

# サプライチェーンマネジメントのための 価格調整と資金管理のエージェント戦略

小森 一輝<sup>1,a)</sup> 藤田 桂英<sup>1,b)</sup>

**概要：**マルチエージェントシステムにおける競合の解消や協調関係の形成手段として自動交渉が注目されている。自動交渉の応用先の一つとしてサプライチェーンマネジメントが挙げられる。国際自動交渉エージェント競技会では、2019年からサプライチェーンマネジメントリーグ (SCML) が開催されている。本項では、SCML のためのエージェント M4 を提案する。M4 は、取引量に応じた価格調整、安定した資金管理、M4 同士での競合の回避といった機能を持つ。シミュレーション実験による SCML2020 の参加エージェントとの対戦や SCML2021 の結果から、提案エージェントの有効性を示す。

**キーワード：**自動交渉、並列交渉、ANAC、サプライチェーンマネジメント

## 1. はじめに

マルチエージェントシステムの研究において、エージェント同士の合意形成手段として自動交渉が注目されている [1]。特に、サプライチェーンマネジメントは期待される応用先の一つである。

国際自動交渉エージェント競技会 (International Automated Negotiating Agents Competition, ANAC) [2–8] では、2019年からサプライチェーンマネジメントリーグ (Supply Chain Management League, SCML) が開催され、プラットフォームとして NegMAS [9] が提供されている。

SCML の参加者は、一つの工場を経営するエージェントを作成する。作成されたエージェントによるサプライチェーンが形成され、交渉によって製品の取引を繰り返す。各エージェントはシミュレーション実行後の最終的な資産の増加量によって順位が決定される。

SCML には、環境の異なる三つのトラック (Standard Track, Collusion Track, OneShot Track) が用意されている。Standard Track では、環境内に同一のエージェントが存在しない。エージェント同士に協調関係はなく、すべてのエージェントと競合する環境となる。Collusion Track では、環境内に同一のエージェントが一つ以上存在する。同一のエージェント同士での協調が可能な環境となる。OneShot Track は、他の二つとサプライチェーンの構造や

ルールが大きく異なるため、本稿では、Standard Track と Collusion Track の二つを対象としてエージェントを提案する。

本稿では、Standard Track と Collusion Track のためのエージェント M4 を提案する。M4 は、Standard Track において取引量に応じた価格調整、安定した資金管理を行う。Collusion Track においては、M4 同士での価格調整による競合の回避を行う。競技会や過去のエージェントとのシミュレーション結果から、提案エージェントの有効性を示す。

## 2. 問題設定

ANAC の SCML における環境設定やルールの概要を示す。リーグ主催者の Y. Mohammad らの説明 [11] をまとめたものであり、詳細についてはそちらを参照されたい。

### 2.1 Standard Track と Collusion Track

Standard Track では、環境内に同一のエージェントが存在しない。したがって、エージェント同士に協調関係はなく、すべてのエージェントと競合する環境となる。一つの工場での経営能力を競うトラックである。

Collusion Track では、環境内に同一のエージェントが一つ以上存在する。同一のエージェントのインスタンス同士で自由に情報を共有し、協調できる環境となる。複数の工場連携した経営能力を競うトラックである。

<sup>1</sup> 東京農工大学  
Tokyo University of Agriculture and Technology

a) komori@katfuji.lab.tuat.ac.jp

b) katfuji@cc.tuat.ac.jp

## 2.2 シミュレーションの流れ

各エージェントが固有の予算を持った状態でシミュレーションを開始する。このとき、入荷物と出荷物の在庫はない。シミュレーションにおける一日の流れは次のようになっている。これを決められたシミュレーション日数だけ繰り返す。

### (1) 契約内容の交渉

前日の(4)交渉依頼で決定した交渉をすべて実行する。論点は単価、数量、納期の三つである。Alternating Offers Protocol [10]を用いる。

### (2) 契約への署名

(1) 契約内容の交渉での各合意案について署名をするかどうか選択する。両者が署名した合意案のみに効力がある。署名しないことによる罰則はない。

### (3) 契約の実行

期日となった契約が実行され、金と製品が移動する。買主の資金不足、売主の製品不足には罰則がある。

### (4) 交渉依頼

サプライチェーンの前後の層に位置するエージェントに対して交渉依頼を送れる。片方の依頼を他方が受諾すると、翌日に(1)契約内容の交渉が行われる。

### (5) 生産

各エージェントに固有の生産コストを支払うことで一つの入荷物から一つの出荷物を生産できる。一日に生産できる出荷物の量には上限がある。

## 2.3 サプライチェーンの構造

サプライチェーンは複数の層に分けられる。各層のエージェントは、一つ前の層から材料を入荷し、一つ後の層へ製品を出荷する。

最初と最後の層のエージェントは、環境側のシステムと契約することで原料の入荷、完成品の出荷を行う。システムから契約が提示され、自身が署名をしたら契約が成立し、署名しなければ契約は不成立になる。

## 2.4 公開情報と非公開情報

各エージェントがアクセスできる情報には次のようなものがある。

- 自身の所持金・在庫
- 自身の生産コスト
- シミュレーション日数
- 各製品の消費者・生産者リスト
- 各製品のカタログ価格(取引の目安となる価格)
- 契約違反者リスト
- 各工場の財務状況(残高、在庫、契約違反率など)

これに対し、当事者以外の取引内容や交渉記録はアクセスできない。他のエージェントの生産コストについても非公開である。ただし、Collusion Trackにおいては、同一の

エージェントの異なるインスタンス同士で任意の情報を共有できる。

なお、シミュレーション中の交渉履歴などは自由に記録できるが、シミュレーション間を跨いで情報を記録できない。

## 2.5 エージェントの評価

エージェントは、次のProfitによって評価される。ただし、 $F$ は同一のエージェントのインスタンスの集合、 $B_0$ は初期の所持金、 $B_N$ は終了時の所持金、 $I_N$ は終了時の在庫の価値である。 $\epsilon \in [0, 0.5]$ は一様分布に従って決定される定数である。

$$Profit = \frac{\sum_{f \in F} \{B_N(f) + \epsilon I_N(f) - B_0(f)\}}{\sum_{f \in F} B_0(f)}$$

競技会では、配置や日数などを変更したシミュレーションを複数回行い、エージェントごとのProfitの平均値によって順位を決定する。ただし、外れ値の対策として各エージェントの上位と下位の一部を除いた上で平均値が計算される。なお、競技会での表記に則り、本稿では算出された評価値を1,000倍したものを評価値として表記する。

## 3. M4: 価格調整と資金管理のエージェント戦略

本稿の提案エージェントM4の設計を戦略ごとに分けて示す。

### 3.1 交渉戦略

出荷、入荷についての交渉の効用関数 $U_{out}, U_{in}$ は、交渉の論点である単価、数量、納期をそれぞれ $p, q, t$ として次のように設定する。

$$U_{out}(p, q, t) = 10p + q + t$$

$$U_{in}(p, q, t) = -10p + q - t$$

単価の重みは、他の論点の10倍に設定されている。これは、買主と売主で単価の対立が明確な点を理由とする。数量と納期については、買主と売主で希望が似通っている場合が多く、交渉相手の希望に合わせても自身にとって大きな損失にならない。なお、 $U_{out}, U_{in}$ で単価と納期の重みの正負が異なる。出荷時は単価が高いほど、納期が遅いほど効用が大きくなる。これに対し、入荷時は単価が低いほど、納期が早いほど効用が大きくなる。この効用関数は、 $p, q, r$ の組み合わせの相対的な評価をするための関数であり、値が負になっても契約をしない方がよいことを示す意図はない。

### 3.2 署名戦略

本戦略によって、一日の入出荷物の総量の制御や資金管

理のための損失の制御を行う。  $i$  日目における署名の手順を販売契約と購入契約に分けて示す。

**販売契約** 販売契約の合意案  $(p, q, t)$  のリストを単位価格  $p$  について降順に並べる。リストの順に、次の条件を満たす場合は署名していく。

$$I_t^{out} \geq \sum_{k=t}^{n_{steps}} q_k^{out} + \sum_{k=t}^{S_t^{out}} q$$

$n_{steps}$  はシミュレーション日数、 $q_k^{out}$  は  $k$  日目に実行される出荷量を示す。  $(p, q, t) \in S_i^{out}$  は  $i$  日目に署名する販売契約の集合を示す。  $I_t^{out}$  は納期  $t$  において確実に所持している出荷物の在庫を示すが、最初の層では未来の入荷をすべて考慮して計算した値を用いる。これに対し他の層では、未来の入荷をすべて考慮しない値を用いる。これは、最初の層だけは他のエージェントではなくシステムと契約を結ぶことに起因する。他のエージェントとの契約では、相手の違反によって入荷物が届かなくなる可能性があるが、システムとの契約では、入荷物が届かない可能性はない。

この条件は、確実に所持している出荷物の在庫だけで、未来の出荷とその日に署名する契約の数量を確保することを示している。この戦略によって、出荷物の不足による販売契約の違反を起こさないエージェントとなる。

**購入契約** 販売契約の合意案  $(p, q, t)$  のリストを単位価格  $p$  について昇順に並べる。リストの順に、次のすべての条件を満たす場合は署名していく。

$$I_t^{in} + \sum_{k=t+1}^{n_{steps}} q_k^{in} + \sum_{k=t+1}^{S_t^{in}} q \leq (n_{steps} - t - 1)n_{lines} \quad (1)$$

$$\frac{1}{b_0} \left( b_i - b_0 - \sum_{k=t+1}^{S_t^{in}} q(p + c) \right) > -0.2 + 0.5 \frac{i}{n_{steps}} \quad (2)$$

$$t < 0.8n_{steps} \quad (3)$$

$q_k^{in}$  は、 $k$  日目に実行される入荷量、 $n_{lines}$  は一日に生産できる出荷物の量、 $c$  は生産コスト、 $b_i$  は  $i$  日目時点の予測される所持金である。予測される所持金とは、効力を持つ未来の入出荷契約に伴う所持金の増減をすべて考慮した値である。また、 $(p, q, t) \in S_i^{in}$  は  $i$  日目に署名する購入契約の集合を示す。

条件 (1) は、出荷物に変換できない量の入荷をしないことを示す。入荷物の状態で販売することはルール上不可能なため、出荷物に変換できない入荷物はシミュレーション終了まで残る。終了時の在庫の価値  $I_N$  は、 $\epsilon$  だけ割引されて評価されることから、在庫が残ることは不利なルールとなっている。したがって、この条件によって在庫が残りにくくすることで評価値が小さくなることを防ぐ効果がある。

条件 (2) は、損失の制御を行っている。左辺は、在庫価値を無視した現時点での自身の評価値を示している。右辺は、 $-0.2$  からシミュレーション日数に応じて単調増加し

ていく。シミュレーション開始時は自身の評価値が  $-0.2$  になるまで購入契約に署名し、自身の所持金の  $0.8$  倍を確保する。シミュレーション日数が増加すると確保する所持金の量が増えていく。この条件によって、 $M4$  の評価値は  $-0.2$  以上が保証される。

条件 (3) は、納期がシミュレーション日数の  $0.8$  倍以上である契約には署名しないことを示す。シミュレーションの終盤ほど販売できる日数が少なくなり、在庫として残る可能性が大きくなることを防ぐ目的がある。

### 3.3 交渉依頼

販売契約、購入契約に対して許容できる単位価格の条件をつける。前日の取引量に応じてこれを調整することで取引価格を調整する。

**販売契約** 販売契約では、 $i$  日目における許容できる最小の単位価格  $p_i^{acc}$  を次のように設定する。

$$p_0^{acc} = 1.1p_{out}^{catalog}$$

$$p_i^{acc} = \begin{cases} 1.1p_{i-1}^{acc} & \text{if } a_{i-1}^{out} > 0 \\ \max \left( 0.95p_{i-1}^{acc}, p_{out}^{catalog} \right) & \text{else if } i < 0.5n_{steps} \\ \max \left( 0.95p_{i-1}^{acc}, p_{in}^{catalog} + c \right) & \text{else if } i < 0.8n_{steps} \\ 0.9p_{i-1}^{acc} & \text{otherwise} \end{cases}$$

なお、 $p_{out}^{catalog}$  は出荷物のカタログ価格、 $p_{in}^{catalog}$  は入荷物のカタログ価格、 $a_{i-1}^{out}$  は  $i-1$  日目に結ばれた販売契約の数を示す。

前日に販売契約を結べた場合は、 $p_i^{acc}$  を大きくし、より高額での販売を目指す。前日に販売契約を結ばなかった場合は、 $p_i^{acc}$  を小さくし、値下げすることで販売契約を結びやすくする。ただし、 $0.5n_{steps}$  までは  $p_{out}^{catalog}$  未満にはならないようにする。同様に、 $0.8n_{steps}$  までは  $p_{in}^{catalog} + c$  未満にならないようにする。 $0.8n_{steps}$  以降は、 $p_{in}^{catalog} + c$  未満になる可能性がある。この場合は入荷と生産のコストよりも売上が小さくなり赤字になるが、在庫として残すよりも所持金に変換する方が評価が大きくなるため、下限を設けずに値下げする。

**購入契約** 購入契約では、 $i$  日目における許容できる最大の単位価格  $p_i^{acc}$  を次のように設定する。

$$p_0^{acc} = 0.9p_{in}^{catalog}$$

$$p_i^{acc} = \begin{cases} 0.9 \times p_{i-1}^{acc} & \text{if } a_{i-1}^{in} > 0 \\ \min \left( 1.05p_{i-1}^{acc}, p_{in}^{catalog} \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

なお、 $a_{i-1}^{in}$  は  $i-1$  日目に結ばれた購入契約の数を示す。

前日に購入契約を結べた場合は  $p_i^{acc}$  を小さくし、より低額での購入を目指す。前日に購入契約を結ばなかった場合は、 $p_i^{acc}$  を大きくし、高額での購入を許容することで購入契約を結びやすくする。ただし、 $p_{in}^{catalog}$  よりも大きくならないようにする。

### 3.4 生産戦略

終了時の在庫の価値  $I_N$  は、 $\epsilon$  だけ割引されて評価されることから、在庫をすべて販売することを目指す。入荷物の状態で販売することはルール上不可能なため、可能な限り出荷物に変換し、出荷できる可能性を高める必要がある。このことから、M4 は可能な限り多くの入荷物を生産によって出荷物に変換する。一日に生産できる量  $n_{lines}$  が決まっていることから、 $i$  日目に M4 が生産する量は  $\min(n_{lines}, I_i^{in})$  となる。

### 3.5 Collusion Track での戦略

Collusion Track においては、M4 のインスタンスが環境内に複数存在する。M4 は、全インスタンスで位置している層と生産コストを共有する。M4 のインスタンスが同じ層  $l$  に複数存在するとき、それらは購入時における受諾可能な単価を  $p_i^{accept} - (c - c_l^{min})$  とする。なお、 $c$  は自身の生産コスト、 $c_l^{min}$  は層  $l$  のインスタンスで最小の生産コストである。

この処理によって、生産コストの小さいインスタンスほど購入価格の設定が大きくなり、多くの入荷が期待できる。生産コストの大きいインスタンスは、購入価格の設定が小さくなり取引量は少なくなるが、少量の取引量で安定した利益を得ることが期待できる。同層のインスタンス同士で取引先を奪い合うことが減り、競合が回避できる。なお、これ以外の戦略は Standard Track と同様のものである。

## 4. 評価

### 4.1 SCML2020 エージェントとのシミュレーションにおける実験設定

ソースコードが公開されている SCML2020 のファイナリスト [7] に M4 を加えた環境で実験を行う。なお、環境やルールはすべて SCML2021 と同様のものとするが、SCML2020 と SCML2021 で大きなルール変更はない。

本実験では、シミュレーション日数は 100 日とする。3 種類の参加エージェントと主催者側に用意されたデフォルトのエージェントによる環境を作成し、全通りの組合せについてシミュレーションする。各組合せについて 10 回ずつシミュレーションを行い、工場数や配置、製造コストなどはシミュレーション毎に変更される。これらの実験設定は実際の競技会とは異なる可能性がある。

### 4.2 SCML2020 エージェントとのシミュレーションにおける実験結果

Standard Track, Collusion Track の結果を表 1, 表 2 に示す。結果から、いずれのトラックにおいても順位は 3 位であり、Collusion Track においては 2 位との差が 0.0001 であった。SCML2020 のファイナリストとの競争において上位に位置していることがわかる。

表 1 Standard Track での SCML2020 エージェントとの実験結果

Agent	Rank	Score
SteadyMgr	1	1060
MontyHall	2	859
<b>M4</b>	<b>3</b>	<b>747</b>
Merchant	4	715
MMM	5	547
BeerAgent	6	453
GreedyFactoryManager2	7	420
CrescentAgent	8	-132
SavingAgent	9	-1763
UnicornAgent	10	-2340

表 2 Collusion Track での SCML2020 エージェントとの実験結果

Agent	Rank	Score
Merchant	1	1796
SteadyMgr	2	1123
<b>M4</b>	<b>3</b>	<b>1122</b>
MMM	4	1070
CrescentAgent	5	-186

### 4.3 SCML2021 の結果

SCML では、競技会の本番前に非公式記録の Live Competition が定期的に行われている [12]。これは主催者側が運営しており、SCML2021 の参加エージェントとの競争結果が分かる。各トラックについて、競技会の本番直前に行われた最後の Live Competition の結果を表 3, 表 4 に示す。なお、本結果は Live Competition の実施前に提出されたエージェントによる結果であり、M4 以外のエージェントは競技会の本番とはバージョンが異なる場合や、競技会の本番では受理されていないエージェントが含まれている場合がある。

これらの Live Competition では、M4 の順位はどちらのトラックでも 2 位であった。表 3 から、Standard Track において評価値の最低値、Q1 が 2 番目に大きく、損失が少なくなるような資金管理が行われていることが分かる。また、表 3, 表 4 から、全体の平均値においては M4 が最も評価値が大きくなっているが、上位と下位を除いた平均をとる最終的な評価値では 2 位になることが分かる。最小値、最大値が 1 位のエージェントよりも大きいため、下位を除くことによる評価値の増加量が小さく、上位を除くことによる評価値の減少量が大きくなったことが原因として考えられる。

競技会の本番では、Standard Track にて 20 個のエージェントから、5 個のファイナリストの一つに M4 が選出された。また、Collusion Track にて受理された 9 個のエージェントから、4 個のファイナリストの一つに M4 が選出された。なお、2021/8/24 時点でファイナリスト間の順位は発表されていない。

表 3 Standard Track における 2021/7/29 の Live Competition (Tournament 623) の結果

Agent	Rank	Score	Min	Q1	Median	Q3	Max	Mean	Std.
CharliesAgent	1	929.71	-2,625	-307	56	2,191	6,879	930	1,859
<b>M4</b>	<b>2</b>	<b>604.24</b>	<b>-1,228</b>	<b>0</b>	<b>543</b>	<b>1,228</b>	<b>11,103</b>	<b>1,065</b>	<b>1,931</b>
ArtisanKangaroo	3	477.57	-3,880	63	584	1,163	21,630	887	2,205
SteadyMgr	4	239.98	-5,021	-296	220	1,058	10,035	360	1,631
PhonyTales	5	89.11	-4,580	-140	-3	742	11,259	619	2,183
Agent 30	7	-144.62	-1,085	-271	-73	20	1,130	-108	351
Mediocre	8	-251.09	-9,523	-29	110	559	10,056	84	1,999
PAIBIU	9	-368.00	-1,774	-414	-146	0	0	-368	565
BlueWolf	10	-626.98	-4,843	-1,248	0	75	8,787	-267	1,793
IyibiAgent	11	-769.89	-3,160	-1,224	-723	-211	1,573	-770	710
Esnaf-007	12	-812.62	-5,372	-1,167	-685	-201	5,589	-611	1,233
WTAgent	13	-838.53	-4,979	-1,555	-887	-21	12,057	-730	1,740
Sorcery Agent	14	-988.82	-41,187	-1,090	-219	56	6,634	-826	3,765
PrudentAgent	15	-1,053.89	-4,649	-1,654	-1,072	-143	7,000	-973	1,311
Agent Perry	16	-1,443.32	-28,826	-2,441	-1,115	84	17,729	-1,270	3,459
Agent 137	17	-1,764.12	-27,070	-1,817	-1,304	-829	373	-1,764	2,438
E3BIU	18	-2,029.85	-28,904	-2,786	-1,441	-757	2,855	-2,030	2,776
PA	19	-2,441.75	-36,421	-2,699	-1,445	-658	5,485	-2,310	4,505
Perseverance	20	-2,476.96	-34,253	-3,482	-1,813	-1,077	0	-2,477	2,980
YIYAgent	21	-6,170.92	-31,290	-7,050	-3,765	-2,285	0	-6,171	6,381

表 4 Collusion Track における 2021/7/29 の Live Competition (Tournament 625) の結果

Agent	Rank	Score	Min	Q1	Median	Q3	Max	Mean	Std.
CharliesAgent	1	495.43	-2,306	133	408	1,397	2,615	495	1,461
<b>M4</b>	<b>2</b>	<b>418.19</b>	<b>-447</b>	<b>-305</b>	<b>154</b>	<b>1,706</b>	<b>6,803</b>	<b>1,057</b>	<b>2,141</b>
Merchant	3	224.90	-255	-6	2	435	989	225	382
ArtisanKangaroo	4	108.45	-994	-48	181	408	610	108	426
PAIBIU	6	-287.65	-811	-371	-272	0	0	-288	301
IyibiAgent	7	-564.18	-1,607	-768	-479	-305	125	-564	475
WTAgent	8	-666.85	-4,251	-1,618	-442	597	1,102	-667	1,535
Esnaf-007	9	-770.69	-2,421	-1,437	-495	122	5,521	-142	2,119
Mediocre	10	-848.92	-2,659	-1,426	-991	-94	1,438	-849	1,102
PrudentAgent	11	-973.10	-2,464	-1,610	-1,278	28	351	-973	916
Agent Perry	12	-1,009.42	-7,641	-1,631	-1,163	599	3,787	-1,009	2,801
BlueWolf	13	-1,242.64	-2,951	-1,472	-1,017	-542	0	-1,243	944
E3BIU	14	-1,446.84	-4,276	-1,967	-1,586	-844	1,398	-1,447	1,361
Agent 137	15	-1,484.29	-3,288	-1,700	-1,319	-905	-486	-1,484	800
Perseverance	16	-1,716.51	-3,146	-2,614	-1,717	-782	15	-1,717	1,051
PA	17	-2,015.10	-4,017	-3,326	-2,115	-917	326	-2,015	1,428
Sorcery Agent	18	-2,211.03	-5,201	-3,840	-1,634	-1,341	-334	-2,211	1,551
YIYAgent	19	-2,737.21	-3,953	-3,794	-2,786	-1,814	-1,377	-2,737	960

## 5. おわりに

本研究では、ANAC の SCML のためのエージェント M4 を提案した。本エージェントは取引量を考慮した価格調整や安定した資金管理、Collusion Track における M4 同士の競合の回避といった機能を持つ。SCML2020 のエージェントとの競争結果や SCML2021 の結果から、本エージェント戦略の有効性が示された。

販売契約の署名では、他のエージェントの契約違反に

よって予定通りに入荷されない可能性があることから、未来の入荷を全く考慮しない戦略をとった。エージェント毎の契約違反の可能性を数値化し、入荷量の期待値を算出することで未来の入荷を考慮する戦略が考えられる。これにより取引量を増加させ、評価値を大きくできる可能性がある。

また、Collusion Track は、M4 同士の競合を回避するだけの消極的な戦略であった。環境内のインスタンス同士で協調し、より直接的に利益を高める戦略を実装することで、Collusion Track での評価値を大きくできる。

## 参考文献

- [1] 産業競争力懇談会 COCN: 産業競争力懇談会 2017 年度プロジェクト最終報告 人工知能間の交渉・協調・連携, <http://www.cocn.jp/report/theme98-L.pdf>, (2018).
- [2] T. Baarslag, R. Aydogan, K. V. Hindriks, K. Fujita, T. Ito, C. Jonker: *The automated negotiating agents competition, 2010–2015*, AI Magazine, 36, 04, 115–118, (2015).
- [3] R. Aydogan, T. Baarslag, K. Fujita, K. Hindriks, T. Ito, C. Jonker: *The Seventh International Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2016)*, <http://web.tuat.ac.jp/~katfujii/ANAC2016/>, (2016).
- [4] R. Aydogan, T. Baarslag, K. Fujita, T. Ito, D. Jonge, C. Jonker, J. Mell: *The Eighth International Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2017)*, <http://web.tuat.ac.jp/~katfujii/ANAC2017/>, (2017).
- [5] R. Aydogan, T. Baarslag, K. Fujita, T. Ito, C. Jonker, D. Jonge, J. Mell: *The Ninth International Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2018)*, <http://web.tuat.ac.jp/~katfujii/ANAC2018/>, (2018).
- [6] R. Aydogan, T. Baarslag, K. Fujita, C. Jonker: *The Tenth International Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2019)*, <http://web.tuat.ac.jp/~katfujii/ANAC2019/>, (2019).
- [7] R. Aydogan, T. Baarslag, K. Fujita, C. Jonker: *The 11th Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2020)*, <http://web.tuat.ac.jp/~katfujii/ANAC2020/>, (2021).
- [8] R. Aydogan, T. Baarslag, K. Fujita, C. Jonker: *The 12th Automated Negotiating Agents Competition (ANAC2021)*, <http://web.tuat.ac.jp/~katfujii/ANAC2021/>, (2021).
- [9] Y. Mohammad, A. Greenwald, S. Nakadai: *Negmas: a platform for situated negotiations*, Twelfth International Workshop on Agent-Based Complex Automated Negotiations (ACAN2019) in Conjunction with IJCAI, (2019).
- [10] A. Rubinstein: *Perfect equilibrium in a bargaining model*, Econometrica: Journal of the Econometric Society, 97-109, (1982).
- [11] Y. Mohammed, E. A. Viqueira, A. Greenwald, K. Fujita, M. Klein, S. Morinaga, S. Nakadai: *Supply Chain Management League (std-collusion)*, <http://www.yasserm.com/scml/scml2021.pdf>, (2021).
- [12] Y. Mohammed, E. A. Viqueira, A. Greenwald, K. Fujita, M. Klein, S. Morinaga, S. Nakadai: *SCML 2021 League*, <https://scml.cs.brown.edu>, (2021).