

# 現代意味論入門

## ヒント集

吉本 啓  
中村 裕昭

2016年2月

くろしお出版

## 第2章

### 問題 2.1

修飾する表現とそれによって修飾される表現の意味をそれぞれ集合  $X, Y$  で表すと、全体の表現の意味は  $X \cap Y$  となる。

### 問題 2.2

(省略)

### 問題 2.3

子音と母音からそれぞれ1つずつ選んで得られる対の集合となる。

### 問題 2.4

これらの中で、活用するのは形容詞と動詞だけである。

### 問題 2.5

以下の表を参考にすること。

	活用語 (K)	非活用語
自立語 (I)	動詞・形容詞	名詞・副詞
付属語	助動詞	助詞

### 問題 2.6

関数においては、ある入力に対する出力は1個に限定される。

### 問題 2.7

$m$  と  $n$  は親を共有している。 $a$  と  $c$  は子を共有している。

### 問題 2.8

(省略)

### 問題 2.9

定義域  $A$  から値域  $B$  への関数  $f$  を考える。 $f$  が全射でないとすると、 $A$  のどの要素とも対応づけられない  $B$  の要素が少なくとも1つ存在することになる。このことは、逆関数  $f^{-1}: B \times A$  が成り立つうえでどのような不都合を生じるか。また、 $f$  が単射でないとすると、 $x \neq y$  で  $x \in A, y \in A$  であるようなある  $x, y$  の両方について、ある  $z \in B$  が対応づけられること

になる。 $B$  から  $A$  への関数  $f^{-1}$  が成り立つために、このことはどんな問題を生じるか。(2.21) の条件を参考にすること。

**問題 2.10**

$A$  を含む集合を  $C$  と  $D_1, D_2, D_3$  とからどうすれば作れるかを考えること。また、 $B$  対  $B_1, B_2, B_3$  の関係はどのようなものか。

**問題 2.11**

- i. 語幹はそれぞれ、mi, tabe, aruk, ik, yom となる。
- ii. 上一段、下一段動詞の語幹に対してはそれぞれ、nai, masu, ro を付加する。五段動詞の語幹に対しては、anai, imasu, e を付加する。
- iii. 五段動詞の場合、「た」が付加される動詞の語形が複雑に変化する。そこで、i で出力した語幹の末尾の子音等の区別に応じて当該の動詞活用形を出力する関数  $f_{\text{語幹}}$  を定義する必要がある。また、語幹末尾の子音が有聲の場合は過去助動詞は「だ」となるので、これに対しても対応すること。

## 第3章

### 問題 3.1

- i. 2つの単純な文「手紙で返事をくれることを希望する」「電子メールで返事をくれることを希望する」を論理結合子で結合すること。
- ii. 「明日雨が降る」「私はドライブする」がそれぞれ単純な文である。
- iii. 「明日晴れる」「私はピクニックに行く」「私は買い物をする」が単純な文。
- iv. 以下、 $a$ を任意の人名とする。「 $a$ は日本人である」「 $a$ は選挙権を持っている」「 $a$ は未成年である」を単純な文としてそれらの結合を考えること。
- v. 「 $a$ は学歴が低い」「 $a$ はよく働く」「 $a$ は出世する」は単純な文。

### 問題 3.2

(3.11)の規則を有限回適用して行ってそれぞれを形作ることが出来るかどうかを考えること。

### 問題 3.3

統辞規則 (3.11) がどのように適用されて各々の式が作られるかを図示した上で、評価規則 (3.14) を一つずつ適用していけばよい。

### 問題 3.4

否定の意味が本当に 2.1.3 節で述べた補集合に相当するのなら、二重否定は肯定と同値になるはずである。しかし、現実の用例では、補集合よりもさらに限定された集合が否定文の意味となることが多く、対比のような文脈的要素がこの傾向を促進する。二重否定を含む否定文の意味は複雑で分っていないことも多いので、読者には自由に考えてみてほしい。

**問題 3.5** ‘金を出すか、それとも殺されるか’が‘金を出さないと殺す’を含意する’という命題を否定したものを前提として、すべてのパスに矛盾を生じるか否かを確かめればよい。

### 問題 3.6

「金を出さないと殺す」から「金を出せば殺されない」を推論することができず、また後者から前者が推論されないことを示せばよい。

**問題 3.7**

ここでは「正誤表」により訂正された問題に対するヒントを述べる。  
 $((P \wedge Q) \vee R) \rightarrow (P \wedge (Q \vee R))$  を否定した命題を前提としてタブロー推論を行い、パスが矛盾するかどうかを調べること。

なお、 $P \wedge (Q \vee R)$  からは  $(P \wedge Q) \vee R$  が推論される。このことも同じやり方で確認してみよう。

**問題 3.8**

$F[\neg(P \vee Q) \rightarrow (\neg P \wedge \neg Q)]$  を前提としてタブロー推論を行い、さらに  $F[(\neg P \wedge \neg Q) \rightarrow \neg(P \vee Q)]$  を前提とするタブロー推論を行うこと。

## 第4章

### 問題 4.1

- i. 表 3.5 の真理表がヒントになる。
- ii. ある個体定項  $a$  について,  $C(a) \rightarrow B(a)$  が真であれば,  $C(a)$  および  $B(a)$  の両方が真であるか, または  $C(a)$  は偽である。  $C(a)$  が真でしかも  $B(a)$  が偽となることはない。このような条件を満たす 2 つの集合  $B$  および  $C$  の関係について考えること。

### 問題 4.2

- i. 「松島」を個体定項, 「日本人」, 「訪れる」を述語として, 量子子と論理結合子を使って論理式を作ればよい。
- ii. 「ジョン」を個体定項, 「テレビ」, 「見る」, 「携帯をかける」を述語としてみよう。
- iii. 「由美子」を個体定項, 「好きだ」を述語とすること。
- iv. 「太郎」を個体定項, 「千円札」「いくら井」「ある(持つ)」, 「食べる」を述語とせよ。
- v & vi. 「由美子」, 「北海道大学」を個体定項, 「好きだ」「行く」を述語とすること。「好きな人がいる」は「由美子はある人が好きだ」と言い換えればよい。否定の論理結合子が何に対して付加されているか(否定のスコープ)を考えること。

### 問題 4.3

前のページにも書いたように,  $\phi$  の内部に変項  $x$  があらわれ, しかも  $\phi$  の内部に  $\exists x$  や  $\forall x$  が出現しないか, あるいは出現してもその作用域内に無い場合,  $x$  は  $\phi$  の中で自由である。また,  $\exists x\phi$  または  $\forall x\phi$  のパターンをなす論理式において,  $\phi$  の中で自由変項として生起する  $x$  は  $\exists x$  または  $\forall x$  により束縛される。

以上の原則を踏まえたうえで, 変項が  $x$  以外となる場合や, 量子子の作用域内にさらに量子子が出現する場合について考えてみよう。

### 問題 4.4

(4.18) の解釈と同様に、(4.23) がどのように適用されるかを考えてみよう。

**問題 4.5**

(4.18) の解釈よりも複雑だが、基本的には同様にして行うことが出来る。

**問題 4.6**

(省略)

**問題 4.7**

(4.24.vii, viii) から、 $\phi$  の内部に生起するすべての自由変項  $x$  を  $y$  に置き換えた式を  $\phi'$  とし、この中で  $y$  がやはりすべて自由である場合、 $\exists x\phi \equiv \exists y\phi'$  でしかも  $\forall x\phi \equiv \forall y\phi'$  となる。 $\phi$  の中で  $x$  は自由なので、 $\phi$  と  $\phi'$  とは同値ではない。以上の原則を適用することを考えてみよう。

**問題 4.8**

(4.24) の適用を考えてみること。

**問題 4.9**

a では全称量子子のスコープ内に存在量子子があらわれる。b ではその逆である。

**問題 4.10**

a と b のそれぞれについて、前提の 2 つの論理式を真、結論を偽としてみて推論を行い、パスの矛盾を調べてみよう。

**問題 4.11**

a.  $\neg\exists x(\neg G(x))$  および  $\exists x(B(x))$  を真とし、 $\neg\exists x(B(x) \rightarrow \neg G(x))$  を偽としてみて推論を行い、パスの矛盾を調べる。自然言語文における質量含意の意味は時に直感に反することがある。

b~d についても同様。

## 第5章

### 問題 5.1

S に対して  $i'$  が適用されると,  $VP_1$  は ran または ran away に書き換えられる。S に  $i''$  が適用された場合,  $VP_2$  は yawned に書き換えられる。また NP に対して iii と ix のどちらが適用されるかでさらに 2 通りに場合分けされる。

$ii'$  を  $VP_1 \rightarrow VP_1$  Adv に変更すると, 派生された  $VP_1$  にさらにまたこの規則を適用することが可能になる。

### 問題 5.2

VP を書き換える規則は  $VP \rightarrow Vt NP$  となる。

### 問題 5.3

名詞句 (NP) が名詞 (N) と助詞 (P) の「は」とに書き換えられると考えてみよう。

### 問題 5.4

(省略)

### 問題 5.5

多くの場合, 選択可能な解釈が大きく制限されていると考えられる。また, 音声 (音韻) 的な要素についても考えてみよう。

### 問題 5.6

- 冠詞 the に対しては, 項として名詞を取り, 結果として名詞句を返す関数のカテゴリーが与えられる。
- 副詞「ゆっくり」のカテゴリーは, 項として動詞句 (=自動詞) を取り, 動詞句を返す関数である。
- 形容詞「ユーモラスな」のカテゴリーは, 名詞を項として取り, 名詞を返す関数。
- 否定辞「ない」は動詞句を項として取って動詞句を返す。

### 問題 5.7

- 主語名詞句 John のタイプ繰り上げによって得られるカテゴリーと



loves のカテゴリーとを関数合成することにより, John loves のカテゴリーを得ることが出来る。これが関係代名詞 whom の項となる。関係節 whom John loves に与えられるカテゴリーは, 名詞を修飾するので, 形容詞と同じものである。

- b. ここでも, 主語名詞句のタイプ繰り上げ結果と他動詞「書きました」との関数合成を先に行うこと。
- c. 助動詞「られる」は, 他動詞「追いかける」を項として取る。「追いかける」はさらに名詞「ネズミに」を項として取り, その結果出来る表現は名詞「猫が」と結びつく。
- d. 「実家(が)」は (5.32) の「母親」や「手」のように, 名詞を項として取り名詞を返す関係名詞と考えればよい。

### 問題 5.8

問題 5.6 の結果に対して, この節で説明した内容を当てはめればよい。

a については, 名詞のタイプ (1 項述語のものと同じ) を入力として取り, 名詞句のタイプ (ここでは個体指示表現と同じ) を出力するタイプとなる。ただし, これには別の考え方もある。

### 問題 5.9

a については,  $x$  を自由変項として, 「 $x$  は英語が話せる」に相当する開放文を  $x$  について  $\lambda$  抽象化すればよい。他の問題も同様。

### 問題 5.10

カッコの位置に注意して, (5.42) を適用すればよい。

### 問題 5.11

それぞれ, 1 例ずつ挙げる。

問題 5.9 の結果である  $\lambda$  表現に対し, それぞれ「英語」等に相当する項を適用すればよい。

## 第6章

### 問題 6.1

(省略)

### 問題 6.2

必然性・可能性演算子のスコープに注意すること。

### 問題 6.3

問題 4.2 を参考に見よう。

### 問題 6.4

(省略)

### 問題 6.5

(省略)

### 問題 6.6

難解だが、なぜそうなるのかを理解することは重要である (以下, Gamut 1991, Section 5.5 に従う)。

まず,  $\forall^{\wedge}$  の意味について確認しよう。(6.21h, i) より,  $\llbracket \forall^{\wedge} \alpha \rrbracket_{M,w,g} = \llbracket \alpha \rrbracket_{M,w,g}(w) = \llbracket \alpha \rrbracket_{M,w,g}$  となる。

次に,  $\forall^{\vee}$  について考察するために,  $\langle s, t \rangle$  のタイプを持つ以下のような定項  $p$  を考える。

$$I(p) = \left[ \begin{array}{l} w_0 \mapsto \left[ \begin{array}{l} w_0 \mapsto 1 \\ w_1 \mapsto 0 \end{array} \right] \\ w_1 \mapsto \left[ \begin{array}{l} w_0 \mapsto 0 \\ w_1 \mapsto 1 \end{array} \right] \end{array} \right]$$

ここで,  $I(p)(w_0) = k$  とすると,  $k$  は命題に対応し,  $k(w_0) = 1, k(w_1) = 0$  となり, 適用される世界によって真理値が相違する。また,  $I(p)(w_1) = k'$  とすると,  $k'$  も命題であるが,  $k'(w_0) = 0, k'(w_1) = 1$  となり, 適用される世界によって真理値が  $k$  の場合と反転する。

(6.21h) によって,  $\llbracket \forall^{\vee} p \rrbracket_{M,w_0,g}$  は, すべての  $w' \in W$  について  $h(w') = \llbracket p \rrbracket_{M,w',g}$  となるような関数  $h \in \mathbf{D}_a^W$  である。再び (6.21h, i) により,

$$h(w_0) = \llbracket \check{p} \rrbracket_{M, w_0, g} = \llbracket p \rrbracket_{M, w_0, g}(w_0) = I(p)(w_0)(w_0) = k(w_0) = 1$$

$$h(w_1) = \llbracket \check{p} \rrbracket_{M, w_1, g} = \llbracket p \rrbracket_{M, w_1, g}(w_1) = I(p)(w_1)(w_1) = k'(w_1) = 1$$

こうして、 $h = \llbracket \check{p} \rrbracket_{M, w_0, g}$  はどちらの世界を適用してもつねに真を返す関数なのに対し、 $\llbracket p \rrbracket_{M, w_0, g} = I(p)(w_0) = k$  はそうではない。そのため、

$$\llbracket \check{p} \rrbracket_{M, w_0, g} \neq \llbracket p \rrbracket_{M, w_0, g} = \llbracket \check{p} \rrbracket_{M, w_0, g}$$

となる。

ここでの  $p$  に相当する表現が実際に存在しうることについては、Gamut (1991) 上掲箇所を参照のこと。

### 問題 6.7

(省略)

## 第7章

### 問題 7.1

例文 (7.9a-c) についてと同じように、(7.13a-c) のモデルにもとづいて各名詞句の解釈を考え、それらに述語の解釈が含まれるかどうかをチェックすればよい。

### 問題 7.2

述語の解釈の中で、every boy の解釈に含まれるものが1つある。

### 問題 7.3

(7.25) で説明したように  $\langle s, a \rangle$  のタイプを持つ表現の解釈領域は、世界の集合  $W$  を定義域とし、タイプ  $a$  の表現の解釈領域  $\mathbf{D}_a$  を値域とする関数 ( $W$  から  $\mathbf{D}_a$  への関数) の集合となる。タイプ  $\langle a, b \rangle$  の表現の解釈領域は  $\mathbf{D}_a$  から  $\mathbf{D}_b$  への関数の集合である。この原則を再帰的に適用していけばよい。

### 問題 7.4

まず、 $\wedge$ RUN のタイプは  $\langle s, \langle e, t \rangle \rangle$  であり、これにもとづいて解釈領域を決定できる。 $\lambda X \forall X(j)$  のタイプは  $\langle \langle s, \langle e, t \rangle \rangle, t \rangle$  である。

### 問題 7.5

(7.4') と同じ形の規則を書くことができる。

### 問題 7.6

- i.  $[[\lambda X \forall X(j)]]_{M, w_0, g}$  が求められているわけだが、これは世界  $w_0$  において  $j$  を適用すると 1 を返す述語の解釈に対し 1 を割当てるとの特性関数であり、言い換えると、 $w_0$  において  $j$  を含む集合の集合である。
- ii. i の結果を元にして、名詞句の解釈に述語句の解釈が含まれるかどうかを調べてみよう。

### 問題 7.7

問題 7.6 と同様にして答えることができる。

### 問題 7.8

普通名詞を項として取って、名詞句を出力するカテゴリーが与えられる。表 7.4 を参考に考えてみる。カテゴリーが分れば、タイプも決まる。カテゴリーの中の入力項を一旦内包化する必要がある。「すべての」「ある」により量化された文 (7.32a,b) の翻訳は (7.33a,b) のようになるが、普通名詞と動詞句の翻訳からどのようにすればこれらが作れるかを考えればよい。それには、これらの式の中の BOY と RUN とを一旦自由変項に置換えてみて、それらを  $\lambda$  抽象化すればよい。

### 問題 7.9

「ユニコーン」「ゴジラ」の他に、「走る」「火を吐く」という 1 項述語を考え、これらが  $w_0 \sim w_3$  の 4 つの世界で異なる外延を持つと想定してみよう。

### 問題 7.10

「すべての少年」のスコープが「ある少女」のスコープを含む場合については、2 つの名詞句が量子化投入されるか否かで区別が生じる。しかし、単純に解析木の種類は 4 通りとはならず、「すべての少年」を指す代名詞「彼」と「ある少女」のどちらが先にあらわれるかで曖昧性を生じるので、組み合わせの数はもう 1 つ多くなる。これらすべての解析木について、解釈は同一である。また、「ある少女」のスコープが「すべての少年」のスコープを含む場合については、「すべての少年」について量子化投入されるかどうかという曖昧性が生じる。どちらにしても、やはり解釈は同じである。

## 第8章

### 問題 8.1

(8.13) の後に  $\exists y(\text{woman}(y) \wedge \text{look\_at}(y,x))$  が連言によって結合されると考えればよい。その解釈の時点の割当関数  $h'$  は、それ以前の割当関数  $h$  に比べて、 $y$  への割当に関してのみ更新されている。

### 問題 8.2

(8.16) の  $\phi$  には  $\exists x(\text{farmer}(x) \wedge \exists y(\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x,y)))$  が、また  $\psi$  には  $\text{beat}(x,y)$  が相当するので、これらの解釈を (8.16) の  $[[\phi]]$  と  $[[\psi]]$  に代入すればよい。

### 問題 8.3

(8.31a) の解釈には (8.29.i, vi) を適用すればよい。(8.32a) の解釈に対しては (8.29.v, vi) を適用すること。

### 問題 8.4

(8.29.i, v, vi) が適用される。

### 問題 8.5

(8.29.i, ii, iii, iv, v) については、それぞれ (8.27.i, ii, iii, v, vi) とほぼ同じである。(8.29.vi) については、どのような割当関数の存在が必要十分条件とされるか考えてみよう。