

前件強化による後件変更：デフォルト論理と状態変化

竹内 泉 (Izumi Takeuti) ・ 川本 裕輔 (Yusuke Kawamoto)

産業技術総合研究所

前件強化による後件変更は、一見同じように見えてもその論理構造は様々であり、デフォルト論理や状態の動的変化などその論理構造に応じたモデル化によって分析しなければならない。

1. 問題設定

以下の例文 3 件について検討する。

例文 1 (竹内 2024)

明日晴れならば運動会です

明日晴れても強風ならば運動会は中止です

例文 2 (細川 2012)

(水とコーヒーをそれぞれ 100 円で売っている売場の前で、100 円を持って)

水を買ったらコーヒーは買えない

水を買っても 100 円もらったらコーヒーが買える

例文 3

ある仮説を検証するために検定 1 と検定 2 を行なった

検定 1 の結果は単独では仮説を支持するが

検定 1 の結果と検定 2 の結果を併せたものは仮説を支持しない

文献 (竹内 2024) では例文 1 は「前件強化による後件変更」と呼ばれている。文献 (細川 2012) では例文 2 は「前件強化」と呼ばれている。この例文 3 件は、見た目は《前件強化による後件変更》であるが、論理形式は全く異なる。

2. 各例文の分析

2.1 例文 1 の分析

例文 1 は $(P \supset Q) \wedge ((P \wedge P') \supset \neg Q)$ という論理形式のように見える。ここで P は〈明日晴れ〉、 P' は〈明日強風〉、 Q は〈明日運動会開催〉である。しかしこの論理式は $P \supset (Q \wedge \neg P')$ と同値となる。即ち「明日晴れならば運動会は開催され強風ではない」という意味となる。例文 1 の意味はこうではない。

このような論理形式による分析は間違いであり、ここではデフォルト論理によって分析しなければならない。(シュトラサー 2001) 例文の前半「晴れならば運動会です」では、常識「強風ではない」が暗黙に仮定されている。

2.2 例文 2 の分析

例文 2 では、例文 1 に於ける晴天、強風と同様に、〈水を買う〉を論理式 P 、〈100 円を貰う〉を論理式 P' と書く、などとする訳には行かない。晴天、強風とは状態の属性を言っているのであり、一方で〈水を買う〉〈100 円を貰う〉は、水を買う前の状態から水を買った後の状態へ、あるいは 100 円貰う前の状態から 100 円貰った後の状態へ、と

いう状態の動的変化を言っているのである。

文献（細川 2012）では例文 2 を動態論理で分析している。標準的意味論では論理式は命題を表すが、動態論理では論理式は命題を表すのではなく状態遷移系の地点に対する性質を表す。

2.3 例文 3 の分析

例文 3 は、文献（川本 2024）に於いて信念ホーア論理で形式化されている。信念ホーア論理はホーア論理の一種である。ホーア論理では、判断の対象は $\{\phi\}P\{\phi\}$ という形をしている。これは動態論理で書くと $\phi \sqsupset [P]\phi$ という意味である。

検定 A の結果が有意水準 ε で仮説 ϕ を支持する、とは p 値が ε 未満になっているということである。

検定 A1 の結果が単独ならば有意水準 ε で仮説 ϕ を支持する、とは

検定 A1 の結果の単独での p 値が ε 未満になっている

ということであり、検定 A1 と A2 の結果を併せると有意水準 ε では仮説 ϕ を支持しない、とは、検定 A1;A2 の結果の p 値、即ち

検定 A1 の結果の p 値 + 検定 A2 の結果の p 値
が ε 以上になっている、ということである。

検定 A1 の結果の p 値 $< \varepsilon$ 、かつ

検定 A1 の結果の p 値 + 検定 A2 の結果の p 値 $\geq \varepsilon$

は起こり得る。

3. 結論

上記 2.1 節に於いて例文 1 の分析に用いたデフォルト論理は演繹的に妥当ではない。例えば、例文 1 の前半〈明日晴れならば運動会です〉は晴れていても強風ならば運動会中止であるので、全ての場合で正しい訳ではない。一方で例文 2 や 3 は、状態の動的な変化を伴い、かつ、動態論理や信念ホーア論理のような演繹的に妥当な論理で形式化される。演繹的に妥当でない論理によって形式化されるものと演繹的に妥当な論理によって形式化されるものは区別しなければならない。

この例文 3 件は、前件強化による後件変更という点では似ているが、異なる論理構造を持つ。その違いは、どのようにモデル化されるか、に反映される。

論理の分析に於いて万能なモデル化は無い。論理の分析では、対象によってどのようにモデル化するかを選ばなければならない。

文献

（竹内 2024）竹内泉「前件強化による後件変更」哲学誌 66 巻 79 頁～95 頁、2024 年
（シュトラサー 2001）Christian Strasser, G. Aldo Antonelli: 'Non-monotonic Logic',
Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2001--2019

（細川 2012）細川雄一郎「反事実条件文推論の動態論理による形式化」科学哲学 45 巻
1 号 17～33 頁、2012 年

（川本 2024）Yusuke Kawamoto, Tetsuya Sato, Kohei Suenaga: 'Sound and relatively complete belief Hoare logic for statistical hypothesis testing programs', Artificial Intelligence, Vol. 326, 2024