

多人数ゲームにおける 交渉選択手法の提案

伊藤 義章

03-120394

東京大学工学部電子情報工学科

指導教員：近山 隆 教授・鶴岡 慶雅 准教授

2014年2月17日

交渉

■ 背景

- 現実社会において多種多様交渉
- 自分の利益の期待値を最大化



□ 自分が交渉を提案

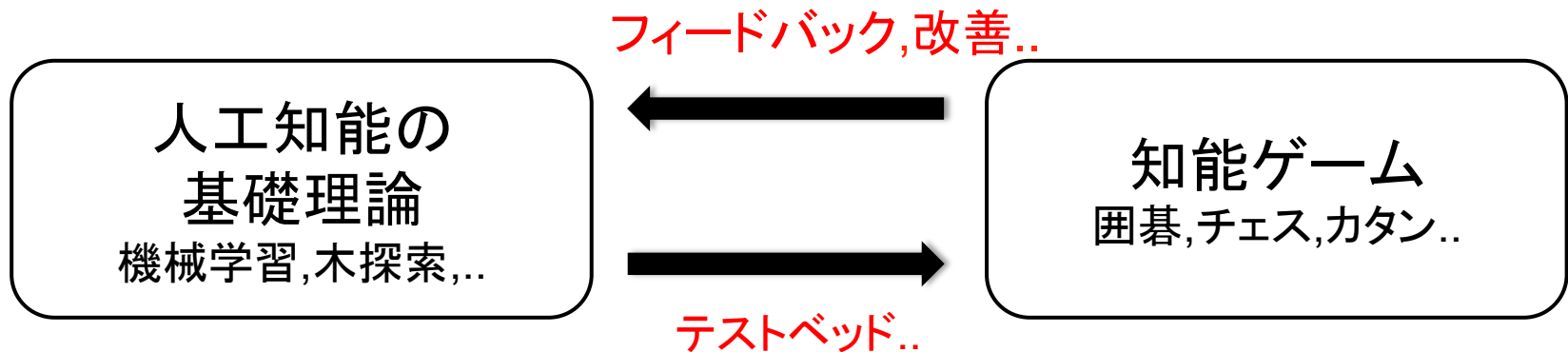
- 受諾された
 - 期待通りの利益を得る
- 拒否された
 - 機会損失
 - 別の交渉案であれば利益を得られたかも

交渉

■ 研究課題

- 利益を定量的に評価できない
- 期待値を最大化する交渉案の
選択手法が分からない
- 実世界のモデル化

実世界のモデル化



■ 知能ゲーム

- 実世界の重要な要素を抽出
- 方針がたてやすい (ルールによる知識制限)
- 結果が明確に分かる (勝敗)

実世界のモデル化：交渉の知能ゲーム

■ カタンの開拓者

- 実世界の要素を抽出
 - 多人数(4人)、不完全情報、非決定性
- 交渉がゲームの勝敗に重要な要素

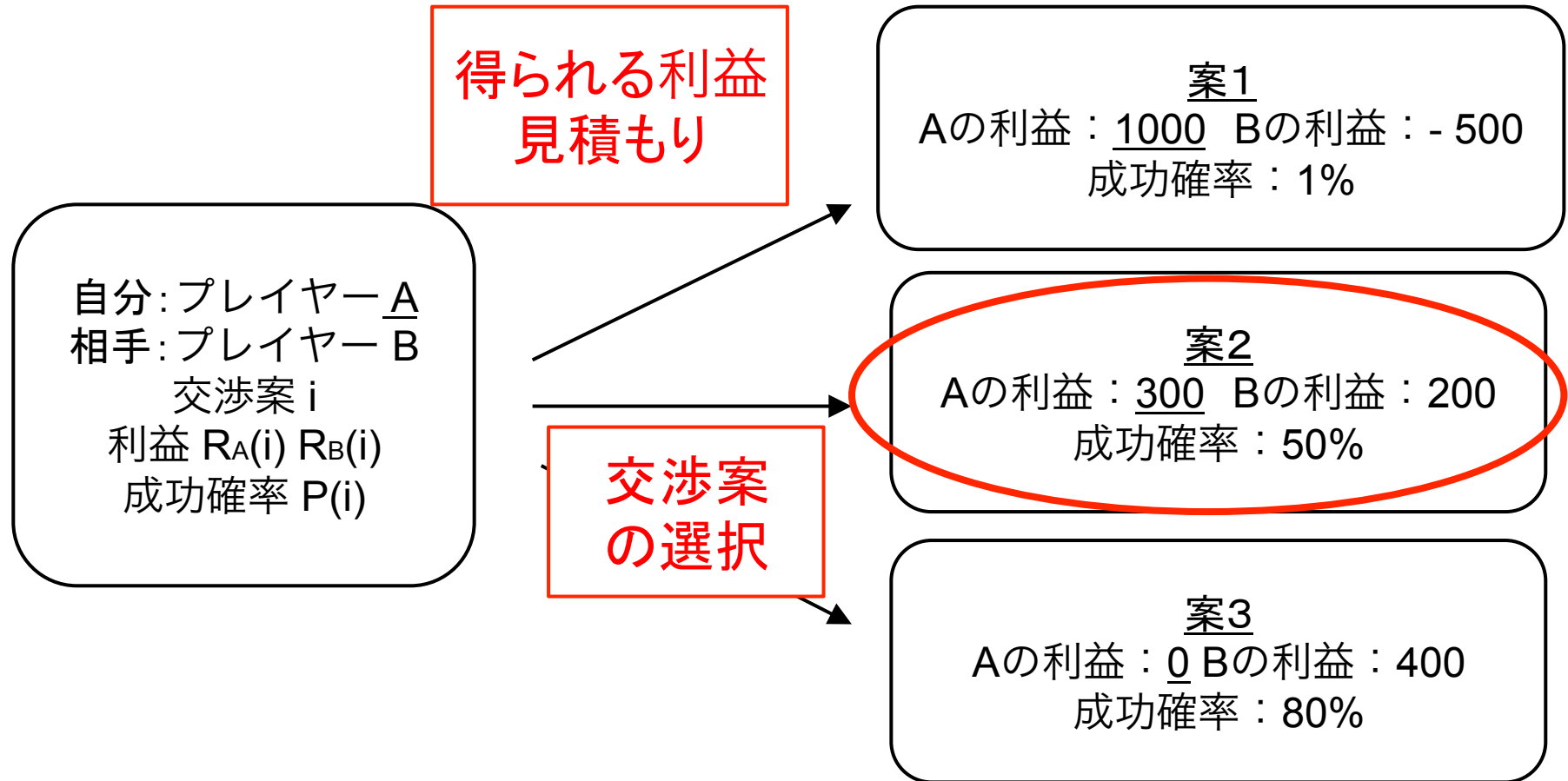
カタンの開拓者を
テストベッドに用いる



交渉

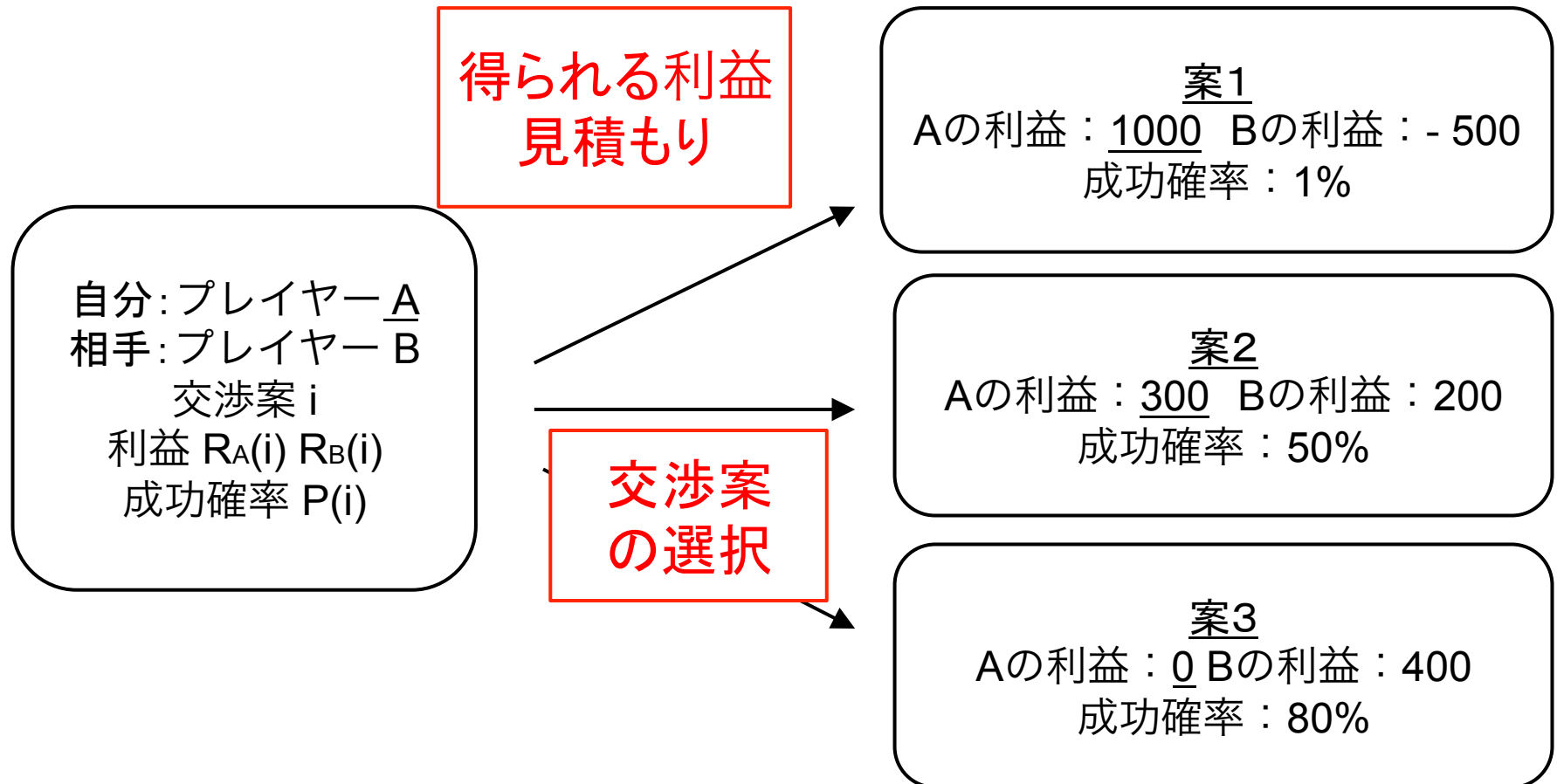
- 研究課題
 - 利益を定量的に評価できない
 - 期待値を最大化する交渉案の選択手法が分からない
 - 実世界のモデル化

研究目的



自分の利益の期待値を最大化する
交渉案の選択手法を得る

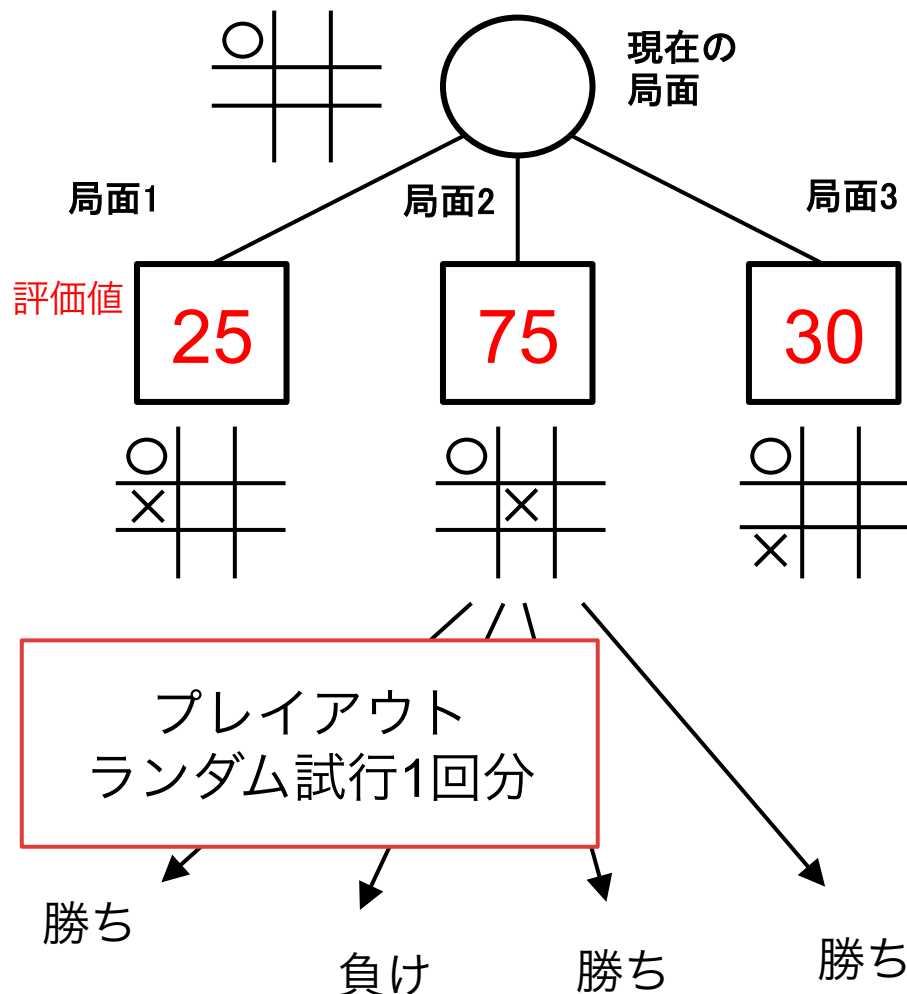
研究目的



- ① UCTアルゴリズムを利益計算に用いることを提案
- ② 交渉案の選択を行なう評価基準を提案

①提案：利益見積もり(UCTアルゴリズム_[L.Kocsis et al., 2006])

UCTアルゴリズムを利益計算に用いることを提案



<評価値の式>

$$UCB_i = \boxed{\overline{X}_i} + C \sqrt{\frac{\log N}{N_i}}$$

↓ ↓
勝率 不確かさ

\overline{X}_i : 平均勝率

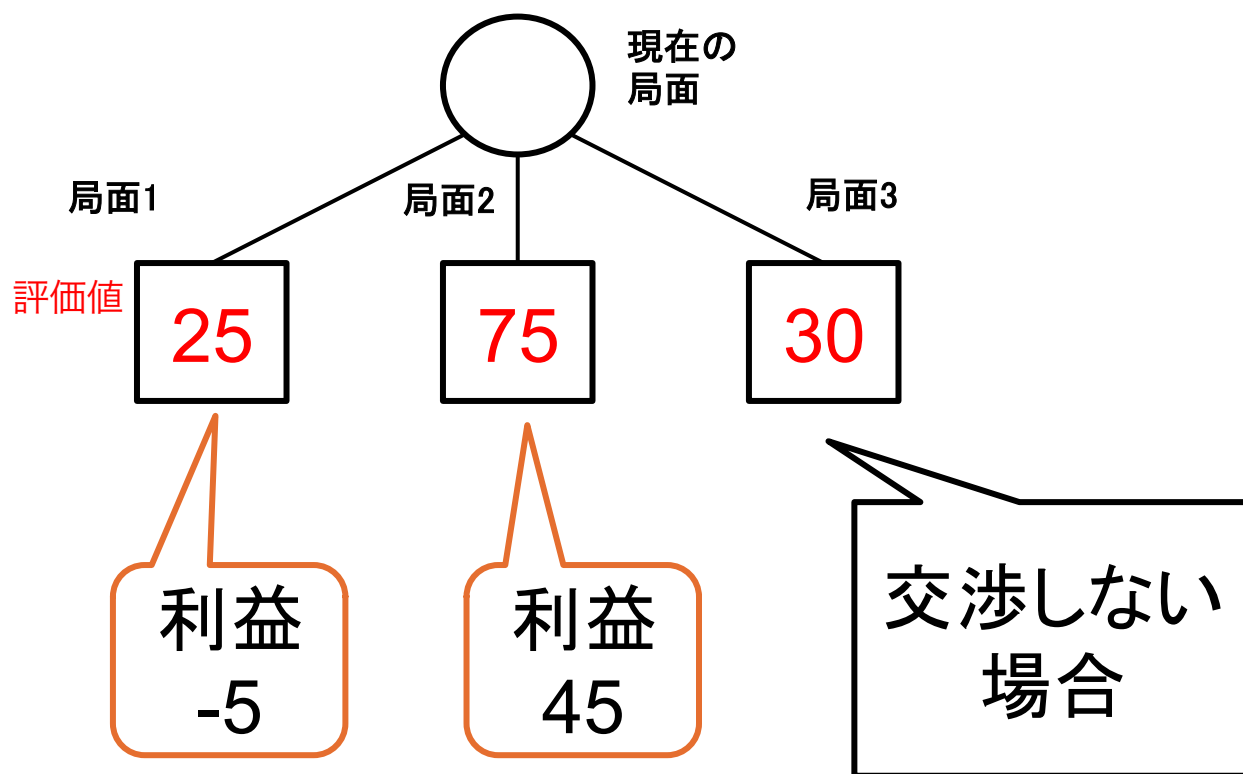
C : 定数

N_i : 着手 i が選ばれた回数

N : N_i の合計

①提案：利益見積もり(UCTアルゴリズム_[L.Kocsis et al., 2006])

UCTアルゴリズムを利益計算に用いることを提案



$$\begin{aligned} \text{(利益)} &= \text{(交渉を行なった場合の評価値)} \\ &\quad - \text{(交渉をしない場合の評価値)} \end{aligned}$$

②提案：交渉案の選択手法

交渉案の期待値を計算する複数の評価基準を提案

■ 評価関数

－ 交渉の評価基準を作成する重要な要素を検証

	自分の利益	相手の利益	補足
自己中心的交渉	最大化	考慮しない	ベースライン
利益優先交渉	最大化	プラスであればよい	—
受諾優先交渉	プラスであればよい	最大化	—
和交渉	プラスであればよい	考慮しない	自分の利益と相手の利益の和を最大化
積交渉	プラスであればよい	プラスであればよい	自分の利益と相手の利益の積を最大化

①実験設定:UCTアルゴリズムの利益見積もり

自分にとって有利な交渉案を提示出来ているか

■ 自分(1人)

○ 自己中心的プレイヤー

UCTで推定した最大の
利益を得る交渉案を提示

■ 対戦相手(3人)

○ 受諾プレイヤー

全く交渉を提示しない
全ての交渉を受諾

	自分の利益	相手の利益	補足
自己中心的交渉	最大化	考慮しない	ベースライン

※ 25%以上の勝率を期待する

①実験設定:UCTアルゴリズムの利益見積もり

自分にとって有利な交渉案を提示出来ているか

■ 自分(1人)

○ 自己中心的プレイヤー

UCTで推定した最大の
利益を得る交渉案を提示

■ 対戦相手(3人)

○ 受諾プレイヤー

全く交渉を提示しない
全ての交渉を受諾

○ ランダムプレイヤー

ランダムに交渉案を選択し提案
ランダムに受諾・拒否を選択

※ 25%以上の勝率を期待する

①実験設定:UCTアルゴリズムの利益見積もり

自分にとって有利な交渉案を提示出来ているか

■ 自分(1人)

- 自己中心的プレイヤー
UCTで推定した最大の利益を得る交渉案を提示
- ルールベースプレイヤー
ルールに基づいて推定した最大の利益を得る交渉案を提示

■ 対戦相手(3人)

- 受諾プレイヤー
全く交渉を提示しない
全ての交渉を受諾
- ランダムプレイヤー
ランダムに交渉案を選択し提案
ランダムに受諾・拒否を選択

※ 25%以上の勝率を期待する

①実験結果:UCTアルゴリズムの利益見積もり

■ 結果

(各4000戦)

	vs 受諾プレイヤー	vs ランダムプレイヤー
UCTプレイヤー (N=100)	23.6%	25.0%
ルールベース プレイヤー	42.1%	41.3%

UCTアルゴリズムの利益見積もりで有効性は示せなかった

②実験設定：交渉案の選択手法

■設定

- 各評価基準（1人） vs 自己中心的交渉（3人）
- 利益見積もり：全員同じルールで見積もる
- 受諾：自分の利益がプラスになれば受諾
- 提案：それぞれの評価基準で最大の期待値の交渉案

	自分の利益	相手の利益	補足
自己中心的交渉	最大化	考慮しない	ベースライン
利益優先交渉	最大化	プラスであればよい	—
受諾優先交渉	プラスであればよい	最大化	—
和交渉	プラスであればよい	考慮しない	自分の利益と相手の利益の和を最大化
積交渉	プラスであればよい	プラスであればよい	自分の利益と相手の利益の積を最大化

②実験結果：自己中心的交渉との対戦結果

(各4000戦)

	利益優先交渉	受諾優先交渉	和交渉	積交渉
勝率	32.4%	23.7%	30.4%	29.9%
提案成功率	100%	100%	82.3%	100%
受諾率	10.9%	10.9%	11.6%	10.9%

■ 検証

- 自分の利益を最大にしつつ
相手の利益をプラス域で最小にする
- 同じルール of 利益計算を行なっているため

②実験設定：交渉案の選択手法

■設定

- 各評価基準(1人) vs 自己中心的交渉(3人)
- 利益見積もり
 - 各評価基準：楽観的な見積もり
 - 自己中心的：そのまま
- 受諾：それぞれの評価基準でプラスなら受諾
- 提案：それぞれの評価基準で最大の期待値の交渉案

②実験結果：自己中心的交渉との対戦

* 楽観的な利益見積もりを行なう場合

(各4000戦)

	もともとの 利益優先交渉	楽観的な 利益優先交渉
勝率	32.4%	24.8% ↓
提案成功率	100%	90.4% ↓
受諾率	10.9%	26.4% ↑

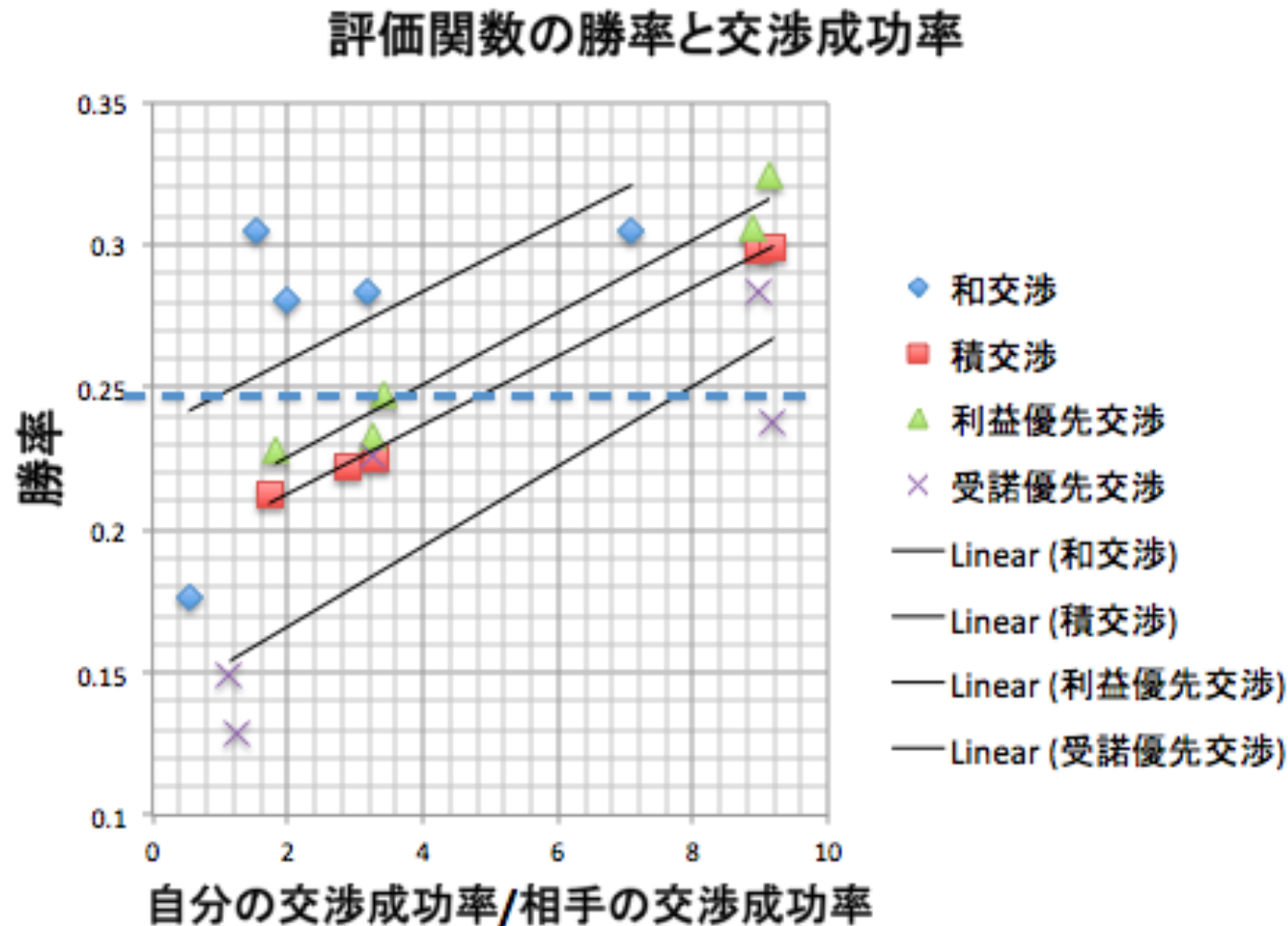
■ 検証

－ 相手の不利な交渉を受諾してしまう

→ “相手”の評価基準と”自分”の評価基準の違いにより自己中心的交渉の一部を誤って受諾

②検証：勝率と受諾率・提案成功率の関係性

- 「提案成功率」・「受諾率」と勝率に関係
- 「自分の得られる利益」と「相手に与える損益」を考慮



まとめ

■ 目的

「自分の利益の期待値を最大化する
交渉案の選択手法を得る」

■ 提案手法

- UCTアルゴリズムによる利益計算
- 交渉案の期待値を計算するいくつかの評価基準

■ 結果

- UCTアルゴリズムの利益見積もりにおいて有効性は示せなかった
- 評価基準作成には交渉成功率・受諾率
・ 自分の利益・相手の損益を考慮する必要がある

今後の課題

- UCTアルゴリズムの改善
 - プレイアウト回数
- 評価基準
 - 4要素を考慮した最適な関数の作成