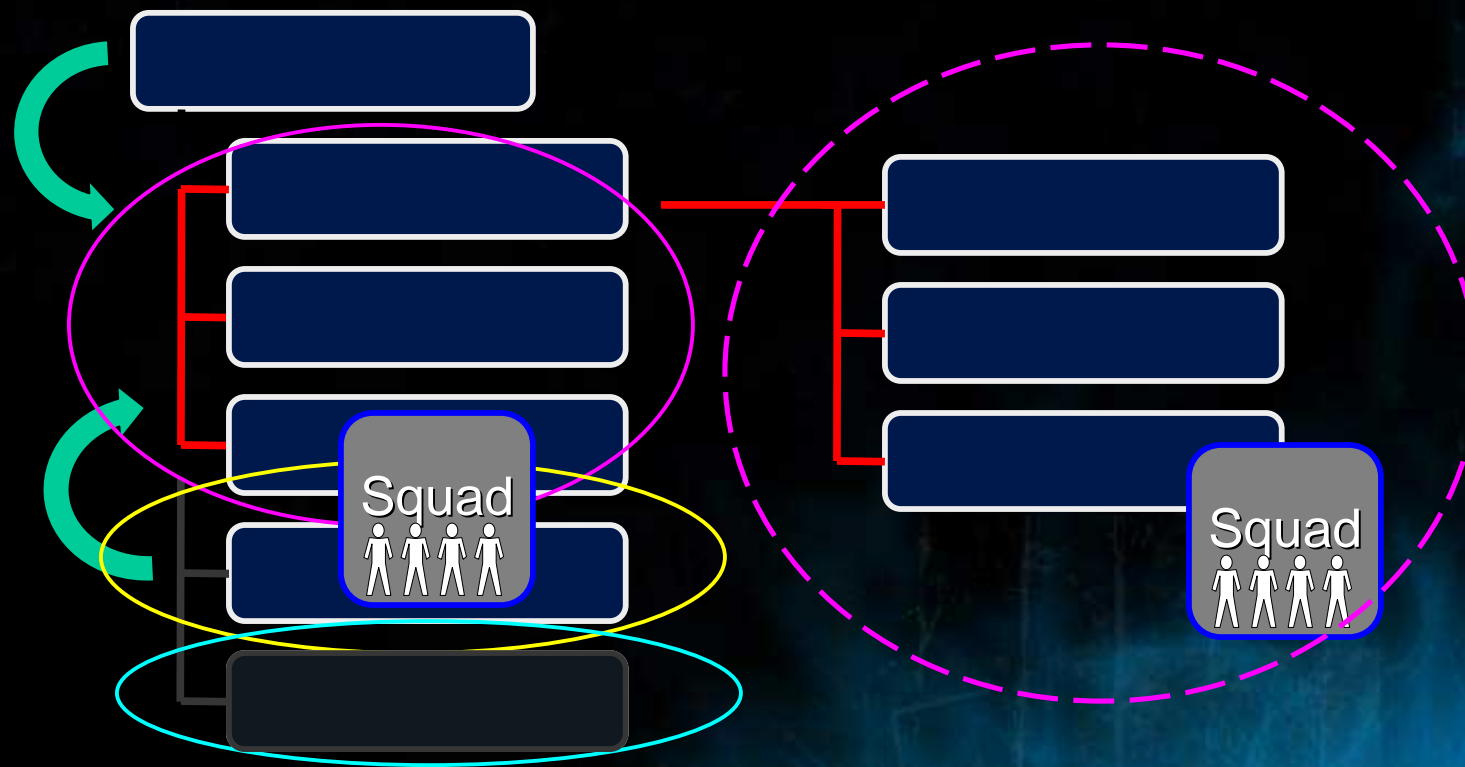
きちんとしたアルゴリズムの説明

トッププライオリティーのタスクが、さらに下にタスク構造を持つなら、そのさらに子タスクの中にSquadを割り当てていく。

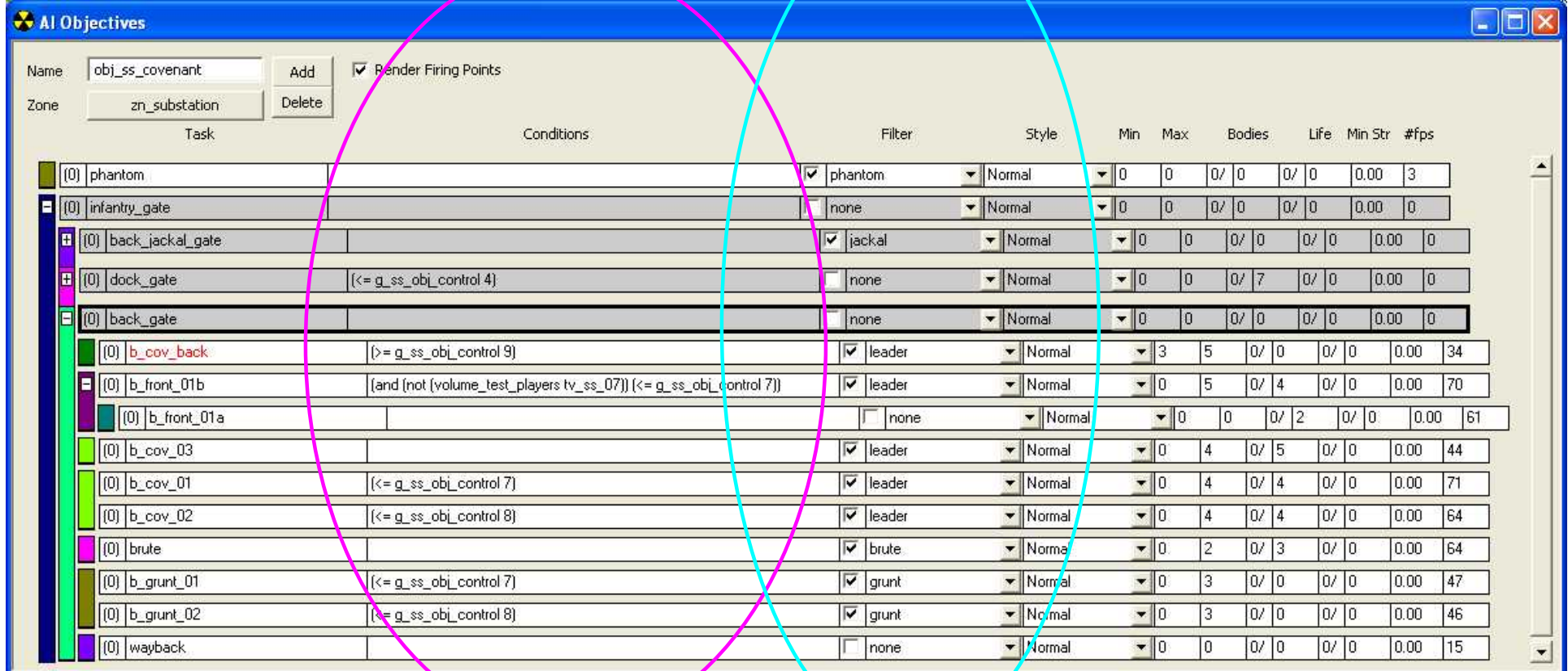


きちんとしたアルゴリズムの説明

次に高いプライオリティーの高いタスクにSquadを割り当てる。
これをくり返す



Designer UI



Task	Conditions	Filter	Style	Min	Max	Bodies	Life	Min Str	#fps
(0) phantom		<input checked="" type="checkbox"/> phantom	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	3
(0) infantry_gate		<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	0
(0) back_jackal_gate		<input checked="" type="checkbox"/> jackal	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	0
(0) dock_gate	(<= g_ss_obj_control 4)	<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 7	0/ 0	0.00	0
(0) back_gate		<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	0
(0) b_cov_back	(>= g_ss_obj_control 9)	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	3	5	0/ 0	0/ 0	0.00	34
(0) b_front_01b	(and (not (volume_test_players tv_ss_07)) (<= g_ss_obj_control 7))	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	5	0/ 4	0/ 0	0.00	70
(0) b_front_01a		<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 2	0/ 0	0.00	61
(0) b_cov_03		<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	4	0/ 5	0/ 0	0.00	44
(0) b_cov_01	(<= g_ss_obj_control 7)	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	4	0/ 4	0/ 0	0.00	71
(0) b_cov_02	(<= g_ss_obj_control 8)	<input checked="" type="checkbox"/> leader	Normal	0	4	0/ 4	0/ 0	0.00	64
(0) brute		<input checked="" type="checkbox"/> brute	Normal	0	2	0/ 3	0/ 0	0.00	64
(0) b_grunt_01	(<= g_ss_obj_control 7)	<input checked="" type="checkbox"/> grunt	Normal	0	3	0/ 0	0/ 0	0.00	47
(0) b_grunt_02	(<= g_ss_obj_control 8)	<input checked="" type="checkbox"/> grunt	Normal	0	3	0/ 0	0/ 0	0.00	46
(0) wayback		<input type="checkbox"/> none	Normal	0	0	0/ 0	0/ 0	0.00	15

Active or inactive

種族によるフィルター
(受け入れ条件)

Squad 割り当て問題

結局、この問題は n 個の squads を m 個タスクに割り当てる問題

- set S of n squads
- set T of m tasks

Now, find a mapping $F(S) \rightarrow T$

2つの問題:

1. タスクキャパシティの制約条件問題
2. コスト最小問題 $H(F)$

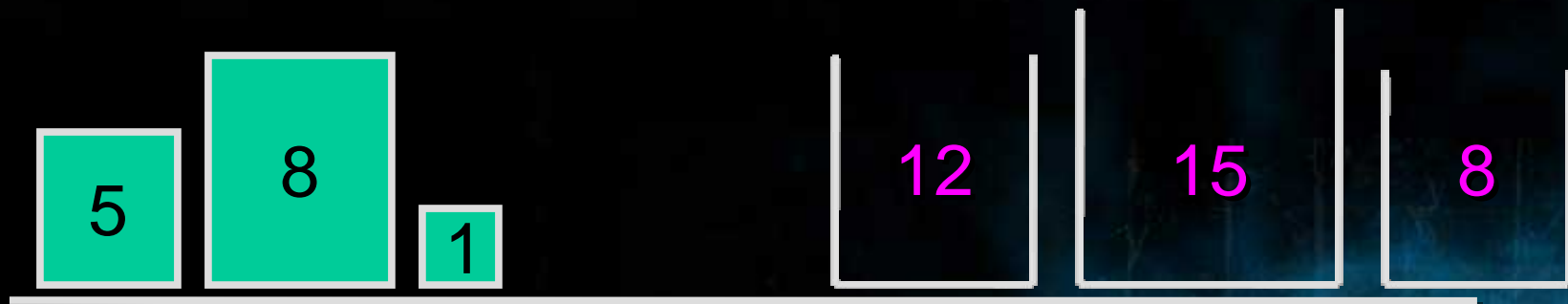
(注) コスト関数 H とは割り当て F が1つ決まったときに、その割り当てにおいてSquadが行動するときにかかるコスト(移動時間、戦闘負荷など)の総和を表す。即ち、 $H(F)$ が大きい割り当てはよくない割り当てである。

Squad 割り当て問題

1. タスクキャパシティの制約条件問題

タスクに割り当てる *Squads* $t \leq capacity(t)$

... but remember, we're bucketing by squads.



NP-ハードのビンパッキング問題

Squad 割り当て問題

2. コスト関数 $H(F)$ を最小にする

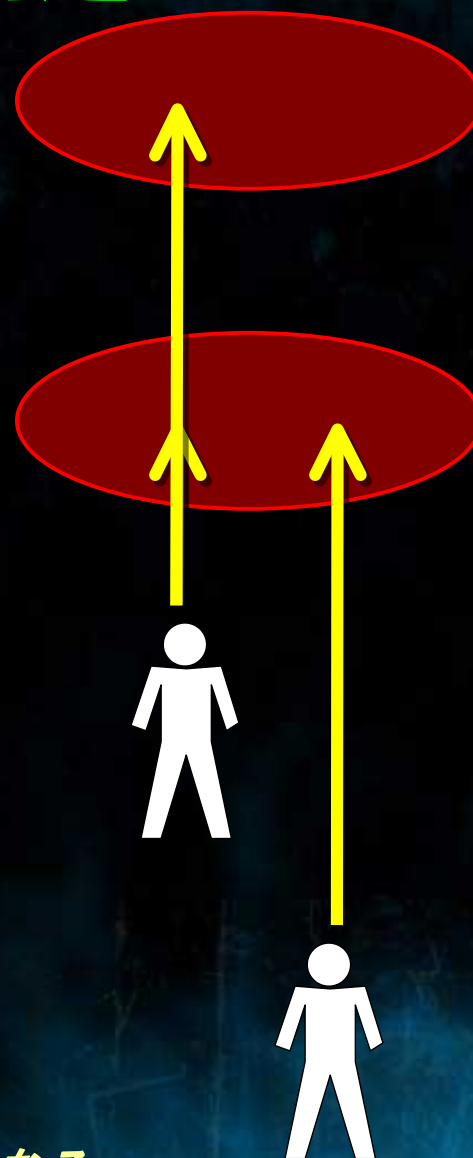
コスト関数を最小にすると
いうことは、全体のSquad
割り当てを最適化すること。

考慮事項

- 移動距離を長くしない
- 質の高い行動
- ツリーのバランスを取る
- プレイヤーの近づく

よくない $H(F)$ 関数だとまるでまぬけなことになる。

よい $H(F)$ を見つけることが割り当てにおいてとても大切！



「よりよい戦場を構築するために:
HALO 3 AI オブジェクティブ・システム」
の教訓

Haloは各分野が丁寧に作り上げられている(全9講演)。
Haloは「洋ゲー」としてはとても親切な作り。

AIは、ゲーム的混沌を最後に引き受ける。
AI技術とはその情報を処理して行動を生成する技術。
そこには、Damian Islaの作家性とも言えるべき個性が現れている。

ゲームAIでは、設計者の作家性さえ表現され得る。
そのためには人工知能に対する基本的な知識が必要。

(ゲームAIではなく、人工知能そのものの考え方。初歩的なところから考えて、
まとまりのある面白いシステムを作るのが、Damianの持ち味)

参考文献

Halo3 9 講演のPPT資料 <http://www.bungie.net/Inside/publications.aspx>

Bugie.net のGDC2008のHalo3関係の講演の概要集

<http://www.bungie.net/News/content.aspx?type=topnews&cid=13264>

Bungie Podcast (毎回、Bungie の開発者が登場してインタビューに答えます)

<http://www.bungie.net/Inside/content.aspx?link=bungiepodcasttime>

The Bungie Podcast: 08/16/07 (Halo3 AI の特集です。Damian がAIについて語ります！)

<http://www.bungie.net/News/content.aspx?type=topnews&cid=12705>

Bungie's Halo hordes a huge jump forward(Sydney Morning Herald

<http://www.smh.com.au/news/technology/bungies-halo-hordes-a-huge-jump-forward/2007/09/24/1190486224797.html>

ゲームAI連続セミナー第4回「Halo2 におけるHFSM(階層型有限状態マシン)

<http://www.igda.jp/modules/eguide/event.php?eid=42>

Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment 2005 (講演PPT)

<http://www.aiide.org/aiide2005/talks/index.html>

Artificial Intelligence in Computer Games

Speaker: Neil Kirby (Member of Technical Staff, Bell Laboratories),

Steve Rabin (Senior Software Engineer, Nintendo of America)

(AI ラウンドテーブル 全3日)



1日目 トピックごとの議論 (定員オーバーで欠席)

2日目 FPS Sports & Strategy (出席)

3日目 ビギナー向け Quick Q&A (出席)

全音声データ & 写真 <http://www.intrinsicalgorithm.com/GDC>



1st day



2nd day



2nd day

Photos from Andrew's site



3rd day

参考文献

Gamedev.net

<http://www.gamedev.net/columns/events/gdc2008/article.asp?id=1308>

Andrew's site <http://www.aarmstrong.org/>

- 1st day

<http://www.aarmstrong.org/journal/2008/03/02/gdc08-notes-ai-roundtable-day-1>

- 2nd day

<http://www.aarmstrong.org/journal/2008/03/02/gdc08-notes-ai-roundtable-day-2>

- 3rd day

<http://www.aarmstrong.org/journal/2008/03/02/gdc08-notes-ai-roundtable-day-3-ai-for-beginners>

11th AI Programmers Dinner (最終日)

hosted by Neil Kirby and Steve Rabin

(IGDA SIG-AIメンバー + ラウンドテーブルで一般若干名受け入れ)

IGDAのメンバーになっておこう！



とっても暖かいコミュニティー

有名ディベロッパー

プログラマだけでなく、大学研究者やマネジメントの方も参加できる

写真 <http://www.intrinsicalgorithm.com/GDC>

コンテンツ

プロシージャル

- (1) 「Spore」におけるプロシージャル・ミュージック
- (2) 「Far Cry2」におけるデータ自動生成

AI

- (3) 「Assassin's Creed」における群集制御
- (4) 「Halo3」における戦場の形成

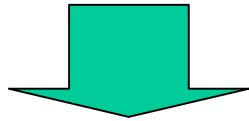
ナレッジ・マネージメント

- (5) まとめ

ナレッジ・マネージメント

GDC2008全体を通しての考察

- 日米の違いは何か？
- それは何処から来るのか？



ナレッジ・マネージメント

ナレッジ・マネージメント

知識をどのように運用するのか？

知識

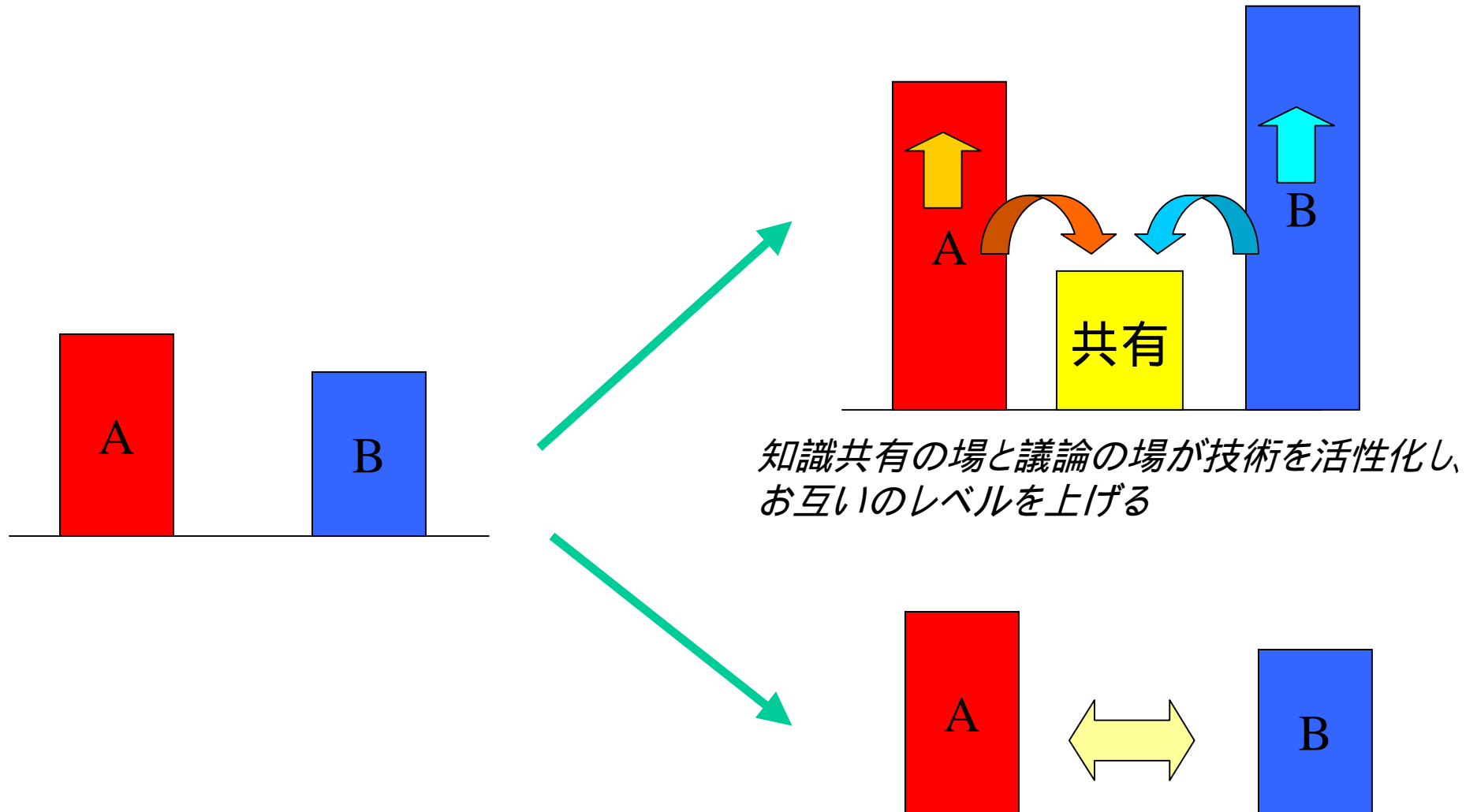
- オープンにする知識

全体に対して還元する知識

- クローズドにする知識

自身のコア・コンピテンスにする知識

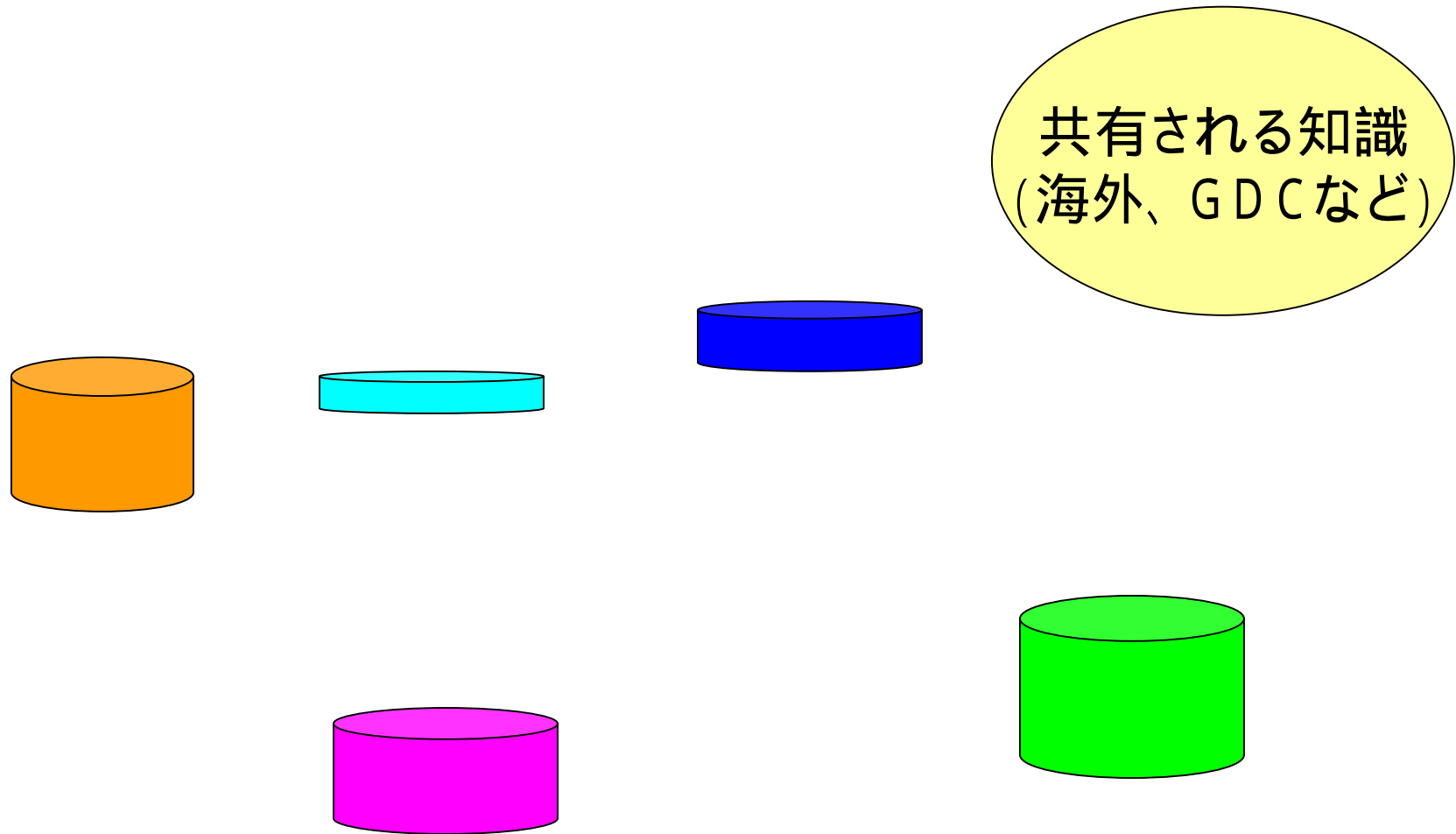
ナレッジ・マネージメント・テクニック



共有する知識を使って業界全体のレベルを上げる。
- ゲーム業界はもはやパイの取り合いだけでは続かない。
- それにゲームは技術だけではない。技術を共有しても、
直接競争の不利になるわけではない。

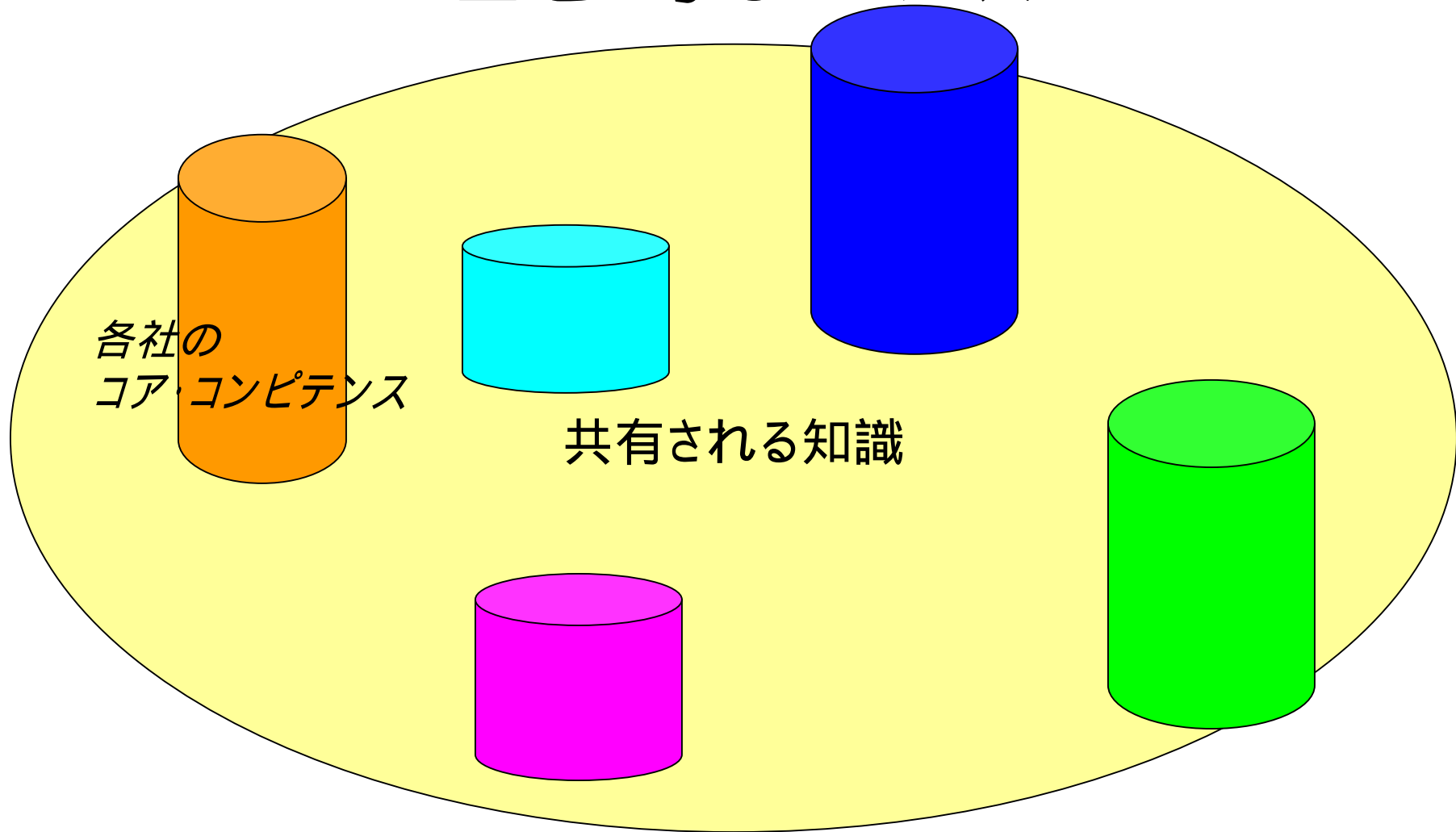
技術を囲うだけでは限界がある。

日本のゲーム業界なモデル



それぞれが孤立していて、結局、海外からの情報に頼ってコア・コンピテンスを育てている。

理想的なモデル



共有する知識を潤滑油にして、自身のコア・コンピテンスを
育てていく

日本のゲーム業界のナレッジマネジメント に大切なこと

知識

- オープンにする知識
- クローズドにする知識

を区別して、

- オープンなものはオープンに、
- クローズなものはクローズドに。

= グローバルな競争力

... and one more

技術者を動かすコツ

エンジニアをうまく動かすコツはただ1つ

エンジニアがエンジニアとして求めるものはただ1つ

新しい技術に挑戦できること。

技術者には、新しいチャレンジを与えよう！

技術者を活性化すれば必ずよいゲームが作れる。

まとめ

プロシージャル

SPORE におけるプロシージャル・ミュージック
FAR CRY 2 におけるプロシージャル・データ生成

プロシージャル技術は製作パイプラインの形を基本から変える

プロシージャル技術はこれからのゲーム開発の壁を超える
必須技術

まとめ

AI

うまく負ける技術: 人工知能と「CIVILIZATION」
「ASSASSIN'S CREED」における群集制御: リアルな群集を作る
よりよい戦場を構築するために: HALO 3 AI オブジェクティブ・システム

モブをゲーム性に絡めることができれば、ゲームはもっと面白くなる。

ゲームAIでは、設計者の作家性さえ表現され得る。
そのためには人工知能に対する基本的な知識が必要。

まとめ

ナレッジ・マネジメント

オープンにできるものはオープンにすることで、
全体としての技術力を上げることができる。

GDCをうまく活用するコツ

予習

- **英語の勉強を毎日欠かさず行う**(訓練して現地に行けば集中して話すのでレベルアップできる。何もしなければ何も無い)。
- 講演概要を読んで全体の動向をつかみ、
 - 自分の出席する講演これまでの経緯などをWEBで調べて講演内容を予想する(外れていても勉強になる)。
 - IGDAの会員になっておく(本当に役に立ちます。会社の看板で話を始めるより、会員同士だとチャプターの話とかで気楽に話を進めることができます)。

予習メモ http://www.igda.jp/modules/xeblog/?action_xeblog_details=1&blog_id=803
予習メモ http://www.igda.jp/modules/xeblog/?action_xeblog_details=1&blog_id=804

開催期間中

- 計画を立て随時入力される情報を基に**足で情報をかせぐ**。できるだけパーティに出て話す。
 - 自分が聴いた良い講義では**必ず講演後に質問やコメントに行く**(「素晴らしかった」の一言でもよい)。
 - 他人の質問も耳をそばだてる。
 - 全部を把握しようとするには規模が大きすぎる。取捨選択と友人と連携して情報を取得する計画を立てる。
 - 昼休みや会期中は友達同士で情報を交換する(ありがとうございました！)
 - 後で思い出せるように、ホテルに帰ったら簡単でもいいので日記をつける。
 - IGDAのメンバーの帯をIGDAブースでもらってつけておいて自己紹介で話す。
 - ラウンドテーブルで積極的に発言する
(名前を覚えてもらえるし、何より米はルールに則っていれば会議で発言することを評価する国です)。

GDC日記 http://www.igda.jp/modules/xeblog/?action_xeblog_details=1&blog_id=768
GDC日記 http://www.igda.jp/modules/xeblog/?action_xeblog_details=1&blog_id=778
GDC日記 http://www.igda.jp/modules/xeblog/?action_xeblog_details=1&blog_id=815

GDCをうまく活用するコツ

復習

- 自分の出なかった講義を人に聞いたり、情報をもらう(ありがとうございました！)。
- 自分の集めた情報や何より自分で考えたことをなるべく早く文書にしておく。できれば人に公開して意見を交換する。
 - **WEB上で外国語を含めて記事を集める**
(内容はまとまっているし、何より質のよい写真や動画がある。またプレスにしか提供されない情報もある)
 - GDC報告会やその資料(この文書とかですね！)を活用する。
 - 来年行く人のためにアドバイスをまとめておく。

IGDA日本 ダウンロードサイト <http://www.igda.jp/modules/mydownloads/>

ご清聴ありがとうございました。

質疑応答

これ以外に、意見や質問があれば、メールへ

y_miyake@fromsoftware.co.jp

この資料はIGDA日本のサイトにアップされます。

「GDC2008 日記」(y_miyakeのゲームAI千夜一夜)にもGDC講演情報があります。

http://www.igda.jp/modules/xeblog/?action_xeblog_details=1&blog_id=768

人工知能学会誌 2008年1月号はゲームAI特集です。三宅も寄稿しています。

ご清聴ありがとうございました。



これ以外に、意見や質問があれば、メールかアンケートへ

y_miyake@fromsoftware.co.jp

(IGDA Japan登録アドレス yoichi-m@pk9.so-net.ne.jp)

WEB上の意見交換にはIGDA Japanのサイトをご利用ください

<http://www.igda.jp>