

DAOを用いた インディーゲームの製作工程 におけるタスク割当

大規模システム管理研究室 井上雄大

インディーゲームの説明

2

通常のゲーム開発

法人が大人数で開発

- **営利**を目的
- **安定志向**の開発
- 開発期間が固定

インディーゲーム開発

個人が少人数で開発

- **営利**が目的とは限らない
- **独創的**な開発
- 開発期間が可変

インディーゲームの市場規模

3

- 年間発売タイトル：約9,000タイトル(無料を除く)
- 平均販売価格：1278円
- 販売本数（中央値）：約1,900本
 - トップ5%のタイトルは**10万**本以上販売、トップ1%は**100万**本超
- 販売総額：約**4500億**（steam市場のみを参考他媒体含まず）

インディーゲームの開発長期化

4

- インディーゲームの開発は想定よりも長期化する。
 - 例) 1年の開発計画が6年かかる
 - 全体的に想定の開発期間の3倍以上かかるケースが多い
- ゲーム開発の長期化が開発コストの増大、開発者の脱退を招く
 - 人材不足と資本力不足に結び付く
 - 更に開発期間が長期化する→負のスパイラルを招く

インディーゲームプロデューサ問題

5

プロデューサ忌避問題

- インディーゲームではプロデューサが嫌われる
- 作らず、技術がない偏見
- プロデューサは非開発業務の多くを担う

タスクの肩代わり

タスクの分配

- プロデューサ業務を開発者が担う
- **開発者としてのスキルとプロデューサーのスキルは必ずしも一致しない**
- **非開発業務を適正度外視で分配**

インディーゲームプロデューサ問題

6

管理コストの増大を招く

プロデューサ忌避問題

- インディーゲームではプロデューサが嫌われる
- 作らず、技術がない偏見
- プロデューサは非開発業務の多くを担う

タスクの肩代わり

タスクの分配

- プロデューサ業務を開発者が担う
- 開発者としてのスキルとプロデューサーのスキルは必ずしも一致しない
- 非開発業務を適正度外視で分配

インディーゲームの課題

7

人材不足

- ・ 開発人材とスキルの多様化
- ・ インディーゲーム特有の組織形態
- ・ 非開発業務による開発コストの圧迫

資本金不足

- ・ ゲーム開発費の高騰
- ・ インディーゲームの不安定さ
- ・ 投資機関の不足

インディーゲームの課題

8

本研究の焦点

人材不足

- ・ 開発人材とスキルの多様化
- ・ インディーゲーム特有の組織形態
- ・ 非開発業務による開発コストの圧迫

資本金不足

- ・ ゲーム開発費の高騰
- ・ インディーゲームの不安定さ
- ・ 投資機関の不足

ゲーム制作での開発業務

9

開発業務

- 具体的なゲーム開発業務
 - コーディング
 - ゲームデザイン設計
 - ゲーム制作素材作成
 - 専門性を有する業務

非開発業務

- ゲーム開発業務以外の作業
 - 資金調達
 - プロジェクト管理
 - 広報
 - マーケティング
 - 専門性を有しない業務

開発者担当

開発業務

- 具体的なゲーム開発業務
 - コーディング
 - ゲームデザイン設計
 - ゲーム制作素材作成
 - 専門性を有する業務

プロデューサ担当

非開発業務

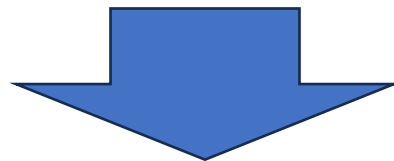
- ゲーム開発業務以外の作業
 - 資金調達
 - プロジェクト管理
 - 広報
 - マーケティング
 - 専門性を有しない業務

インディーゲーム開発とDAOの提案

11

不向きな人材が非開発業務に従事→人材が離脱、不足する要因

非開発業務のコスト⇒開発に悪影響



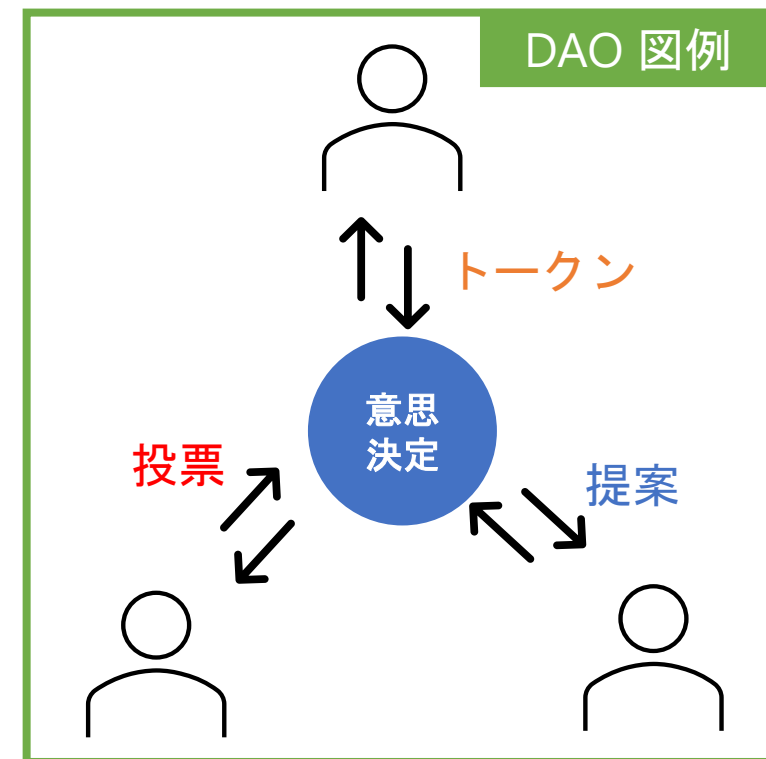
分散型自律組織(DAO)を用いてこれらの課題を解決する

分散型自律組織(DAO)の定義

12

DAOとは**分散型自律組織**(：Decentralized Autonomous Organization) の略称

- 特定の管理者を有さず参加者の総意に基づく意思決定を行う組織
 - ガバナンストークンを利用した投票によって意思決定を行う
- 投票履歴や内容はブロックチェーンに残るため不正を防げる
- ガバナンストークンを用いたトークン経済



投票による意思決定

- 公平性と透明性を担保
 - ガバナンストークンを用いるため
- ガバナンストークン
 - 投票に参加するためのトークン
 - 投票の履歴を残し改ざんできない

トークン経済での組織運営

- 中央集権ではない独自の組織運営
- ガバナンストークンを担保するための外部トークンの要求
 - 外部トークンによる資金調達
 - Ex)イーサリアムなど
- トークンを用いたインセンティブの設計

- ゲーム業界の関係者がプロジェクトを進めるためのDAO
- ゲームに関わる経済活動を分散的なシステム化
 - 参加者はゲーム開発者, プレイヤー, 投資家, eスポーツプロなど
- プロジェクトが思う通り進まない
 - 意思決定の遅延
 - 進捗の停滞
- プロジェクトの管理者不在が問題視される

インディーゲーム開発での効率的な人材配置

最適な人材配置による開発でDAOの価値を最大化

ソフトウェア開発の人材評価を応用したプロデューサ人材評価

プロデューサの適性に応じたプロデューサ選出方法

タスクの成功と失敗を通じて人材評価

ソフトウェア開発の人材評価を用いた個人能力評価 [1]

17

- 先行研究の取り組み
 - ソフトウェア開発プロジェクトでの個人の能力評価
 - 特に小規模アジャイル開発で定量的に個々のメンバー能力を評価
- 方法
 - 18のパラメータを用いて個々の開発者の能力を評価する
 - 各パラメータは、1から5までの値で評価され、また重要度に応じた重みがある
- 評価方法
 - 開発能力をPP「Personal Points」として数値化する
 - 合計値をPC「PERSONAL CAPABILITY」として表現

個人能力評価を更に分類する[2]

18

PP (personal points)とはエンジニアの能力を構成する18のパラメタ[1]

- 開発能力は単純に技術的な能力だけでなく社会的能力もある
- ゲーム開発におけるプロデューサの適正能力と近似する

エンジニアの能力は開発能力だけでない [2]

- 社会的能力, 技術的能力, 革新的能力などに分類できる
- 既存の研究では開発能力と包括されていたものを更に分類

ソフトウェア開発におけるエンジニアの能力¹⁹

パラメタ	説明	評価基準	重み	カテゴリ
作業経験 P ₁	類似業務での経験年数	1 年未満～7 年以上	8	社会的能力
技術の知識 P ₂	開発技術に対する理解度	非常に低い～非常に高い	10	社会的能力
学習能力と作業習慣 P ₃	新しい作業手順の習得と実行能力	非常に低い～非常に高い	10	社会的能力
自律性 P ₄	上司の指示なしで作業を遂行できる度合い	完全依存～完全独立	8	社会的能力
作業の複雑さ P ₅	仕事や手続きの複雑さ	単純～非常に複雑	8	社会的能力
仕事に対する姿勢 P ₆	プロジェクトへの関与度	非常に低い～非常に高い	5	社会的能力
集中力 P ₇	作業中の集中度	非常に低い～非常に高い	5	社会的能力
作業スキル P ₈	各作業種別に対するスキル	非常に低い～非常に高い	10	技術的能力
プロジェクト知識 P ₉	プロジェクト計画への理解度	非常に低い～非常に高い	8	技術的能力
プロダクト知識 P ₁₀	システム全体に対する知識	非常に低い～非常に高い	10	技術的能力
責任感と意思決定への影響 P ₁₁	プロジェクト目標に対する影響度	非常に低い～非常に高い	5	技術的能力
コミュニケーション能力 P ₁₂	工作中的コミュニケーションの頻度と質	非常に低い～非常に高い	5	技術的能力
敏捷性 P ₁₃	タスク遂行の迅速さ	非常に低い～非常に高い	8	技術的能力
バグ発生率 P ₁₄	開発中に発生するバグの数（負の評価）	非常に多い～非常に少ない	8	技術的能力
業界知識 P ₁₅	業界やビジネス領域の知識	非常に低い～非常に高い	10	技術的能力
開発中のテスト P ₁₆	開発中のテストに費やす労力	非常に少ない～最適	8	技術的能力
類似タスクの経験 P ₁₇	類似したタスクにおける経験	非常に少ない～非常に多い	10	技術的能力
指導の必要性 P ₁₈	日常的な指導や監督が必要な度合い（負の評価）	非常に多い～非常に少ない	8	技術的能力

個人能力評価を更に分類する

20

先行研究の開発能力と社会的能力の区分を用いてPPを再検討

```
graph TD; A[先行研究の開発能力と社会的能力の区分を用いてPPを再検討] --> B[技術的能力DPP (:Developer personal points)]; A --> C[社会的能力PPP (:Producer personal points)];
```

技術的能力**DPP** (:Developer personal points)

社会的能力**PPP** (:Producer personal points)

クラウドソーシングにおけるABTによる インセンティブメカニズム[3]

21

- クラウドワーカが自身の能力レベルを正直に報告
 - 報告された能力に基づいたチーム編成を行うABT(Ability-Balanced Team)
 - ABTに基づきインセンティブメカニズムを提案
- 能力と業務難易度の閾値に基づいたインセンティブメカニズム
 - スキルと仕事に対して閾値を設計しインセンティブを提案
 - 基本報酬とチームでのパフォーマンスを加えたインセンティブ
- 本論文での業務難易度を本論文に適用

- プロデューサ、デベロッパーのPPを更に細分化
 - PPPとDPPに分類
- DAO内での開発が進むごとにPPPが更新
- 高いプロデューサ適性を持つ人材を選出できる方法を提案

各参加者 i の N 人の参加者がゲーム制作に従事する

$$i \in N, N = \{1, \dots, N\}$$

各参加者 i はパラメタ $PPP_i^{(t)}$ と $DPP_i^{(t)}$ を持つ

ゲーム開発の時点をと置く

$$t \in \{0, \dots, T\}$$

- M をタスクの集合として定義すると各タスク m には難易度が存在する

$$m \in M, \alpha_m \in [\alpha^{\min}, \alpha^{\max}]$$

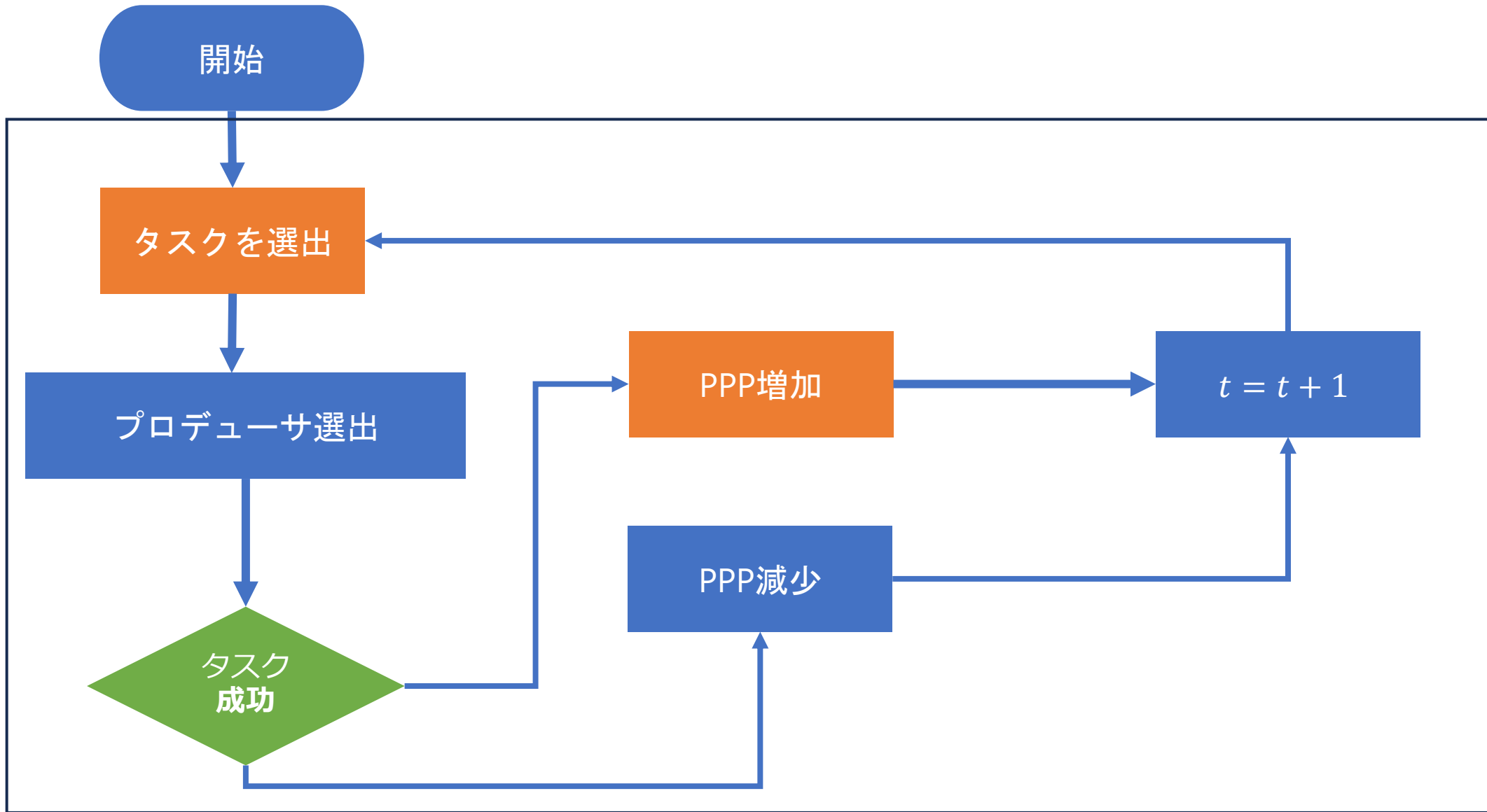
- またすべての時点 t においてパラメタの定義域も同様である

$$PPP_i^{(t)} \in [\alpha^{\min}, \alpha^{\max}]$$

$$DPP_i^{(t)} \in [\alpha^{\min}, \alpha^{\max}]$$

フローチャート(概要)

24



タスクが成功する時

$$PPP_i^{(t+1)} = \begin{cases} \min \left(PPP_i^{(t)} + \gamma, \alpha^{max} \right) & \text{if } \alpha_m \leq PPP_i^{(t)} \\ \min(PPP_i^{(t)} * (1 + \delta), \alpha^{max}) & \text{Otherwise} \end{cases}$$

タスクが失敗する時

$$PPP_i^{(t+1)} = \begin{cases} \min \left(PPP_i^{(t)} * (1 - \delta), \alpha^{min} \right) & \text{if } \alpha_m \leq PPP_i^{(t)} \\ \min(PPP_i^{(t)} - \gamma, \alpha^{min}) & \text{Otherwise} \end{cases}$$

- 能力適正最適化選出
 - タスクの難易度に応じて $PPP_i^{(t)}$ が適した参加者を選出
- 固定代表選出
 - 初期状態にて $PPP_i^{(0)}$ が最大の参加者を選出
- 適性最大化選出
 - 開発時点($0 \leq t \leq T$)毎にて $PPP_i^{(t)}$ が最大の参加者を選出
- ランダム選出
 - タスクの難易度に関係なく、参加者を無作為に選出

プロデューサ選出手法(能力適正最適化)

27

- $PPP_i^{(t)}$ と難易度(α_m)の差が小さい上位2名の参加者を選出

$$j = \underset{i \in N}{\operatorname{argmax}} |PPP_i^{(t)} - \alpha_m|$$

$$k = \underset{i \in N \setminus \{j\}}{\operatorname{argmax}} |PPP_i^{(t)} - \alpha_m|$$

次式より候補2名から参加者を選出

$$i^* = \begin{cases} j \text{ with probability } \frac{|PPP_j - \alpha_m|}{|PPP_j - \alpha_m| + |PPP_k - \alpha_m|} \\ k, \text{ Otherwise} \end{cases}$$

プロデューサ選出手法(他の選出方法)

28

- 固定代表選出では以下のように参加者を選出

$$i^* = \underset{i \in N}{\operatorname{argmax}} PPP_i^{(0)}$$

- 適性最大化選出では以下のように参加者を選出

$$i^* = \underset{i \in N}{\operatorname{argmax}} PPP_i^{(t)}$$

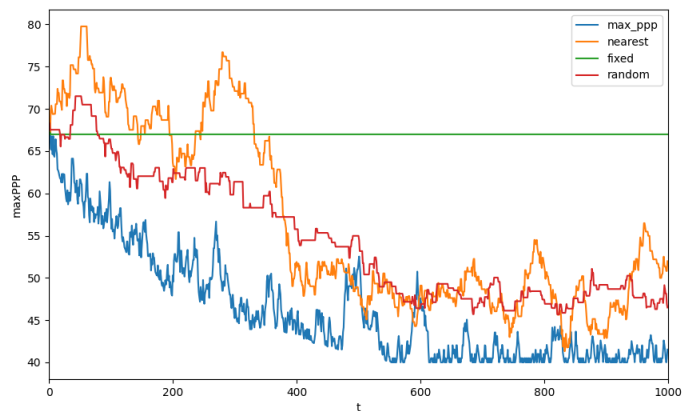
- ランダム選出では無作為に参加者を選出する

パラメータ	値	説明
N	15	ユーザ数
PPP_i	$40 \leq DPP_i \leq 150$	PPP
DPP_i	$40 \leq DPP_i \leq 150$	DPP
α_m	$40 \leq \alpha_m \leq 150$	タスクの難易度
M	15000	タスクの総数
T	1000	シミュレーション時間
γ	1	更新パラメータ
δ	0.05	更新パラメータ

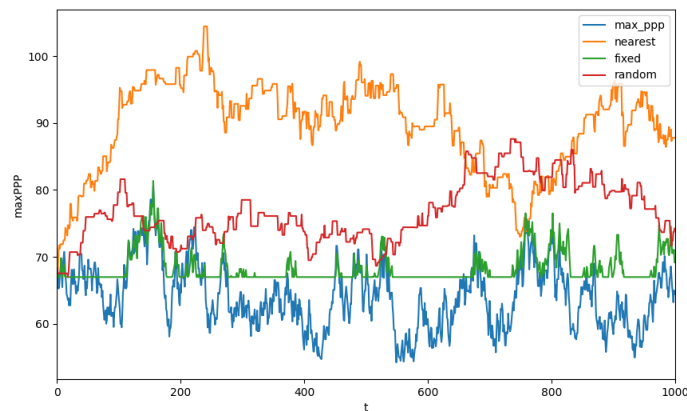
- プロデューサ適性の $PPP_i^{(0)}$ がT期間後に与える影響を分析
 - 初期値を3パターンに分類
- 低いプロデューサ能力の初期値 $PPP_i^{(t)} \in [40, 70]$
- 中程度のプロデューサ能力の初期値 $PPP_i^{(t)} \in [70, 100]$
- 高いプロデューサ能力の初期値 $PPP_i^{(t)} \in [100, 120]$

シミュレーション結果 $PPP_i^{(t)} \in [40,70]$

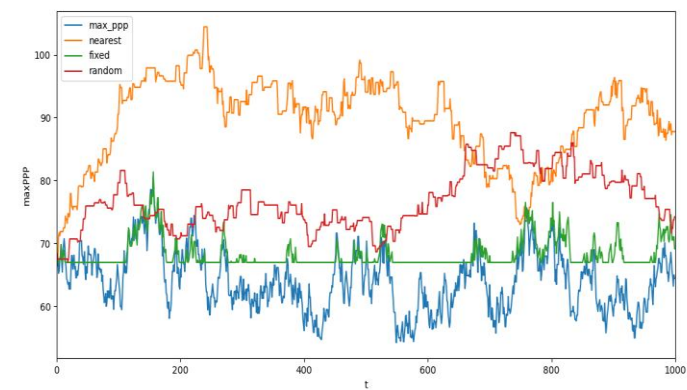
Prob0.3



Prob0.5

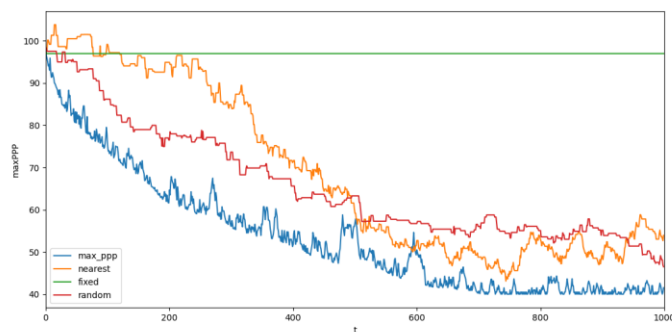


Prob0.7

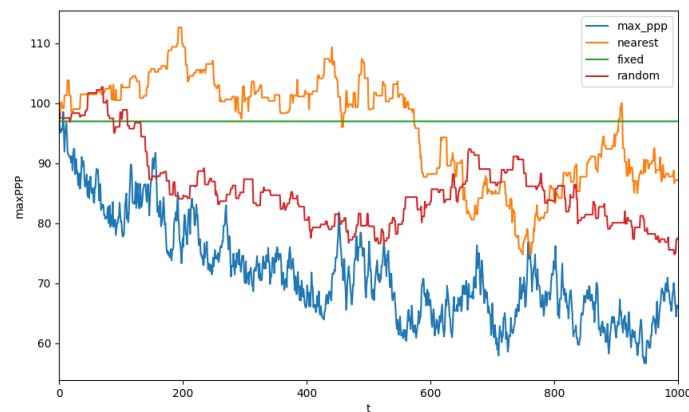


シミュレーション結果 $PPP_i^{(t)} \in [70, 100]$

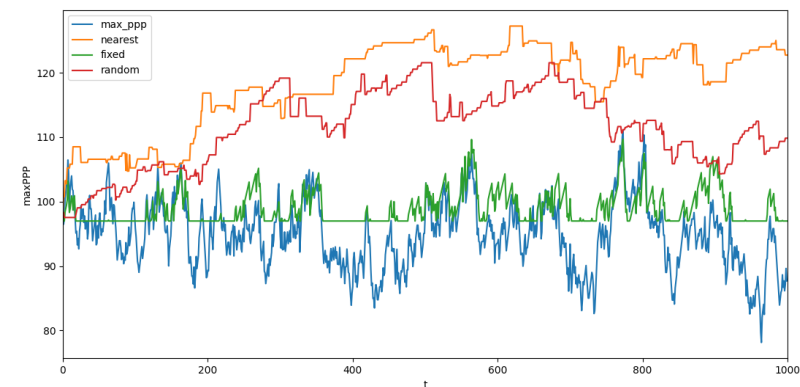
Prob0.3



Prob0.5

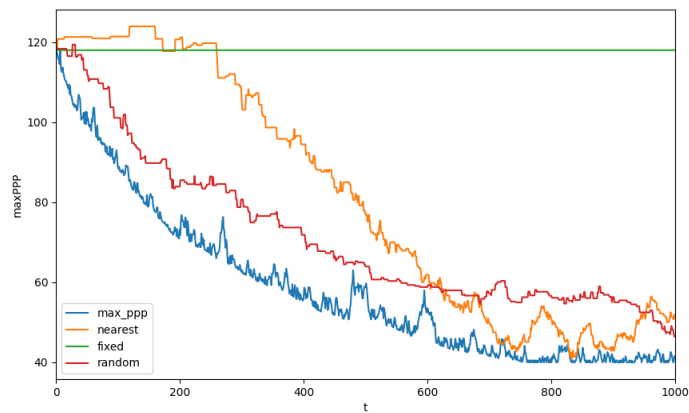


Prob0.7

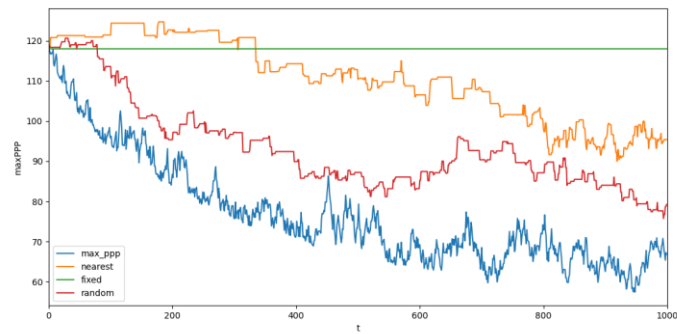


シミュレーション結果 $PPP_i^{(t)} \in [100, 120]$

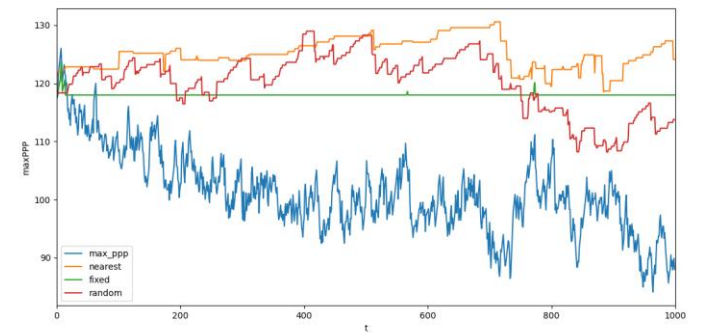
Prob0.3



Prob0.5



Prob0.7



- 最適な方法として能力適正最適化選出が良い結果を示した
 - 失敗時の影響が分散し、高い能力を持つと成功可能性が上がるため
- 固定代表者選出
 - 変動傾向がない
- 適性最大化選出
 - 失敗時の影響が大きい、特に $PPP_t^{(0)}$ が大きいときに顕著

- 結果
 - 本研究では、インディーゲームにおけるプロデューサの適性をタスクを割り当てる中で見出す選出法を検討した
 - その結果難易度に応じたタスクを割り当てる方法が最もプロデューサの適性が高い人材を見出すことが可能となった
- 課題点
 - 成功確率が低い場合の能力値への影響が大きい
 - 確率依存のモデルのため確率の最適化が求められる
 - インセンティブメカニズムの検討
 - DPPを用いた評価方式の検討など

- Hill-Whittall, Richard. *The indie game developer handbook*. CRC Press, 2015
- <https://automaton-media.com/articles/newsjp/20211022-179857/>
- <https://blog.gamedao.co/the-gamedao-pinky-paper-8dcda7f2e1ca>
- Whitson, J. R., Simon, B., & Parker, F. (2021). The Missing Producer: Rethinking indie cultural production in terms of entrepreneurship, relational labour, and sustainability. *European Journal of Cultural Studies*, 24(2), 606-627.
<https://doi.org/10.1177/1367549418810082>
- V. Buterin et al., "Ethereum white paper: A next generation smart contract & decentralized application platform", *First Version*, vol. 53, 2014, [online]
Available:https://cryptorating.eu/whitepapers/Ethereum/Ethereum_white_paper.pdf.
- S. Čelar, M. Turić and L. Vicković, "Method for personal capability assessment in agile teams using personal points," *2014 22nd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, 2014, pp. 1134-1137, doi: 10.1109/TELFOR.2014.7034607.
- F. Cunha *et al.* "Preliminary Results of Mapping Capabilities for Agile Software Team Formation", in *Anais do III Workshop Brasileiro de Engenharia de Software Inteligente*, Campo Grande/MS, 2023, pp. 13-18, doi: <https://doi.org/10.5753/ise.2023.235837>

補足資料

ソフトウェア開発におけるエンジニアの能力₃₈

パラメタ	説明	評価基準	重み	カテゴリ
作業経験 P ₁	類似業務での経験年数	1 年未満～7 年以上	8	社会的能力
技術の知識 P ₂	開発技術に対する理解度	非常に低い～非常に高い	10	社会的能力
学習能力と作業習慣 P ₃	新しい作業手順の習得と実行能力	非常に低い～非常に高い	10	社会的能力
自律性 P ₄	上司の指示なしで作業を遂行できる度合い	完全依存～完全独立	8	社会的能力
作業の複雑さ P ₅	仕事や手続きの複雑さ	単純～非常に複雑	8	社会的能力
仕事に対する姿勢 P ₆	プロジェクトへの関与度	非常に低い～非常に高い	5	社会的能力
集中力 P ₇	作業中の集中度	非常に低い～非常に高い	5	社会的能力
作業スキル P ₈	各作業種別に対するスキル	非常に低い～非常に高い	10	技術的能力
プロジェクト知識 P ₉	プロジェクト計画への理解度	非常に低い～非常に高い	8	技術的能力
プロダクト知識 P ₁₀	システム全体に対する知識	非常に低い～非常に高い	10	技術的能力
責任感と意思決定への影響 P ₁₁	プロジェクト目標に対する影響度	非常に低い～非常に高い	5	技術的能力
コミュニケーション能力 P ₁₂	工作中的コミュニケーションの頻度と質	非常に低い～非常に高い	5	技術的能力
敏捷性 P ₁₃	タスク遂行の迅速さ	非常に低い～非常に高い	8	技術的能力
バグ発生率 P ₁₄	開発中に発生するバグの数（負の評価）	非常に多い～非常に少ない	8	技術的能力
業界知識 P ₁₅	業界やビジネス領域の知識	非常に低い～非常に高い	10	技術的能力
開発中のテスト P ₁₆	開発中のテストに費やす労力	非常に少ない～最適	8	技術的能力
類似タスクの経験 P ₁₇	類似したタスクにおける経験	非常に少ない～非常に多い	10	技術的能力
指導の必要性 P ₁₈	日常的な指導や監督が必要な度合い（負の評価）	非常に多い～非常に少ない	8	技術的能力