

ゲームを語る、ゲームで語る Vol.36

GameDeep



main issue

VR/AR ゲームの未来
非視覚の様々な
重ねあわせをデザインする

Other

Ingress; Nemesis: Myriad

stats talk

魔法同盟 vs DQ ウォーク

GameDeep は、こんな本を目指します。

●無責任。

でも無責任なだけに、「長いものには巻かれない」精神を素直に貫きます。

●マイナー。

しかしマイナーだからこそできる、大胆な発想を心がけます。

●所詮アマチュア。

けれどアマチュアゆえの勢いを、無謀にも形にしたいです。

目 次

VR/AR ゲームの未明 / 中田吉法	3
生活 AR-RPG のシンクロシティ / 中田吉法	15
Ingress; Nemesis: Myriad stats talk / 中田吉法	20

GameDeep Propaganding License

以下の条件の下において、本誌掲載原稿の記事以上の単位での転載・再配付を認める。

- 各記事の著作者を明記する
- 記事が GameDeep 由来のものであることを明記する
- 原作者、又は GameDeep 編集責任者の許可なく、記事の内容を改変しない

ただし、各記事に別途権利表示がある場合にはこれを優先する。

VR/AR ゲームの未明

中田吉法

2016 年頃より毎年のように「今年こそ VR 元年」と言われるようになって久しい。

と、皮肉たっぷりの枕を置いたが、VR(Virtual Reality=仮想現実) 技術が流行しそうでいまち流行に至らない、という状況が続いているということには同意いただけるのではないだろうか。毎年のように新しい VR デバイスが出るとは「これこそ VR ゲームの覇権デバイスになる」と言われてはもちろんそんなことにならないというのが繰り返されている。

それは、将来性があるって投資が続けられている分野であることの裏返しなのだろう。HTC、Oculus、Pimax、レノボ、マイクロソフト、etc. 新旧様々なメーカーが商品を投入し、ハイエンド級のスマホも少なからず VR 技術への対応を進めている。毎年のように技術は着実に前進し、デバイスの普及も少しずつ進んでいる。爆発的な普及の一手手前の状況が展開されているというのは間違いないだろう。

ただ、VR あるいはその延長や近傍に存在する AR や MR を実現するのに必要なハードルは、思いの外遠いのではないだろうか。本稿では（やや散漫な内容となってしまうだろうが）その道程の遠さについて少々考えていくことにしたい。

○入力の問題

VR デバイスと言えば多くの人が HMD^{*1}を想像するかもしれない。しかし VR 技術というのは、仮想空間と人間を接続する技術が全般的に備わってはじめて成立するものだ。

仮想世界の情報を人間に伝える（出力する）HMD と並んで重要になるのが、逆の方向の情報の流れ：人間の動作を仮想世界に伝える「入力」の部分の司るデバイスも重要になる。

^{*1} ヘッド・マウント・ディスプレイ：両眼を覆うように頭部に取り付けるタイプの映像投影装置

だから、モーション、あるいはセンサーを使った（指以外での）身体的な入力には様々な形で試され続けている。より直感的、あるいは身体性に即した方式は、技術の進展の中で何度も持ち上がっては試されてきた。だがその大半は「試される」で終了し、両手で持つコントローラーという完成されたスタンダードに戻ってくる。

結局のところ人間というのは「手で道具を扱う」ことに長けた生物種だ。その（人体の中で最も器用に動かせる）手から、できる限り多軸の操作を引き出すことを考えたとき、両手で握って保持するコントローラーというのはかなり合理的な、ひとつの完成形である可能性が高いように思う。

両手握りコントローラーの基本的な構造は、ゲーム&ウォッチで両手で握る形が「発見」されて以来、あまり大きくは変わっていない。ボタンの数の増加、側面や背面へのボタンの配置、それからアナログスティックの導入といった発展は続いているものの、「両手で握り、主に片手で方向、他方の手でボタンを操作する」という概念は、どんなに離れたくとも離れきれずに帰ってきてしまう不動点となっている。

スマートフォン等のタッチパディスプレイは大きな変革の入口となるかもしれないが、少なくとも現在のところ両手握りコントローラーを一気に滅ぼすほどの代替物となる気配は見せられていない。その理由は、軸数の少なさ、フィードバックの弱さ、正確性の乏しさなどにあると思う。

人間の身体から引き出せる軸数=入力の情報量を考えたとき、手という「インターフェース」の優秀さは身体の他の部位を大幅に圧倒している。たとえば全身のモーション感知を使うなどすれば、引き出せる軸数=情報量はもっと増やせるかもしれない。しかしその正確性は大幅に下がることを余儀なくされることだろう。

その一方で、ビデオゲームのコントローラーより長い歴史を持つ操作機構があるものの、たとえば自動車のハンドルや飛行機の操縦桿では、それを模したコントローラーデバイスの人気は根強い*2。決して大きく売れる品ではないが、根強く需要は存在し、世代が変わっても細々とそうしたコントローラーは存在し続けている。加えてこれらのデバイスには確かに優位性がある。ゲーム装置としての優位性ではなく、現実の装置としての優位性が、だ。

自動車のハンドルは大掛かりなわりに貧弱な入力デバイスだ。それは一軸の入力し

*2 なお更なる例外として、対応する現実の機械が存在しないのに極一部には根強い人気があるツインスティック等が存在する。

か受け付けられない。しかも両手を使ってようやく軸一つ（右もしくは左の二方向）だけを受け付けることができるに過ぎない。だがこの（おそらくは船の操舵輪由来の）装置は、入力位置の固定・微妙な中間位置での保持という観点で考えれば、かなり優秀なものに見えてくる。

重要なのは、ハンドルの位置と現在の車輪の状態がそのまま対応しているという性質にある。ハンドルは、操作を途中でやめて手を離れたときに（ジョイスティックのように）すぐに元の位置に戻ったりはしない。

自動車を運転される方なら、日常の行われる範囲で最も繊細な操作を要求されるのは縦列駐車だということに同意いただけるだろう。では、ビデオゲームのコントローラーで縦列駐車してみることを考えてみれば、なかなかの悪夢を想像できるのではないだろうか。体を捻って直接後ろを見たり、バックミラー越しにいわば「よそ見をしながら」操作をするとき、おそらく両手で握って保持するコントローラーという装置はとも具合が悪いはずだ。体の捻りは手の操作にかなりの影響を及ぼす。後進する車のタイヤを、繊細にすぎる上に手を離してしまえば状態がクリアされてしまうアナログスティックで操作するのはとても困難なはずだ。だがあの大掛かりなハンドルは、うまくいく角度を少しずつ模索して固定して保持するにはもってこいな装置だ。その大がかりさは、繊細な操作は容易に、大胆すぎる操作を抑止するものとして働いてくれる*3。

より全体を低廉にできそうな代替装置があるのに、大がかりな装置が未だに生き残っているのにはそれなりの理由がある。もちろん、大がかりな装置が標準であることで発生する操作感覚が、そのまま身体操作の熟練として蓄積されてしまっているという事情もあるだろう。ただ、その操作感覚が実際のユーザーに重視されるがゆえに、それを代替するゲームでも同じ操作感覚を求めるユーザーが居て、だから装置ごと真似をしなければ体験を代替できない、ということが起こっているのだろう。

ただこれが将来に渡って続くものではないだろう。運転の自動アシスト技術が発展すれば、ハンドルをそれほど細かく操作する——人間がすべての動きを統御する必要はなくなるはずだ。そうなったとき、人間に求められるのは大雑把な行き先の意思を示すことになるからだ。縦列駐車などの複雑な操作も、コンピューターが自動的に制御できるようになるなら、大がかりなハンドルを廃しジョイスティックやゲームコントローラーが操作系の中心に取まっていくことはありえる話だろう（その方が自動車製造のコス

*3 とはいえその性質は身体の随意性が低い障害者には向いていない。そういう場合は座席の横にジョイスティック機構による代替操舵装置を付けたりするようだ。

トも下がりそうだ)。実際、自動車で空調やオーディオの操作ボタンやレバーが並んでいたセンターパネルは、カーナビという形でタッチパネルが導入された結果昔に比べてずいぶんすっきりとしてきている。テスラ社の最新型モデルではセンターパネルに相当する機能はタブレット型のディスプレイに完全に収められてしまってきている。

○ Kinect という撤退

入力の問題とえば、Kinect という家庭用ビデオコンソールにおける VR 関連技術の後退例があることを避けては通れまい。

Kinect は、当初 Xbox360 向けに登場し、後継となる Xbox One でも展開されたモーション検知技術デバイスだ*4。ユーザーの体の動きや発声を検知し、コントローラなしの身体でゲームをプレイすることを可能にした技術である。本体同梱パックという形でも販売され、累計 3500 万台以上とかなりの台数が普及した。

VR ゴーグル/ディスプレイが「視覚の出力の VR 化」を中心としたデバイスであるするなら、Kinect は動作を中心とした「動きによる入力の VR 化」のデバイスである。固定配置されたカメラを使って、人間の骨格全体、あるいは表情や視線も含めた人間の所作全体を認識・把握することが目標とされていた。

(Kinect を介して) 人体をそのまま操作の主体とすれば、実世界の身体をそのまま仮想世界の身体に接続することができる。人体→Kinect→仮想世界という経路で情報が入力されていくことになるのだが、このとき現象としては逆に人体を介して仮想世界(のため)の所作が現実世界に現出するという逆の流れも発生する。これは、視覚を中心とした「没入」によって構成される VR とは逆の方向、いわば「没出」が実現される VR と言える。

というか、VR 技術というのは仮想と現実の世界の境界をできるかぎり無に近づけ、どちらが「入力」でどちらが「出力」であるかを判然としなくなる状態を目指す技術だ。だから、洗練された VR 技術があれば(その情報の流れがどちらの方向であれ)同時に逆方向の流れをも発生させるような現象を引き起こすのは当然のことだとも言える。

*4 加えて、音声・発話認識及びそれによる操作の機能も Kinect には含まれる。

だが、そのような可能性があったにも関わらず、ビデオゲームコンソール2世代をかけても Kinect は標準技術と呼べるところまでは育たなかった。と言っても、標準技術になりうるほどのレベルに達しかけていたのである。ところが Xbox One が立ち上げ当初に DRM(コンテンツ権利管理)の関係で常時インターネット接続が必要であったこと、また Xbox One の利用規約(プライバシーポリシー)に Kinect を経由して収集した情報を広告提供のために利用する可能性がある」と記載されていたことが、プライバシー関係への懸念を産んだという問題が起こった。この懸念に対応するために、マイクロソフトは Kinect の標準化を諦めざるを得なくなったという話があるのだ。

結局 Xbox One の展開では本体廉価化にあたって Kinect への対応状況は次第に後退していき、廉価型本体の Xbox One S や性能向上型本体の Xbox One X では Kinect 接続専用の端子が省かれた。また、Kinect 自体の生産も 2017 年までには終了していたことが明かされた*5。

ただ、ゲームソフトの Kinect 対応状況を見ると Kinect 登場翌年となる 2011 年からその翌年にかけてがほとんどであり、2014 年以降は事実上 Ubisoft の Just Dance シリーズのために機能が存続しているのではと思えるような状況が続いていたのも事実である。技術的には有望であり、かつ限られた範囲のキラーコンテンツにも到達し得たが、より広い使い方をしようとしたときに直面してしまった課題があまりに大きかった。そのため後退を余儀なくされた、というのが現代における整理ということになるだろうか。

家庭内に音声認識技術を持ち込むことについては、今現在でも Amazon や Google、Apple などによるスマートホーム/スマートスピーカー技術として(別の形で)継続・発展が続いている。だから、モーションセンシングもそうした技術の延長線として普及していく可能性はあるだろう。実際、Kinect という技術自体は Azure Kinect と名前とターゲットを変え、より汎用的な動作認識デバイスとして利用法の模索が続けられている。

もし認識/入力を行うプラットフォームが普及していくならば、ビデオゲームコンソールが再びそうした情報を使うようになっていく将来も考えられるだろう。ちょうど

*5 ただし、Kinect ヘンサー技術提供を行っていた PrimeSense 社が 2013 年にアップル社に買収されていたことが関連している可能性もある。

テレビという既に普及したデバイスがビデオゲーム機普及にあたっての基石となったように、である。ただそのためには、認識/入力を司るクラウドサービスからビデオゲーム機へ情報を渡す経路におけるプライバシー・セキュリティの問題についての概念や技術の発展整理もまた必要となっていくだろう。

○コストの問題とデザインすること

AR 技術を使って現実世界に重ね合わせ、読み替えを行い、世界をまるごと RPG のゲームフィールドにしてしまうようなものを考えてみよう。そのために必要なものは、ゲームエンジンとは全く異なる。必要になるのは技術は、AR デバイスを身に着けたプレイヤーの周囲すべてを認識・把握し、適切な重ね合わせ情報を表示させるための認識エンジンだ。

これにはレベル 5 自動運転技術（完全な運転の自動化）、あるいはそれ以上に高度な周辺認識技術が必要だ。この分野で先進的な立場にありそうなのは Google、日産、テスラ、BMW あたりだろうか。Amazon あたりが演算力と資金力で一気に成長してこの立場に加わる可能性はあるかもしれない*6。

この開発競争にビデオゲームの開発企業が加わっていく見込みはまずないと言ってもいいだろう。周囲の世界すべてを認識して、演算して、重ね合わせるという力技は、自動車もたらず電力と搭載可能な十分な大きさのコンピューターがあってはじめて成立するものだろうからだ。自動車のための装置なら、自動車という輸送機器を前提にできるので重量の問題を大幅に無視することができる。

しかしゲームとしてこれを成立させるために、個人が装着、あるいは手持ちできるサイズに機器をまとめなければならない。5G、あるいは更に先の 6G や 7G の通信網が整備されていけば演算力をクラウド上に確保して手元の機器はコンパクトにすることも見込めるかもしれないが、甘く見積もっても 10 年後に実験が開始できる程度、実用できるまでに 20~30 年はかかるというスパンの話になるだろう。

そうした高レベルな（周囲丸ごとを認識・重ね合わせするような）リッチな作りの AR/MR ゲームを実用化することを考えるなら、行動な自動運転が成立して技術基盤が完成して以後にアプローチするほうが遥かに開発効率が良いはずだ。というか、動か

*6 なお、Apple も自動運転に挑んでいたが実質的に断念したという情報が伝えられている

せる資金量という（大変非情な）現実を考えると、自動運転=世界認識技術に業界そのものの存続が掛かっている自動車メーカーか、圧倒的な演算力と資金力を誇る巨大 IT 企業のいずれかでなければ達成することは困難だろう。

あるいは彼らが挑戦してどこも十分な成功を得られなかった果てに、落果した技術を集成させてそのような AR/MR ゲームが実用化される、というシナリオも考えられなくはないが、いずれにしてもこの分野を切り拓いていく先駆者はゲーム企業ではないだろう。

だがそれは、真正面からすべてを満たすものを作る、というアプローチの話だ。

ビデオゲームというのは長らく足りない技術をいかに工夫して許容できるコンパクトな形でまとめ上げたものを作るかというデザインによって作られてきた。あるいは、ゲームというものがそもそも見立てと見なしで成立する性質のもの、『本質的に仮想的な遊戯・活動』だということを思い出すべきだ。

良い証明例は、**ポケモン Go** だろう。2016 年に登場して爆発的にヒットしたこのゲームは、現在までのところ世界で最も成功した AR ゲームとして認知されている。だが、実際の **ポケモン Go** に使われていた AR 技術はおそらく低レベルなもので、単体としては玩具として成立するかも疑われるようなものでしかない。しかし **ポケモン Go** というゲームは、**ポケモン** という IP の強ささと、位置情報ゲームという（上手く使えば）人を集めてしまう技術とを組み合わせ、現実におけるプレイヤーの行動に多大なる影響を与えた。その結果として、**ポケモン Go** のサービスが開始された世界中の都市部で、現実に出現する光景を一変させたのである*7。

ここからはいくつかの教訓が読み取れる。

第一に、AR/MR ゲームを実現するために必要なのは、装置的なテクノロジーの実現よりも、デザインによるプレイヤー行動や認識の実現の方がずっと重要だということだ。

第二に、そうやって実現された AR/MR は（幸か不幸か）直接に AR/MR 体験をしていない無関係なはずの周囲の人間にも（体験しているプレイヤー達の行動を介して）影響を与えてしまうということだ。

*7

逆により真正面からのアプローチに挑んでくれそうなものとして、**Minecraft Earth** は興味深いチャレンジとして育っていく可能性があるように思う。

それから第三に、IP——装置的技术の外で人間に「物語」という形で仮想現実を付与する、文学的なレイヤの重要性だろう。

○非装置のアプローチ

ポケモン Go の成功は、これらが組み合わせあって起こった一種の奇跡であったように思う。少なくとも、あそこまでの爆発的な成功は予想外だったように思われる。しかしこれに前駆するような潮流はいくつか存在していたのではないだろうか。

ひとつは「謎解き」あるいは「脱出ゲーム」と呼ばれたりする一連の実体験型のゲーム群だ。

当初は物理的に閉鎖された空間を使い、少人数のグループに様々な形式の連続したパズルを解かせてその空間からの脱出を目指すというゲームとして発生してきたように思う。ただこの発想は（アナログに運用されるゲームらしく）すぐに様々な応用がされるようになっていく。たとえば使用する空間が大型化し、一度に参加する人数が増やしてみた。あるいは閉鎖空間である必要がないという応用が行われ、開放型の空間に謎が（あるいは既に存在する事物の「読み替え」が）配置されるという形式が登場した。適切な順番で情報が提供されていくという形式さえあればいいので、コンピュータ上のアドベンチャーゲーム形式へと回帰した。あるいはコンピュータで制御するのではなく、書籍や箱に入った小道具という形で行われるアナログゲーム商品という形に到達したりもした。テレビを使い、場所からも道具からも解放されて同時性だけを持った大規模なものが行われたりもした。

それらはあまりに多様に発展していくゲーム群であり、総じて眺めてしまうとやはりほとんど共通項を見出だせないまでに拡散してしまっている。だがその根底には「見立てと見なしを物語（と実際に身体を動かす等の体験）で補強して、実世界にあるものをそのまま仮想のものに置き換えてしまう」という文学的でトリックめいた仕掛けがあるのではないだろうか。

その体験からもたらされる酩酊は、ビデオゲームでもたらされる異世界に触れた感触に通じるものがあると思う。そしてこれらは（人間の感覚器に情報を送り込むのではなく）人間の「知覚」あるいは「認識」に一足飛びに虚構を現実らしいものとして認識させる、人間の側の知性を頼りにした異種の VR 技術と見ることができるように思う。

広がりという点では謎解きゲーム群ほどのものは見せていないが、より高度で文芸的な潮流としては代替現実ゲーム（ARG）というものも存在する。現実に加えて様々なメディアを使って断片的な情報を提供したり、あるいは現実世界の活動に対してゲームルールを注入するという活動を通して、日常生活の一部をゲーム化する、というものである。より曖昧で把握の難しい概念だが、これも人間の知性を頼りにした、異種の仮想現実技術だと捉えることは可能だろう。

ゲームに求められているのは優れた技術の博覧会ではない。真に求められているのは面白い体験を得ることだ。技術で「実物」を見せてしまうことは直接的で明快なアプローチだが、プレイヤーは人間であり、人間には想像力というものがある。そして、人間の想像力をかきたてるために使える手法は多くある。

○視覚だけが VR/AR ではない

そうした応用のひとつとして、非閉塞型のイヤホン——環境の音とイヤホンからの音を両立させられる商品 (ambie) を使った AR 技術の実験例の話をしよう。そうした実験作が何例か登場しはじめている。

視覚で環境と仮想とを重ね合わせるには技術的な課題がまだまだ大きい。HUD 等を使った視界への情報重ね合わせは最新鋭の戦闘機では実用されている。また、やや高級な車のナビゲーション情報をフロントガラスに投影する技術も実用はされて、今後普及が進んでいくことが期待されている分野である。しかし (google glass のような) ウェアラブルの透過型視覚投影デバイスはまだまだ試作レベルのデバイスに留まっているのが現状だ。

常時身につける装置を使って視界に情報を投影する——視覚に情報を合成することは、安全に関わる問題を引き起こしやすいであろうことは容易に想像できるだろう。ハードウェア的には作成可能だが、現実のフィールドに持ち出して実用には課題が大きい、というのが視覚投影デバイスの抱える難点だ。

車の運転や飛行機の操縦など、最優先で行うべき行為が明確で、目線が向くべき先も明快な状況であれば問題は少ない。むしろ、目線に近い適切な位置に補助情報を投影することは、むしろ安全性を高める上で有用だろう。

運転席なり、操縦席なりは、役割の限定された場所だ。その場所に着座した人間が行

うことは、明快に定まっている。だから、情報の投影と安全の確保を両立できる設計が成り立ちうる。だが、ウェアラブルの透過型視覚投影デバイスは、それ単体では使われる状況を限定できない。身につけて投影された情報を見る人間が、立っているのか、座っているのか、歩いているのか、そのとき何をやっているかということ、透過型視覚投影デバイスだけでは判断することができない。だから「その場その状況」に合わせた「安全な情報提供」もまた定義できない。

これは結局のところ歩きスマホと同じような問題なので、マナーの普及や扱う人間の慣れで克服できる話なのかもしれない。しかし、人間が行動をするときにどうしても依存しがちな視覚に別の情報を、常時なり機械の側のタイミングなりで割り込ませるのは想像以上に安全を阻害する要因となりえる。

非閉塞型イヤホンは、そうした問題への画期的な解決になりうる存在だ。とはいえこの装置自体にできることは乏しい。その機構はとてもシンプルで、それゆえに、すぐにも実用段階に持っていける可能性が秘められている。

できることは、外界の音を塞がずに耳のすぐそばに音源を置き装着者だけが聞こえるように音を出す、というそれだけだ。しかし音源としてスマートフォンを使えば、音を出すタイミングは様々に制御可能となるわけだ。GPS の位置情報、Bluetooth の近接検知、カメラでの二次元バーコードや AR マーカーの検知、単純な時刻による制御、あるいはインターネット上のサーバを介した通知、など。まだまだ他にも様々な応用を増やせるだろう。それだけなら従来のイヤホンでももちろん可能ではあったが、非閉塞型イヤホンを前提とすることができれば「外界の音を塞がないまま」「身につけている個人にだけ」情報を伝えることができるようになる。

この方式は「何かを塞いでしまう」という VR/AR 技術の抱える（本質的かと思われていた）デメリットから限りなく自由である点が重要である。あるいは、こう言い換えてもいいだろう。外界と仮想世界との重ね合わせに、ほとんどコストを掛けずに自然に重ね合わせが発生し解決される、と。AR あるいは MR で困難な障壁となる部分が、「音声だけに絞る」という諦めさえ受け入れれば、ほとんど解決された状態で廉価に特殊な装置なく（開発費のことを考えなければ、イヤホン代の 5000 円程度）今実現するのだ。

重ね合わせをどう解決するかは装着者に委ねられる。そして複数の音から重要なも

のを聞き分けるというのは健常な人間であれば備えている能力だ^{*8}。今のところは謎解きゲームの応用系として、特定の敷地（遊園地等）内の臨時アトラクション的に運営されているケースが多そうだ。貸与したスマートフォンに専用のアプリが入っていて、それを持って敷地内を移動すると実行動作を伴うミッションあるいはパズルの出題が行われる…というように。フィールド型の（紙と読み替えベースの）同種のゲームと比べて、プレイヤー達の同期性や連動性という要素を持ち込めるのが大きな違いだ。今のところ協調ゲームとして設計されていることが多いが、陣取りや宝物の争奪など陣営競争戦に使うような応用も面白そうに思える。

○残余もしくは遺漏

時間と考察が足りずに本稿では措いた話題がいくつかある（むしろそちらこそ優先すべきというような話題も含まれる）。個人的興味の問題で話題が大いに AR/MR に偏ったという自覚もある。最後に思い付いた範囲でわずかばかりの言及だけをしておこう。

VR は家庭にはそんなに流行らずアトラクションとして使われるようになるのではという展望について。動画のネット配信があっても映画館がそれなりに生き残るような形で、VR テーマパークは一般化し永く残る存在になるかもしれない。とは言え 3D 映画が実はそんなに流行していない（一時に比べ下火となってきた）ことを参考にするなら将来が明るいという保証ができるものでもないが。

単純な身体代替がそれだけでコンテンツになるという可能性。人はかわいいアバターとかわいい音声変換を備えれば（仮想世界では）かわいい存在になることができ、少なくとも本人にとってはそれだけで十分なコンテンツになるということ。そして（代替された己のかわいさを自覚している「中の人」が）かわいい振る舞いをすることは観客にとってもコンテンツになるというあたりの話だ。

代替された身体を自ら見たり振る舞ったりすることで、知覚自体が補正されていくというような話。これはスポーツ選手等が起こすような身体感覚の変化・鋭敏化が高負荷なトレーニングを伴わなくても意識の変化だけで成し得るというような話ではなからうか。

^{*8} 無論だが、そこに困難を抱える障害者も存在するから「万人が使えるもの」では（当然）ない。

架空という境界が曖昧化することで、感覚がゲームを阻害してしまう問題。ホラーゲームを VR 化したら怖すぎて遊べなくなった、というような話のことだが、スクリーンやディスプレイといった区切りがあることが実はゲームを成立させていた、というようなジャンルは確かに存在するのだろう（プレイヤーの側の慣れの問題も大きいが）。

あるいは逆に、**VR** 化されることで現実がゲームのように知覚されてしまう問題。無人飛行機を遠隔で操縦している「中の人」は火器を人間に向けて発砲するときには現実よりも抵抗感を覚えない傾向がある、らしい。これが視覚由来の問題なのか、操作系由来の問題なのか、それとも人間がビデオゲームのような操作感自体に慣れていることによって生じている問題なのか、というようなところは深く考察されていくべきもんだいではないだろうか。

生活 AR-RPG のシンクロシティ

中田吉法

○この夏の高精度位置情報ゲーム

今年の6月にスクウェア・エニックス（開発コロプラ）より新作高精度位置情報ゲームドラゴンクエストウォーク（以下 DQW）が「β 版体験会」を実施し、今年内の正式配信も予告された。それと前後するような時期に、Niantic + WB Games San Francisco がハリーポッター魔法同盟*1(以下 HPUW) を5月頭からオーストラリア、6月下旬より英米にてリリースし、日本にも7月に入ってリリースが行われた。

高精度位置情報ゲームはポケモン Go の大成功を受けて何社かが取り組んでいる*2が、DQW は日本における、HPUW は世界市場におけるビッグタイトルとして期待が持たれている。

筆者は DQW については残念ながらβ 版体験会には参加できなかったのもメディア情報による知識しか持ち合わせていないのだが、伝え聞く（そして想像する）内容が正しいのであれば、どうやら DQW と HPUW は比較的似たデザインコンセプトを持っているのではないと思われる。実際のデザインは当然異なっており、それぞれに細かい所の味付けも違い、当然ながら別のゲームに仕上がっている。だから2つを同じものとして比較するのはナンセンスであるのだが、ポケモン Go という大成功したマスターデザインを受けてそれぞれに調理してきたゲームが（同じ高精度位置情報であるとは言え）プレイフィーリングの点でどうやら似通った部分を持つに至ったという点を興味深いと感じている。

DQW を未プレイの段階での話になってしまうので荒い議論（いわゆる「やらず語り」）になってしまうのはご容赦いただくとして、この2つのゲームの（想像される）類似したデザインコンセプトを読み解き、そこを軸に両者の違い、特にデザイン哲学の違いを考えてみたいと思う。

*1 原題 Harry Potter Wizards Unite

*2 いまのところ、どれも成功と言えるか微妙そうな結果に留まっている

○「自分のゲームフィールド」をデザインする

HPUW、それから DQW のゲームコンセプトとして通底していると感じるのは「自分の生活圏の範囲で、自分のゲームフィールドをデザインする」という指向が共通しているという点であろう。

それぞれのアプローチは異なる。HPUW は Niantic のゲームらしく (Ingerss のポータル由来の) ゲーム内スポット情報を使って世界中にあらかじめ 3 タイプ^{*3}のスポットを配置しておくという (ポケモン Go でも行われた) アプローチが取られた。

対して DQW ではフィールド上にあらかじめ準備されたスポット候補から、クエストに応じてどこかを目的として設定することで、その場所に自らスポットの属性を与えていくという手法が取られている^{*4}。一見近いほうが目的に近くて有利…のようにも思うが、移動距離に応じて報酬の量が増減するので一概にそうでもないようだ^{*5}。

特に何も考えていない (ように思われる) HPUW より、自らで自分の遊ぶゲームフィールドを設定していく DQW のアプローチの方がより面白みを感じるというのが正直なところだ。普通にプレイするのであれば、自ずとゲームが進むに従ってより遠くへ遠くへと進出していくことになるだろう。

フィールド上を移動すると DQW ではモンスターの、HPUW ではファウンダブル^{*6}のアイコンが表示され、これを (明示的に) タップすることでエンカウントが発生する。

DQW ではモンスターとの戦闘で経験値やゴールド等を集められる。HPUW ではファウンダブルを回収することでメインとなる「魔法使い XP」の他、数種類ある「系統 XP」のうちの回収したものに依りたいずれかも得ることができる。

このとき DQW ではメインクエストのために (選択して) 配置したスポットとの種類・距離が出現モンスターに関係してくるようである。この点は宝の地図を集めることで個人なりのゲームを楽しんでいた DQ9 から引用してきたような思想を感じる。ま

^{*3} 回復拠点となる「宿屋」、アイテム補給所となる「温室」、チャレンジ (バトル) を行うための「砦」の 3 種

^{*4} ただしすべてが選択によって設定されるわけではなく、回復スポットとなる「壺」については予め固定的に地図上に配置されている

^{*5} ただし基本的に序盤は近いほうが良い、とのこと

^{*6} 魔法界からの現実世界になんらかの事故で解き放たれてしまった物品や生物や人物など。これらを非魔法使いの目に触れぬよう秘密裏に回収する、というのが HPUW のメインストーリー

た、プレイを通じて生活圏の内外の場所を幾度も往復するように、すなわちゲームを通じて本人にとっての生活圏が広がり強化されるようなことを目指しているように思われる。

ただ、HPWU が移動を促さないかということそんなことはない。回復したり素材を集めるためにはスポットを巡回する必要があるので、ちゃんとゲームを続けるためには各自が（自分の生活圏で）効率のいい巡回ルートを設定する必要に迫られるはずだ。また、特定の種類のファウンダブルが出やすくなるエリアというものも用意されているので、そういうのを近所で探して把握しておくというのも将来的には大事になったりするかもしれない。

○ゆるい干渉で互いを知る

対する HPWU は、自分のフィールドを設定するような機能はなく、そのままでは生活圏を広げるような要素はない。しかしその代わりに、プレイヤー同士がゆるく干渉し合うような要素が（まだβ版でそのへんの実装がない DQW に比べ）既にくいつか用意されているのが特長になっている。

そのためゆるい干渉の拠点となるのが、「温室」と「砦」だ。

温室は魔法薬の調合のための素材を得るための拠点だ。訪れて（5分間隔で行える）採取をすればランダムで素材が手に入ると共に、「栽培」というもう少し長いスパンで特定の素材を入手する行動を取ることにもできる。栽培では温室に種を植える。種には種類ごとに生育時間*7が定められていて、その時間の経過したら温室の周囲のマップ上で1時間ほど（生育の終わった）素材が収穫できるようになる。ある温室に植えられる種はいちどきには1つで、しかも全プレイヤーで共有される。ただし植えられた種には（通りかかれば）誰でも魔法エネルギーで栄養を与えることができ、より多くのエネルギーを与えると収穫量が増える。足りない素材の種を翌日のために植えて、同じものが欲しい誰かが魔法エネルギーを投入してくれることを祈る、という行動を通じてゆるくお互いの存在を感じられる可能性がある。

砦でのチャレンジがもう一つの干渉要素だ。ここでは魔法生物や悪の魔法使い達との戦闘が行われる。このとき他人とタイミングが合えば、同じ部屋が立てられて複数人

*7 1時間、7時間、1日の3種

で共闘することができる*8。チャレンジでは部屋（アリーナ）が出来たら、各自がそこに出てくる敵を相手にするというスタイルになる。戦闘は基本的に1対1だが、戦闘スタイルとして機能しスキルツリーを伴う職業が3種存在し、それぞれ他プレイヤーに影響を及ぼせる戦略魔法なるスキルを有することができる。この戦略魔法を交えて互いの長所を活かし合いながら戦う戦闘は、単純だがやってみると存外面白い。オンラインRPGに比べればずっと簡易な協力戦闘だが、実際に現地に集まって見知らぬ人と互いの存在をゲーム画面だけを通じながら感じつつ遊ぶというのは中々得られない体験だ。あるいは、フレンド同士で示し合わせて同時プレイするときは、実際に集いながらパーティ戦闘ができるという楽しみを享受することができる。

○「一人で遊べ、世界を広げる」DQW、「コミュニティを信じる」HPWU

どちらもポケモンGoの影響は大きい。根底にはコレクションゲームという基盤があると思う。

その味付けをするときにDQWは「ドラクエらしさ」を「歩くゲーム」とどう結びつけるかという発想でデザインしていったように思う。モンスターのこころという強化要素、装備品による強化と従来のドラクエっぽい要素を盛り込んだ味付けは、高精度位置情報ゲームにしては濃い目である。また、日本のソーシャルゲームの習い性というべき課金ガチャでの装備入手要素が盛り込まれているのが幸と出るか不幸と出るかには注目したい。

対してHPWUは一見するとずっと薄味でぼんやりしたデザインをしている。それでもこれまでのNianticゲームにしては随分濃い目だが、杖やプロフィール等のカスタマイズ要素はゲーム的に全く意味がなく単なるフレーバーであるとか、課金要素も各種上限の拡張と配給アイテムの追加ぐらいだし、そもそも課金コインがデイリークエストで（少量だが）手に入る設計になっているので、工夫すれば無課金から少額の課金でもかなりしっかり遊ぶことができる。ただ、現時点でのエンドコンテンツとなる砦戦にはかなり力を入れたような気配がある。高精度位置情報ゲームらしくゲーム要素は控えめに、しかし（特に複数人で）戦った感をちゃんと出すために専心したのではないだろうか。

*8 両者がフレンドになっていれば、追加の経験値が得られたりもする

ただし DQW でも正式版公開後にレイド戦的な要素が追加されることが明らかになっている。個人のゲームとしてのフィールドテスト主体だったβ版に対して、どのぐらいまでプレイヤー同士の干渉要素を入れてくるのか、そのとき「個人ごとのマップを作る」というスタイルとどう調整をつけるのが楽しみだ。β版段階では存在しているだけでなんら機能していなかったフレンド要素もどのように扱われるだろうか。

Ingress; Nemesis: Myriad stats talk

中田吉法

先月末に行われた Ingress の大規模戦闘イベント、XM アノマリー Nemesis: Myriad のスコアについての解説です。

各都市の短評については先行して Web 上にて公開しています*¹ をご覧ください。なお、本稿についても後日 Web 上にて公開を予定しています。

ゲームは以下の 3 種の競技で構成されるルールで行われました：

シャード戦 (SB) 「シャード」と呼ばれるオブジェクト（ポータル間をリンクに沿って移動する）にできるだけ多く自陣営の「リサーチポータル」を通過させる

最長リンク経路 (LLP) 「スタートポータル」と呼ばれる起点から最大 8 本までのリンクを辿るより長い経路の構築を目指す

ユニークポータルハック (UPH) アノマリー開催中にできるだけ多くのゾーン内ポータルをハック*²する。

SB と LLP は 20 分毎に 9 回の計測で、そのうちの（陣営ごとの）最大値に応じてそれぞれのゲームで 100 点を配分。UPH だけはゲームの最後に 1 回だけ計測を行い、勝者が 40 点を総取りします。

本稿では各都市個別の説明が中心だった短評編よりもう少し全体的な目線でデータを読み、「全体のスコア変動傾向」「LLP にて各陣営の採ったアプローチ」の 2 つの観点で考察をしていきたいと思ひます。

		Shard+LLP Score								
都市	勝者	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Busan	ENL	180.76	<i>164.18</i>	164.18	167.51	167.51	167.51	167.51	167.51	167.51
Bandung	ENL	150.00	<i>95.30</i>	95.30	<i>94.91</i>	95.75	<i>90.99</i>	120.75	120.75	120.75
Helsinki	RES	124.36	<i>119.60</i>	<i>116.96</i>	139.82	146.01	146.01	146.01	146.01	146.01
Lyon	ENL	117.13	<i>79.63</i>	79.63	86.03	100.91	107.68	<i>95.06</i>	95.06	95.06
Kaunas	ENL	174.81	178.09	<i>161.42</i>	173.33	<i>147.79</i>	147.79	<i>143.39</i>	143.39	143.39
Madison	RES	100.00	106.04	139.70	<i>131.04</i>	<i>110.09</i>	110.09	110.09	116.54	116.54
Montreal	ENL	200.00	<i>187.50</i>	<i>146.75</i>	146.75	146.75	146.75	146.75	146.75	146.75
Brasilia	RES	118.04	<i>87.94</i>	87.94	87.94	87.94	87.94	<i>85.41</i>	83.58	83.58

○ part1 : スコア変動の傾向を見る

次頁に示した表は（各都市の勝利陣営の側から見た）シャード戦 +LLP のスコアについて、計測ごとの変動を見るためのものです。この表からスコア変動の傾向を追って、ゲームの流れの傾向を見ていきたいと思えます。

太字は直前の計測からスコアが向上したところ、斜体は直前からスコアが減少した（反撃を受けた）ところです。なお M1 については比較対象となる直前計測が存在しないので変動はしません。

M9 は全都市でスコア変動なし。これはちょっと面白い共通点です。また、マディソン以外の全都市で M1 では勝利陣営がリードしているというのも興味深い点ですね。

それから M2 では流石に全都市でスコアの変動があります。それも多くは減少方向の変化です。傾向が変わってくるのはその先になります。

スコア不動組

プサン、モントリオール、ブラジリアがスコアがほぼ変動しないグループです。これらの都市はいずれも

- ・ M2 までに LLP で勝利陣営が大きな LLP スコアを記録している
- ・ シャードでも序盤に採用もしくは準じるスコアを記録している

*1 <https://note.mu/ynakata/n/n17dfeccd03b5>

*2 ポータルからアイテムを取得する操作

という点が共通しています。

ただし、各都市のスコアの動き方・勝ち方は各様です。

プサンは M2 でいくらかの反撃を許していますが、その先は減少するような変動はなし。完全な完勝ペースでゲームを進めたと言えます。

モントリーオールは M3 までに大きくスコアを落としているのが特徴。M2 で RES のシャード初ゴール、M3 で RES の LLP 初スコアを記録したのが原因です。ただしそこから先は完全な不動。開幕時の完封が流石に崩されたということですね（そもそも M1 の 200 点が出来過ぎということですが）。

ブラジリアは SB+LLP の範囲では（勝利陣営側が）劣勢である点が特徴です。前回記事で示した LLP スコアの内訳を追っていくと、終盤は ENL の LLP がほぼ野放しにされている様子が見えてきます。「盤上」のスコアを気にせず UPH に専念したことが結果として RES に勝利をもたらしたということなのかもしれません。

逆に序盤で大きな LLP スコアを記録しながらこのグループにはっていないのはカウナスなのですが、これは LLP で勝利級のスコアを記録した ENL が次にシャード戦に集中しはじめ M5 までスコアを更新し続けたこと、そして ENL がシャードに集中した余波なのか、RES には LLP でたびたび更新を許していたこと、の 2 つが重なって、終始スコアが変動し続けるようなゲームとなったものです。

スコア変動組

残るバンドン、ヘルシンキ、リヨン、カウナス、マディソンは少なくとも M5 まで、大半は M7-8 までスコアが動き続けるゲームでした。

ヘルシンキ RES のスコアからは、彼らが時間帯でやることを切り替える作戦を採っていた可能性が読み取れます。M1-3 は LLP, M4-M5 はシャード、そして M6 以降は徹底した敵の得点妨害です。ヘルシンキ RES がゲーム中最大のスコアを記録したのは M5 で、これは Myriad シリーズの勝利陣営中で最も遅いタイミングで、かつそのまま勝利した唯一のケースです。

他は序盤（ほとんどは M1）に記録して、そこから少なからず得点を削られながら安定していくという展開ですから、ヘルシンキのこの動きは特色があると言えそうです。

先程とりあげたカウナスも実はヘルシンキに近いケースかもしれません。ただ、カウナスでの ENL は序盤からシャード戦でもそれなりのスコアを記録しており、ヘルシンキ RES ほどの明確な切り替えではなく、軸足を移したぐらいの変化に留まっているようにも思えます。

バンドン、リオンは乱高下するタイプの変動で、いずれの都市でも序盤に相手が優位を得た競技に対し、互いに敵のリードを切り崩しに行った結果スコア更新が頻発するという流れをしています。正しく接戦と言える展開でしょう。

マディソンも互いに切り崩しに言っているという点も含めて乱高下タイプと言ってよい、と思うのですがその極端さと切り崩せていない感じで少し毛色が違います。むしろ完全に戦略を棲み分けた上で、互いに UPH で勝負を決めに行った、というような気配すら感じるところです。

○ part2 : LLP の目安

プサン M1-2 の ENL の LLP スコア (68.8km → 87.49km) はシリーズ全都市中最大です。これはゾーン全体を貫く作戦がないと成立しない数字です。それだけロングリンクに集中するとシャードの方がおろそかになるのでは…と思うかもしれませんが、プサン ENL はシャードでも M1 で高目のスコアを記録しており、M1 の 8 ゴールは M4 の 10 ゴールに次ぐ数字でした。

計算上は約 2.43km のリンク 8 本でこの数字に達しますが、このうちスタートポータルから出る最初の 1-2 本には長さを期待できません。だいたいリンク 6 本でこの距離を叩き出すと考えると、平均距離は 2.65km ほどが必要です。プサンのアノマリーゾーンが東西には 1.7km 南北に 4.3km ほどの細長い形だったことを考えると「エリアを大きく南北に使い 6-7 本のリンクを張り、そこにスタートポータルをつないだ」結果がこの数字ということになります。

とは言え各都市ではアノマリーゾーンのサイズが違いますから、単純に原スコアを比較しても優劣を決められるわけではありません。そこで各都市での傾向を数値的に見てみるために、「LLP 対エリア比」という考え方で LLP の原スコアの傾向を眺めてみました。

GameDeep

都市	陣営	LLP		エリアサイズ	平均リンク 推定長	推定平均長 /エリアサイズ
		最大長	得点			
Busan	ENL	87.49	84.18	4.34	2.43	56%
Busan	RES	16.44	15.82	4.34	0.46	11%
Bandung	ENL	37.95	62.42	3.50	1.05	30%
Bandung	RES	22.85	37.58	3.50	0.63	18%
Helsinki	ENL	9.26	18.28	2.30	0.26	11%
Helsinki	RES	41.40	81.72	2.30	1.15	50%
Lyon	ENL	20.53	51.06	2.41	0.57	24%
Lyon	RES	19.68	48.94	2.41	0.55	23%
Kaunas	ENL	36.50	64.82	3.53	1.01	29%
Kaunas	RES	19.81	35.18	3.53	0.55	16%
Madison	ENL	6.84	20.96	2.19	0.19	9%
Madison	RES	25.80	79.04	2.19	0.72	33%
Montreal	ENL	30.31	59.25	2.38	0.84	35%
Montreal	RES	20.85	40.75	2.38	0.58	24%
Brasilia	ENL	35.09	36.42	3.75	0.97	26%
Brasilia	RES	61.25	63.58	3.75	1.70	45%
				平均値	0.85	27%

エリアサイズを代表する値としては、アノマリーゾーンから取れる最大の直線距離を採用しました（表の「エリアサイズ」列）。

次に、各都市各陣営の最大 LLP 原スコアから「平均リンク推定長」を算出します。と言ってもとても単純な計算です。まず最大長は「リンク距離×何本目かによる補正係数(1-8)」の合計値で計算されるものなのです。どの都市も最大スコア時はリンク 8 本をつないだものと考え、本数による計数の影響を消すために単純に 36 (=1-8 の計数の合計値) で割っただけの数字です。実際は 1~2 本目は短く後の方は長く、となっていて思うのですが、傾向を見るだけならこのぐらいのざっくりした計算で良いと思います。

で、平均リンク推定長 ÷ エリアサイズ という大変安直な計算をした結果を%表記したものがこの項で見えていくべき数字ということになります。

全体作戦クラス

ブサン ENL(56%)、ヘルシンキ RES(50%)、ブラジリア RES(45%)、あたりが数字として大きい組に入るかと思えます。だいたいエリアサイズに対して 50% ぐらいの数字となるのが目安で、これらは事前計画に基づいた作戦プランに基づいて叩き出されたスコアである可能性が高いです。

エリアサイズはアノマリーゾーンで取れる最大の距離です。これに対して 50% の平均長を出すには、ゾーン長辺の 50-70% ほどを使ったリンクを 6-7 本繋げ、それを更にスタートポータルへと接続する必要があります。自ずと計画ラインの設定、事前の鍵堀り、邪魔なリンクの排除などが必要となってくるでしょう。

共通するのはいずれも序盤にこの高いスコアを出している点です。これはおそらく必然で、事前に計画した作戦リンクを実行しやすいのは開幕直後に限られるからです。以降の計測ではゲーム中に（特にシャード戦のために出される）リンクが邪魔になってきますから、理想的にリンク経路を構築するのは困難になっていくはずで

これら 3 都市のうちで少し毛色が違うのはブラジリア RES でしょうか。他の 2 都市（ブサン、ヘルシンキ）が圧殺と言ってもいいレベルで LLP を勝利しているのに対して、ブラジリアでは敵陣営 (ENL) も LLP でそれなりのスコアを出しています。ENL の出した 26% というのは全体の平均値にかなり近い値です。

考えられるのは、ブラジリアでは ENL もなんらかのプランを組んで LLP に挑んできたということでしょう。少なくとも RES の事前計画に干渉するような形で序盤に LLP を進めようとしていた可能性が高いです。ブラジリアで RES の LLP は M1 では封殺されたレベルのスコアに留まっています。RES が最大スコアを記録できたのは続く M2 においてです。ここから、ブラジリアでは開幕で両陣営が LLP にて衝突したこと、RES は開幕で失敗したが M2 で当初プランに近い形のリカバリーに成功した、という 2 点が推察できます。

もしここで挽回に失敗していた場合、スコアは UPH 逆転圏外となることも考えられ、おそらくはまったく違うゲーム展開になっていたことでしょう。

通常クラス

ここより下になると、同都市の敵陣営との数字がだんだん接近してきます。平均値(27%)の周辺となる30%台や20%台の数字をこの区分に入れるのが妥当でしょう。

平均リンク推定長が500m-1kmぐらい。エリア全体を使った特別な全体作戦は存在しないか、計画された長いリンクを1-3本程度絡めたぐらいの結果がこのクラスに分類されることになるのではないかと思います。記録タイミングはM2-M8までに分布しており、これといった傾向は見いだせません。

言い換えれば、事前の綿密な全体計画なしで当日の成り行き任せで到達できるのは対エリアサイズで35%ぐらいが限度だということです。

被封殺クラス

10%台やそれ以下になると、今度は各計測のLLPスコアに徐々に0(もしくは極めて近い値)しか獲得できていないケースが増えてきます。その中で特異的に1回だけ記録した高値が最終スコアになっている、そんな傾向が読み取れます。

これは(意図的か結果的にかは判然としませんが)敵陣営による妨害もしくはエリア全体の支配を通じた封殺が行われた、結果として大半の計測でまともなLLPスコアが記録できない状態に陥っていたのだと考えるべきでしょう。

プサン、ヘルシンキでは敵が終始高いLLPスコアを出していることから、ゾーン全域が敵に支配されたメッシュ状態になっていたのではないかと思います。

カウナスはおそらくENLが意識的にRESスタートポータルの破壊を指向していたのではないかと思います。一方マディソンENLについては単にまともにリンクが伸ばせない程度に力負けていたのではないかと推察できるような数字が並んでいます。

どんなに封殺しようとしても、9回ある計測のうちで1-2回は綻びが出るもので、そのときエリアサイズに対して10-15%ぐらいの数字は出せる、ということがこれらのスコアからは推察できます。

編集後記

GameDeep vol.36 をお送りします。

一応は予告どおりに AR/MR を（ネガティブ気味に）考えてみる話をお送りしました。あんまり ARっぽい話には踏み込めず（数年に 1 回やっている）少し形を変えたコントローラー話みたいな風情ではありますが。消化不良感があるので近いうち（と言っても 2-3 年のスパンになる気がしますが）にまた改めて挑みたいところです。

Ingress の大規模イベント解説記事は 7 月末のイベントの解説記事の先行公開という使い回し感あふれるやつです。他にも MtG のプロイベントでのイカサマ疑惑裁定問題とか、青ブタが完璧化されたに 90-00 年代多世界分岐ノベルゲーだった件とか GameDeepっぽいネタはいくつかあるのですが、これは余裕があったら GD#としてやるかもしれません（ただしこれを書いているのが既に発行の前日といういつもの地獄進行なんで出るかどうか不明）。

GameDeep vol.36

2019 年 8 月 9 日発行

編集・発行 GameDeep

<http://gamedeep.niu.ne.jp/>

e-mail: gamedeep@niu.ne.jp

代表 中田吉法

本誌の PDF 版を以下の URL から入手できます

<http://gamedeep.niu.ne.jp/pdf/36Tc2H1G/GameDeep36.pdf>