

問題 1～4 を解き、その解答を提出せよ。提出するレポートには、所属、学生証番号、名前を一番上に記入せよ。

提出方法：レポートを講義の時に直接提出。

締切り：2018年12月18日(火) 14:30

問題 1  $Love(x, y)$  は  $x$  が  $y$  を愛するという意味の述語とする。次の四つの論理式(a)～(d)はそれぞれ何を意味しているか説明せよ。

(a)  $\exists x \forall y Love(x, y)$

(b)  $\forall y \exists x Love(x, y)$

(c)  $\exists y \forall x Love(x, y)$

(d)  $\forall x \exists y Love(x, y)$

問題2 次の(a)～(d)の問いに答えよ。

(a) 伴意関係  $\forall x (P(x) \Rightarrow Q(x)) \wedge \forall x (Q(x) \Rightarrow R(x)) \models \forall x (P(x) \Rightarrow R(x))$  が成り立つことを示せ。

(b) 伴意関係  $\exists x \forall y P(x, y) \models \forall y \exists x P(x, y)$  が成り立つことを示せ。

(c) 伴意関係  $\forall x (P(x) \Rightarrow Q(x)) \wedge \exists x (P(x) \wedge R(x)) \models \exists x (Q(x) \wedge R(x))$  が成り立つことを示せ。

(d) 伴意関係  $\forall x (P(x) \Rightarrow \forall y (Q(y) \Rightarrow \neg R(x, y))) \wedge \exists x (P(x) \wedge \forall y (S(y) \Rightarrow R(x, y))) \models \forall y (S(y) \Rightarrow \neg Q(y))$  が成り立つことを示せ。

問題3 次の一階述語論理式  $P, Q, R$  が与えられているとする。

$P: \forall x [Animal(x) \Rightarrow \exists y HeadOf(y, x) \wedge \exists y BodyOf(y, x)]$

$Q: \forall x [Plant(x) \Rightarrow \neg \exists y HeadOf(y, x)]$

$R: \forall x [Plant(x) \Rightarrow \neg Animal(x)]$

次の(a)～(b)の問いに答えよ。

(a)  $P \wedge Q \wedge \neg R$  を連言標準形に(CNF)にせよ。

(b)  $P \wedge Q \models R$  となることを示せ。

問題4 次の一階述語論理式 $P, Q$ が与えられているとする。

$P: \forall x [Horse(x) \Rightarrow Animal(x)]$

$Q: \forall x [\exists y (Horse(y) \wedge HeadOf(x, y)) \Rightarrow \exists y (Animal(y) \wedge HeadOf(x, y))]$

( $P$ は「全ての馬は動物である」を意味し、 $Q$ は「すべての馬の頭は動物の頭である」を意味する。)

次の(a)~(b)の問いに答えよ。

(a)  $P \wedge \neg Q$ を連言標準形に(CNF)にせよ。

(b)  $P \models Q$ となることを示せ。