3B1-01

# 対話ゲーム木のための非決定加算的信念強化
# Nondeterministic Additive Consolidation for Dialogue Game Tree

鈴木義崇[*1]
Yoshitaka Suzuki

[*1] 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology

In the presentation, we show an extension of additive consolidation, and apply it to legal argumentation. Originally, belief consolidation was a variation of belief revision. Belief revision is the study about how to change an agent's belief rationally, when new information arrives. Thus, additive consolidation was an operation, which added some information to incoherent belief and made the belief coherent. We consider legal argumentation as a dialogue game in which the players are the plaintiff and the defendant. Each of them additively consolidates a theory, developed by the opposite player, and constructs another coherent theory, which deduces the player's win. Such a game can be applied to Bench-Capon and Sartor's example.

## 1. はじめに

従来の法的論争(Legal Argumentation)の研究は[Prakken 96]に代表されるように，法を説明するためのルールの集合を，原告と被告の間の論争として非単調推論を用いて解釈するのが一般的であった．しかしながらどうやってルールの集合であるところの理論(Theory)を発展させていきながら論争を行なうかという研究は少ない．[Bench-Capon 03]では原告と被告が理論構築(Theory Construction)を通じて発展させた理論を交換しあう法的論争を行なうモデルを提案したが，数学的な形式化は行なわれていなかった．[Suzuki 05]は[Olsson 98]の信念強化(Belief Consolidation)という，[Alchourrón 85]の信念修正(Belief Revision)の変種を用いて理論構築を通じた法的論争を形式化した．この研究では特に[Olsson 98]の研究の中でも情報を削除するのではなく, 付加していくことによって, 整合性(Coherence)を満たしていない信念を整合化する加算的強化(Additive Consolidation)の研究を用いた.本論文の目的は[Suzuki 05]で提案された法的論争では原告と被告はそれぞれただ一つの理論しか構築できないという弱点を克服し，対話ゲームを木構造に拡張できることを示すところにある.

## 2. 例題

以下では特に[Bench-Capon 03]で議論されているアメリカにおける野生動物の捕獲に関する訴訟の判例を用いた例に基づく法的論争を形式化していく.

- 第一の例では原告は馬に乗って伝統的な手法で狐を刈ろうとしたところを被告が先に狐を殺し持ち去っていった．この例では原告に所有権が認められないために原告が敗訴している．(Pierson v Post)
- 第二の例では原告は自分が所有する小島にデコイを使ってアヒルをおびき寄せてから射撃することで生計を立てていたが，被告は銃でアヒルを威嚇して逃がしてしまった．この例では原告が勝訴している．(Keeble v Hickeringill)
- 第三の例では原告も被告も漁師であり，原告が魚を捕まえるための網を閉まっている合間を縫って被告が網を広げて魚を捕まえた．この例では原告が敗訴している．(Young v Hitchens)

連絡先：石川県能美市旭台１－１，安心電子社会研究センター，TEL 0761(51)1699 内線 1371，syoshita@jaist.ac.jp

例題は第一と第二の判例を前提として，第三の判例の前提が与えられたとき，原告と被告が論争を行なって最終的に被告が勝つことを説明することである．原告と被告は[Sartor 02]と同様に[Prakken 96]の非単調推論を用いるものとする．ここで各エージェントの使用する言語は，[Ashley 90]のように判例の要因(Factor)のみならず，判例が擁護しようとしている社会的な価値(Value)も対象とする．つまり言語の要素は以下のようになる.

要因(Factors)

- $\pi$Liv = 原告には生活がかかっている.
- $\pi$Land = 原告は土地を所有している.
- $\pi$Nposs = 原告はその動物を所有していない.
- $\delta$Liv = 被告には生活がかかっている.

結果(Outcomes)

- $\Pi$ = 原告が法的な保護を受ける.
- $\Delta$ = 被告が法的保護を受ける.

価値(Value)

- LLit = 訴訟を減らす.
- Mprod = 生産力を増やす.
- Msec = 所有権を保護する.

結合子(Connectives) $\Rightarrow$, $\succ$, $\triangleright$.

言語は以下のように構成される.

1. F が要因の空でない集合であり，x が結果である場合，そしてその場合に限り，F $\Rightarrow$ x はルール(rule)である.
2. $\rho_1$ と $\rho_2$ がルールである場合，そしてその場合に限り，$\rho_1 > \rho_2$ はルール選好(rule-preference)である.
3. $V_1$ と $V_2$ が価値の空でない集合である場合，そしてその場合に限り，$V_1 > V_2$ は価値選好(value-preference)である.
4. $\rho_1$ が規則であり， $V_1$ が価値の空でない集合である場合，そしてその場合に限り，$\rho \triangleright V$ は促進(promotion)である.
5. x が文(sentence)であるとは，x が要因，結果，ルール，ルール選好，価値選好，または促進である場合であり，そしてその場合に限る．言語(language)とは全ての文の集合である.

ここで[Prakken 96]に基づいて論理(つまり推論操作 Inf)を定義する. 文の集合 S が与えられて, その部分集合 $A \subseteq S$ が論証(argument)であるとは, 任意の規則 $F \Rightarrow x \in A$ について, $F \subseteq A$ である場合であり, そしてその場合に限る. A におけるルールの全ての帰結は論証 A の結論とみなすことができる. 二つの論証 $A_1$ と $A_2$ が与えられて, $A_1$ が $A_2$ の反論証(counterargument)であるとは, $A_1$ と $A_2$ の結論が矛盾する(つまりΠとΔがそれぞれの結論に含まれる)場合であり, そしてその場合に限られる. 論証 $A_1$とその反論証 $A_2$が与えられて, $A_1$が $A_2$を打ち負かす(defeat)とは任意の矛盾するルール$\rho_1 \in A_1$と $\rho_2 \in A_2$について, $\rho_2 > \rho_1 \notin A_2$である場合であり, そしてその場合に限る. $A_1$は $A_2$を打ち負かすが, $A_2$は $A_1$を打ち負かさないとき, $A_1$は $A_2$を強く打ち負かす(strongly defeat)という. $A_1$が正当化された(justified)論証であるとは, それぞれの $A_1$の反論証 $A_2$について, $A_1$が $A_2$を強く打ち負かすときにいう. $x \in Inf(T)$は理論 T において x を正当化する論証が存在することを意味することにする.

[Bench-Capon 03]では整合性のある理論を構築しているモデルを提案しているが, 何が整合性のある理論なのかを定義するために必要な概念を導入する. まず, 理論を構築するための背景知識(BGK)は BGK = { $\pi Liv \Rightarrow \Pi$, $\pi Land \Rightarrow \Pi$, $\pi Nposs \Rightarrow \Delta$, $\delta Liv \Rightarrow \Delta$, $\lceil \pi Liv \Rightarrow \Pi \rceil \triangleright$ MProd, $\lceil \pi Land \Rightarrow \Pi \rceil \triangleright$ MSec, $\lceil \pi Nposs \Rightarrow \Delta \rceil \triangleright$ LLit, $\lceil \delta Liv \Rightarrow \Delta \rceil \triangleright$ MProd }となる. 次に, 法的論争の出発点となる現在状態(CS)は第三の判例で言及されうる要因の集合 CS = { $\pi$Liv, $\pi$Nposs, $\delta$Liv }である. そして第一と第二の判例の集合 CASE = { Pierson, Keeble }である. それぞれの判例は要因と結果の集合とみなされる. つまり, Pierson = { $\pi$Nposs, $\Delta$ }, Keeble = {$\pi$Liv, $\pi$Land, $\pi$Nposs, $\Pi$ }である.

さらに説明された判例(Explained case)と言及された要因(Referred factor)を定義する. 以下, F(T)とは T 内の全ての要因の集合である.

**【定義** 2.1**】**ある理論 T が判例 $c \in$ CASE を要因 $x_1,\ldots,x_n$ および結果 y を使って説明する(explain)とは以下の場合であり, また以下の場合に限る.

$$Y \in Inf(T \setminus F(T) \cup \{ x_1,\ldots,x_n \} )$$

**【定義** 2.2**】**理論 T が判例 $c \in$ CASE を説明するとせよ. 全ての要因 $x \in c$ について, $x \in Ref(T,c)$であることと, ある F と y について, $x \in F$ かつ $F \Rightarrow y \in T$ であることが同値であるとき, 我々は Ref(T,c)を c 内の T によって言及された要因(referred factors)の集合と呼ぶ.

ここで整合性のある理論の集合$\mathbb{C}$を定義する. 定義の方法は[Bench-Capon 03]の理論構築とほぼ同じであり, 判例と社会的な価値を用いた類推的な推論に基づいて整合性のある理論をボトムアップ的に定義するのが特徴である.

整合的な理論の集合$\mathbb{C}$は以下を満たす論理式の集合を要素とする.

- CS は整合性がある.
- もし T は整合性があり $x \in$ BGK ならば, $T \cup \{x\}$は整合性がある.
- もし T は整合性があり $F_1 \Rightarrow x \in T$ および $F_2 \Rightarrow x \in T$ ならば $T \cup \{ F_1 \cup F_2 \Rightarrow x \}$, $T \cup \{ \lceil F_1 \cup F_2 \Rightarrow x \rceil > \lceil F_1 \Rightarrow x \rceil \}$, そして $T \cup \{ \lceil F_1 \cup F_2 \Rightarrow x \rceil > \lceil F_2 \Rightarrow x \rceil \}$は整合性がある.
- もし T は整合性があり $\lceil F_1 \Rightarrow x \rceil \triangleright V_1 \in T$ および $\lceil F_2 \Rightarrow x \rceil \triangleright V_2 \in T$ ならば $T \cup \{ \lceil F_1 \cup F_2 \Rightarrow x \rceil \triangleright V_1 \cup V_2 \}$は整合性がある.
- もし T は整合性があるならば $T \cup \{ V_1 \cup V_2 > V_1 \}$は整合性がある.
- もし T は整合性があり $V_1 > V_2 \in T$ , $\rho_1 \triangleright V_1 \in T$ および$\rho_2 \triangleright V_2 \in T$ ならば $T \cup \{ \rho_1 > \rho_2 \}$は整合性がある.
- もし T は整合性があり $F_1 \cup F_2 \Rightarrow x \in T$ ならば $T \cup \{ F_1 \Rightarrow x \}$は整合性がある.
- もし T は整合性があり
  - T が $c_1 ,\ldots, c_2 \in$ CASE を説明せず,
  - $\{ \rho_1 > \rho_2 ,\ldots, \rho_j > \rho_k \}$を $T \cup \{ \rho_1 > \rho_2 ,\ldots, \rho_j > \rho_k \}$が $c_1 ,\ldots, c_2 \in$ CASE を説明するような極小の集合ならば

  $T \cup \{ \rho_1 > \rho_2 ,\ldots, \rho_j > \rho_k \}$は整合性がある.
- 以上によって生成された理論のみが整合性がある.

## 3. 選択強化

我々は[Suzuki 05]と同様に原告(あるいは被告)の立場にたって, 原告の勝利を表す論理式を演繹する(あるいはしない)理論を, 与えられた前提となる理論から構築する操作である積極的(あるいは消極的)強化(Positive or Negative Consolidation)を定義する. ただし[Suzuki 05]の Partial Meet Consolidation という操作と違い, 複数の回答を認める選択強化(Selective Consolidation)を定義する. まず x を導き出す(あるいは導き出さない) T の整合的上位集合の集合を定義する.

**【定義** 3.1**】** x を導き出す T の整合的上位集合の集合は $T \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} x$ によって記述され, $A \in T \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} x$ となるための必要十分条件は, A が以下の条件をすべて満たすことである.

- $T \subseteq A$,
- $A \in \mathbb{C}$かつ $x \in Inf(A)$ , そして
- $T \subseteq B \subset A$ を満たすすべての B について, $B \notin \mathbb{C}$または $x \notin Inf(B)$.

**【定義** 3.2**】** x を導き出さない T の整合的上位集合の集合は $T \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} x$ によって記述され, $A \in T \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} x$ となるための必要十分条件は, A が以下の条件をすべて満たすことである.

- $T \subseteq A$,
- $A \in \mathbb{C}$かつ $x \notin Inf(A)$, そして
- $T \subseteq B \subset A$ を満たすすべての B について, $B \notin \mathbb{C}$または $x \in Inf(B)$.

上記で定義された集合内の要素は信念強化の解の候補となるが, その中でも特によいものと考えられる候補を選択するために, 積極的(あるいは消極的)選択関数を定義する.

**【定義** 3.3**】** $\gamma^{+}_{T}$ が積極的選択関数(positive selection function)であるための必要十分条件は, $T \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} x$ が空でないときに, $\gamma^{+}_{T} (T \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} x)$が $T \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} x$ の空でない部分集合となり, 空になるときに, $\gamma^{+}_{T}(T \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} x)=\{T\}$となることである.

**【定義** 3.4**】** $\gamma^{-}_{T}$ が消極的選択関数(negative selection function)であるための必要十分条件は, $T \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} x$ が空でないときに, $\gamma^{-}_{T} (T \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} x)$が $T \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} x$ の空でない部分集合となり, 空になるときに, $\gamma^{-}_{T}(T \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} x)=\{T\}$となることである.

選択強化とは選択関数によって選択された最良の解候補を解とする操作のことである.

**【定義 3.5】** 操作 $C^+$が積極的選択強化(positive selective consolidation)であるための必要十分条件は, すべての T と x について,

$$C^+(T,x) = \gamma^+_T(T \Uparrow_{\mathbb{C}} x)$$

となる積極的選択関数$\gamma^+_T$が存在することである.

**【定義 3.3】** 操作 $C^-$が消極的選択強化(negative selective consolidation)であるための必要十分条件は, すべての T と x について,

$$C^-(T,x) = \gamma^-_T(T \Uparrow_{\mathbb{C}} x)$$

となる消極的選択関数$\gamma^-_T$が存在することである.

上記で定義された選択強化は以下の公準と同値であることが[Suzuki 06]で証明されている. これらの公準の意味を説明する. まず(Nonempty$^{+(-)}$)はたとえ理論 T から整合性があってエージェントの勝利を導き出すような理論を構築できなくても, 選択強化は何らかの理論を選択できなければならないことを示している. (Inclusion$^{+(-)}$)は強化される理論は必ずもとの理論を含んでいなければならないことを指し示す. (C1$^{+(-)}$)はもし理論 T から整合性があってエージェントの勝利を導き出すような理論を構築可能ならば, 選択強化によって選択される理論は必ずそのような性質を持っていなければならないことを表す. (C2$^{+(-)}$)はもしそのような理論が構築できないならば, 元の理論を変更する必要がないことを表す. (Strong Relevance$^{+(-)}$)は信念修正の研究で言うところの極小変更(Minimal Change)の原理を表しており, 整合性があってエージェントの勝利を導き出すような理論を構築するために不必要な情報を付加すべきでないことを表している.

(Nonempty$^{+(-)}$) $C^{+(-)}(T,x)$は空ではない.
(Inclusion$^{+(-)}$) すべての $A \in C^{+(-)}(T,x)$ について, $T \in A$.
(C1$^{+(-)}$) もし $X \in \mathbb{C}$かつ $x \in Inf(X)$（または $x \notin Inf(X)$）を満たす $X \supseteq T$ が存在するならば,すべての $A \in C^{+(-)}(T,x)$ について, $A \in \mathbb{C}$かつ $x \in Inf(A)$.
(C2$^{+(-)}$) もし $X \in \mathbb{C}$かつ $x \in Inf(X)$ （または $x \notin Inf(X)$）を満たす $X \supseteq T$ が存在しないならば, $C^{+(-)}(T,x) = \{ T \}$.
(Strong Relevance$^{+(-)}$)すべての $A \in C^{+(-)}(T,x)$ について, もし $y \in A / T$ ならば,

- $A \in \mathbb{C}$かつ $x \in Inf(A)$ （または $x \notin Inf(A)$）, そして
- $T \subseteq B \subseteq A / \{y\}$を満たすすべての B について, $B \notin \mathbb{C}$または $x \notin Inf(B)$ （または $x \in Inf(B)$）.

## 4. 対話ゲーム木の形式化

上記の選択強化を用いて法的論争を行なう対話ゲーム木を数学的に形式化することができる. このゲーム木は根から葉への個別のパスを独立した対話ゲームと考えることができることによって定義される. まず個別の対話ゲーム木での原告および被告の目的は, ある現在状態と原告の勝利を表す論理式が与えられて, その論理式を導き出す（あるいは導き出さない）ような整合性のある理論を交互に構築しあうことである. つまり原告は積極的強化を, 被告は消極的強化を用いて互いの勝利を競い合う. つまり対話ゲームは以下のように定義される.

**【定義 4.1】** 操作 $C^+$および $C^-$を積極的および消極的選択強化とせよ. ある論理式の集合 CS とある論理式 x が与えられて対話ゲーム $D$ は以下を満たす移動 $move_i=(Player_i, T_i)$の有限列（ここで $0 \le i \le n$）である.

I. $Player_i = P$ である必要十分条件は i が奇数であることであり, $Player_i = O$ である必要十分条件は i が偶数であることである.
II. もし $Player_i = P$ ならば $T_i \in C^+(T_{i-1},x)$.
III. もし $Player_i = O$ ならば
　(ア) もし $i = 0$ ならば $T_i = CS$.
　(イ) さもなければ $T_i \in C^-(T_{i-1},x)$.
IV. 任意の $0 \le i \le n$ について $T_i \neq T_{i-1}$.
V. もし n が奇数ならば $C^-(T_n,x) = \{ T \}$. そしてもし n が偶数ならば $C^+(T_n,x) = \{ T \}$.

P（または O）が対話ゲーム $D = \{ move_0 ,\ldots, move_n \}$に勝利するとは $Player_n = P$（または O）であることである.

以上の定義を使って対話ゲーム木を定義する.

**【定義 4.2】** 対話ゲーム木とは以下を満たす移動の有限木である.

I. それぞれの根から葉へのパスは対話ゲームである.
II. もし $Player_i = P$ ならば $move_i$の全ての子は $C^-(T_n,x)$内の全ての理論である.
III. もし $Player_i = O$ ならば $move_i$の全ての子は $C^+(T_n,x)$内の全ての理論である.

P（または O）が対話ゲーム木に勝利するとは全ての根から葉へのパスにおいて P（または O）が勝利することである.

## 5. 例の形式的な説明

### 5.1 選択関数の特化

本節において例の形式的な説明を行なう. すでに使用する言語, 論理, そして整合的な理論の定義は行なわれており, 対話ゲームの形式化も行なわれているが, ゲーム中に使用する選択強化に必要な選択関数の具体的な中身はまだ例に合わせて定めていない. ここでは[Sartor 02]の整合性の評価に合わせて, より多くの判例を説明でき, より多くの要因を考慮している理論ほど整合性が高いとみなし, 選択関数によって選ばれるものとする. 従って, 選択関数は以下の手続きに従うものとする.

Procedure: $\gamma^{+(-)}_T(T \Uparrow^{+(-)}_{\mathbb{C}} x)$

i. $T \Uparrow^{+(-)}_{\mathbb{C}} x$ が空であるとき, {T}を出力とせよ.
ii. それぞれの $A \in T \Uparrow^{+(-)}_{\mathbb{C}} x$ について, もし以下の二つの条件を満たす $B \in T \Uparrow^{+(-)}_{\mathbb{C}} x$ が存在しないならば $A \in CC$ とせよ.
   - 全ての判例 $c \in CASE$ について, もし A が c を説明するならば B もまた c を説明する.
   - ある $c \in CASE$ について, もし A は c を説明しないが B は c を説明する.
iii. それぞれの $A \in CC$ について, もし以下の二つの条件を満たす $B \in CC$ が存在しないならば $A \in FC$ とせよ.
   - A と B の両方が説明できるような, 全ての判例 $c \in CASE$ について, $Ref(B,c) \supseteq Ref(A,c)$.
   - A と B の両方が説明できるような, ある $c \in CASE$ について, $Ref(B,c) \supset Ref(A,c)$.
iv. FC を出力とせよ.

### 5.2 対話ゲームの実行

これで例を形式的に説明する準備はすべて整ったことになる．まず，我々の対話ゲーム木は二つの対話ゲーム{ $move_0$, $move_1$, $move_2$, $move_3$, $move_4$ }および{ $move_0$, $move_1$, $move'_2$ }から成り立っており，$move_0 = (\delta, CS)$である．$CS \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} \Pi$はただ一つの要素 $T_1$を持っている．それゆえ，$T_1 \in C^{+}(CS, \Pi)$であり，$move_1 = (\pi, T_1)$である．

$$T_1 = CS \cup \{ \pi Liv \Rightarrow \Pi \}$$

$T_1 \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} \Pi$は次の二つの要素 $T_2$と$T'_2$を持っている．前者は判例 Keeble を説明出来ないが，Pierson を説明でき，後者は Pierson を説明出来ないが，Keeble を説明できるので，上述の選択関数を使ってどちらか一方のみを選択することは出来ない．それゆえ，$T_2, T'_2 \in C^{-}(T_1, \Pi)$であり，$move_2 = (\delta, T_2)$かつ$move'_2 = (\delta, T_2)$である．ここで$C^{+}(T'_2, \Pi) = \{ T'_2 \}$であり，二つある対話ゲームの一つは終了であり，勝者は被告である．

$$T_2 = T_1 \cup \{ \pi Nposs \Rightarrow \Delta \}$$
$$T'_2 = T_1 \cup \{ \delta Liv \Rightarrow \Delta \}$$

$T_2 \Uparrow^{+}_{\mathbb{C}} \Pi$はただ一つの要素 $T_3$を持っている．それゆえ，$T_3 \in C^{+}(T_2, \Pi)$であり，$move_3 = (\pi, T_3)$である．

$$T_3 = T_2 \cup \{ \lceil \pi Liv \Rightarrow \Pi \rceil > \lceil \pi Nposs \Rightarrow \Delta \rceil \}$$

$T_3 \Uparrow^{-}_{\mathbb{C}} \Pi$はただ一つの要素 $T_4$を持っている．それゆえ，$T_4 \in C^{-}(T_3, \Pi)$であり，$move_4 = (\delta, T_4)$である．ここで$C^{+}(T_4, \Pi) = \{ T_4 \}$であり，二つある対話ゲームのもう一つも終了であり，勝者は被告である．全ての対話ゲームで勝者は被告なので，対話ゲーム木での勝者は被告である．

$$\begin{aligned} T_4 = T_3 \cup \{ & \delta Liv \Rightarrow \Delta, \{ \pi Nposs, \delta Liv \} \Rightarrow \Delta, \\ & \lceil \pi Liv \Rightarrow \Pi \rceil \triangleright MProd, \lceil \pi\ Nposs \Rightarrow \Delta \rceil \triangleright LLit, \\ & \lceil \delta Liv \Rightarrow \Delta \rceil \triangleright MProd, \\ & \lceil \{ \pi Nposs, \delta Liv \} \Rightarrow \Delta \rceil \triangleright \{ LLit, MProd \}, \\ & \{ LLit, MProd \} > MProd, \\ & \lceil \{ \pi Nposs, \delta Liv \} \Rightarrow \Delta \rceil > \lceil \pi Liv \Rightarrow \Pi \rceil \} \end{aligned}$$

## 6. おわりに

本研究では[Suzuki 05]の加算的信念強化の拡張を行ない[Bench-Capon 03]の法的論争の例を対話ゲーム木の形に形式化できることを示した．しかしながら，本論文では対話ゲームの戦略的な側面は考察の対象となっておらず，各プレイヤーが相手の動きを呼んで勝利を導くような動きを行なうようにはなっていない．将来的にはゲーム理論の研究を参考にして，戦略的な選択関数を定義できなければならない．そして本研究では信念修正における極小変更の原理を自明の前提として信念強化を形式化しているが，なぜ極小変更を理論を選択する際のほかの基準よりも優先されなければならないかは自明ではないので，極小変更を抜きにした信念強化の研究も必要となる．また本論文では[Bench-Capon 03]の例を用いているために，整合性の定義に判例に基づく推論を仮定しているが，これは英国や米国の法律向きの整合性の定義なので，日本のような大陸法の影響を受けている社会では必ずしも妥当な定義とはいえない．そこで[Gordon 95]の米国の市民法の例のような言語行為を用いた法的論争による再定義が必要になると思われるが，これは将来の課題といってよい．

## 謝辞

本研究成果は文部科学省 21 世紀COEプログラムによるものである．

## 参考文献

[Alchourrón 85] C.E. Alchourrón, P. Gärdenfors, and D. Makinson: “On the logic of theory change: partial meet contraction and revision functions”, Journal of Symbolic Logic 50(2), pp. 510-530, 1985.

[Ashley 90] K.D. Ashley: Modeling Legal Argument, The MIT Press, Cambridge, MA, 1990.

[Bench-Capon 03] T. Bench-Capon and G. Sartor: “A model of legal reasoning with cases incorporating theories and values”, Artificial Intelligence 150(1-2), pp. 97-143, 2003.

[Gordon 95] T.F. Gordon: The Pleadings Game. An Artificial Intelligence Model of Procedural Justice, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995.

[Olsson 98] E.J. Olsson: “Making Beliefs Coherent”, Journal of Logic, Language, and Information 7, pp.143-163, 1998.

[Prakken 96] H. Prakken and G. Sartor: “A dialectical model of assessing conflicting arguments in legal reasoning”, Artificial Intelligence and Law 4, pp. 331-368, 1996.

[Sartor 02] G. Sartor: “Teleological Arguments and Theory-based Dialectics”, Artificial Intelligence and Law 10, pp. 95-112, 2002.

[Suzuki 05] Y. Suzuki and S. Tojo: “Additive Consolidation for Dialogue Game”, in the Tenth International Conference on Artificial Intelligence and Law, pp.105-114, 2005.

[Suzuki 06] Y. Suzuki: “Dialogue Game Tree with Nondeterministic Additive Consolidation”, in Seventh Workshop on Computational Logic in Multi-Agent Systems (To appear), 2006.