



図 5 ランサーズのタスク画面

表 2 出題者の場合に取り手番 (各手番を選んだワーカー数)

100	20
80	24
70	56

表 3 回答者の場合に取り手番 (各手番を選んだワーカー数)

100 → 80 → 70	25
100 → 70 → 80	7
80 → 100 → 70	12
80 → 70 → 100	15
70 → 100 → 80	10
70 → 80 → 100	31

4. クラウドソーシングを用いた実験

本章では、クラウドソーシングを用いて、人々がこのゲームを実施するとき、実際にどのような戦略を取るのかを調べる実験を行った。

図 5 に示すように、まず具体的なゲームの流れを説明し、その後、出題者の場合に取り手番、回答者の場合に取り手番を選択させた。また、その手番を取った理由も答えさせた。本実験ではワーカーを 100 名集めた。ゲームの具体的な数値は、3 章で行った強化学習のインスタンスと同様に、 $\alpha_1 = 100$, $\alpha_2 = 80$, $\alpha_3 = 70$, $k = 30$ とした。

表 2 に、出題者の場合において各手番を何人のワーカーが選んだかを示す。表に示されるように、一番小さい値の 70 を選択したワーカーが最も多かった。選択した理由として、損失が最も小さいという理由が多かった。一方、100 を選んだ理由として、回答者が一番最初に最も大きい数字である 100 を選ばないと思ったからという回答が複数あった。

表 3 に、回答者の場合において各手番を何人のワーカーが選んだかの人数を示す。出題者の場合と異なり、回答者の立場となった場合、選択する手番に大きな偏りが生じなかった。特に、100 → 80 → 70 を選択したワーカーが 25 名もいたことは興味深い。なるべく高い報酬を得たいと考えるという理由が最も多かった。一方、31 名のワーカーが 70 → 80 → 100 を選んだ。その理由として、出題者はなるべく損失を少なくしたいと思うからという理由を記載したワーカーが複数存在した。

理由として、感情論を記載するワーカーも存在したが、出題者は損失を最小化したいとというような、論理的な考察を踏まえての回答が予想以上に多く存在した。

5. おわりに

本稿では、報酬と失敗コスト付きの新たな数当てゲームの提案を行った。さらに、同時手番ゲームとした場合の戦略の理論的解析、強化学習による均衡戦略の導出を行うと共に、クラウドソーシングを用いて、人々がこのゲームを行う際の戦略の分析を行った。

今後は、報酬と失敗コスト付きの数当てゲームを逐次手番ゲームとして行う際の戦略の分析を行う。さらに、人間がこのゲームを繰り返し実施する場合、どのような戦略を取るかの検証を行うと共に、理論的な解析との比較を行う。また、現在のゲームは未だ単純なゲームであるため、より複雑なゲームとして発展できないかについても検討を行う。

参考文献

- [1] Huang, L.-T. and Lin, S.-S.: Optimal Analyses for $3 \times n$ AB Games in the Worst Case, *Advances in Computer Games (ACG-09)*, pp. 170–181 (2009).
- [2] Jäger, G. and Peczarski, M.: The worst case number of questions in Generalized AB game with and without white-peg answers, *Discrete Applied Mathematics*, Vol. 184, pp. 20–31 (2015).
- [3] Knuth, D. E.: The Computer as Master Mind, *Recreational Mathematics*, Vol. 9, No. 1, pp. 1–6 (1976).
- [4] Littman, M. L.: Markov games as a framework for multi-agent reinforcement learning, *Proceedings of the 11th International Conference on International Conference on Machine Learning (ICML-94)*, pp. 170–181 (1994).
- [5] 篠田正人: $3 \times n$ AB game の最適戦略, *情報処理学会論文誌*, Vol. 53, No. 6, pp. 1602–1607 (2012).
- [6] 田中哲朗: 数当てゲーム MOO の最小質問戦略と最強戦略, pp. 202–209 (1996).