



の個体を使用しない場合は、トーナメント選択によって選択をする。

**3.4 交叉** 交叉は一様交叉を行う。

**3.5 突然変異** 本手法では、「生成マスク」の遺伝子の突然変異は 0 とそれ以外の生成確率が初期個体と同様になるように行う。

## 4. 詰将棋生成の実験

**4.1 パラメータ設定** 遺伝的アルゴリズムにおける各種パラメータを表1に示す。なお、第1世代では遺伝子の初期化の際に、ランダムに1か2を計10個発生させ残りは0とした。

表1 遺伝的アルゴリズムのパラメータ

	パラメータ
遺伝子長	245
個体数	200
世代数	100
選択方法	トーナメント選択
トーナメントサイズ	8
突然変異率	0.01
アーカイブ使用率	0.05

**4.2 初期局面** 比較手法[6]と同様に初期局面として1手詰めの普遍的な詰将棋を使用し、実験を行った。使用した局面は図2に示す。

**4.3 実験結果** 提案手法と比較手法、ランダム生成における、50世代目での平均評価値、最大評価値、および生成された詰将棋の最長手数を表2に示す。なお各値はシード値を変えて実験を行った3試行の平均値である。最終世代までの進化の様子を図4に示す。また、提案手法において、各試行で初期局面から生成された最長手数の詰将棋を図5~7に示す。

表2 実験結果

手法	平均評価値	最大評価値	最大詰手数
Random	0.27	24.33	14.33
比較手法	5.44	29.00	18.33
提案手法	23.07	34.33	<b>25.00</b>

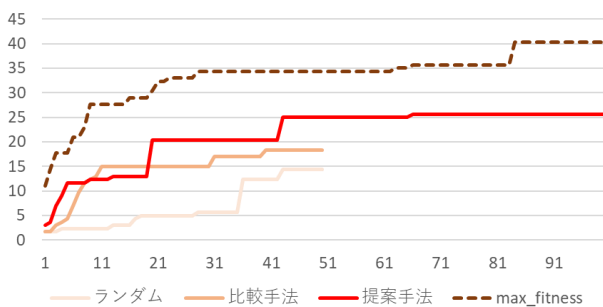


図3 評価値と最大詰手数の推移

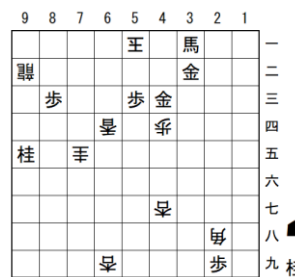


図5 生成局面1  
33手詰め

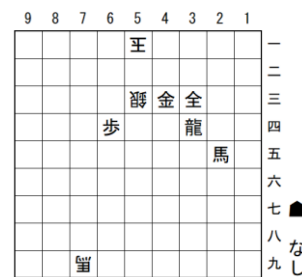


図6 生成局面2  
13手詰め

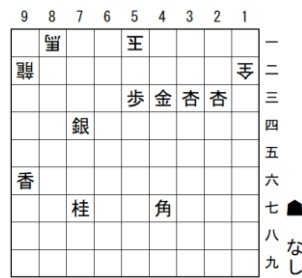


図7 生成局面3  
31手詰め

表2の結果から、提案手法が比較手法よりも長手数の詰将棋が生成できていることがわかる。提案した遺伝子型が有効に働いたと考えられる。

## 6. おわりに

本稿では、詰将棋の生成において既存手法[6]の遺伝子型および突然変異の方法を改良した提案し、実験によって最大で33手の詰将棋を生成し、手法の有効性を確認した。

今回は単純に手数の長い詰将棋を生成することを目的とした。今後は、長手数の詰将棋を生成だけでなく、人間にとって面白いと感じるような評価関数を作成し、面白い詰将棋を作成することを目指す。

## 参考文献

- [1] MCALEER, Stephen, et al. Solving the Rubik's Cube with Approximate Policy Iteration. The International Conference on Learning Representations 2019.
- [2] Iqbal, A. Improving automatic chess problem composition by emphasizing conventions. Journal of Fundamental and Applied Sciences, Vol.10, No.6S, p.1744-1756, 2018.
- [3] 石脇滉己, 荒川達也. 「一見良い手」を含めた初心者向け詰将棋解説文生成の提案, 研究報告ゲーム情報学 (GI) 2015.5, p.1-7, 2015.
- [4] 千葉景太. 強化学習を用いて人間の直感を再現した詰将棋解答AIの作成. ゲームプログラミングワークショップ 2018 論文集, p.133-136, 2018.
- [5] 広瀬正幸, 伊藤琢巳, and 松原仁. 逆算法による詰め将棋の自動創作. 人工知能学会誌, Vol.13, No.3, p.452-460, 1998.
- [6] 宗藤大貴, 長尾智晴. 進化計算法を用いた詰将棋の自動生成. ゲームプログラミングワークショップ 2018 論文集, p.1-6, 2019