

# 計算モデル特論

プロセス計算



国立情報学研究所

佐藤一郎

E-mail: [ichiro@nii.ac.jp](mailto:ichiro@nii.ac.jp)

Ichiro Satoh

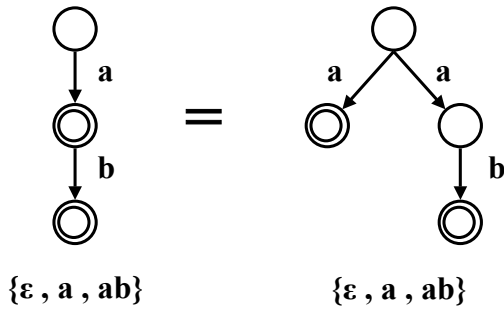
## プロセスの等価性とは

- プロセスの入出力が等しいかどうか  
外部からの観測
- プロセスの途中の状態が等しいかどうか  
プロセスの振る舞い

Ichiro Satoh

## オートマトンと等価性

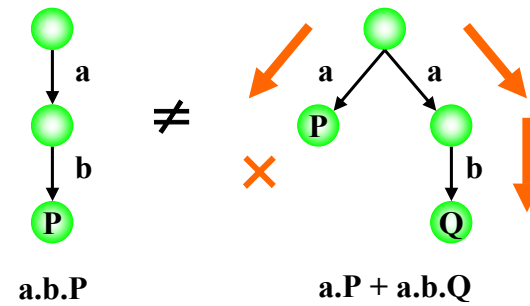
最終状態に辿り着く経路の一つでも同じであれば等価



Ichiro Satoh

## プロセスと等価性

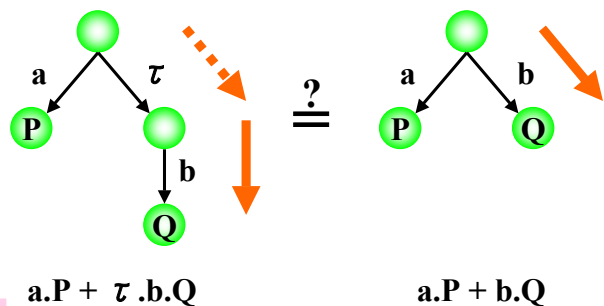
分岐可能性も考慮した等価性が必要



Ichiro Satoh

## 内部アクションを持つプロセス

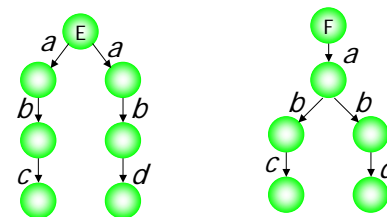
内部アクションによる分岐



Ichiro Satoh

## 非決定プロセスと等価性

非決定性は同一プロセス



失敗可能性は同じ→失敗等価 (×双模倣性)

Ichiro Satoh

## 強双模倣の定義

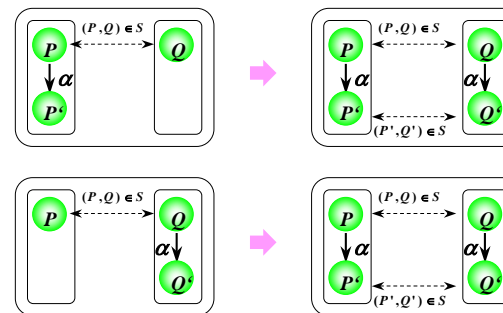
定義2.1: プロセス上の関係Rが強双模倣であるとは、 $(p, q) \in R$  ならば、任意の  $t \in A^*$  について、次の二つの条件が成り立つことである。  
 $(p', q') \in R$  を  $p'Rq'$  と書く

- (1)  $p \xrightarrow{t} p'$  ならば、ある  $q'$  が存在して  $q \xrightarrow{t} q'$  かつ  $(p', q') \in R$
- (2)  $q \xrightarrow{t} q'$  ならば、ある  $p'$  が存在して  $p \xrightarrow{t} p'$  かつ  $(p', q') \in R$

Ichiro Satoh

## 双模倣性 (Bisimulation)

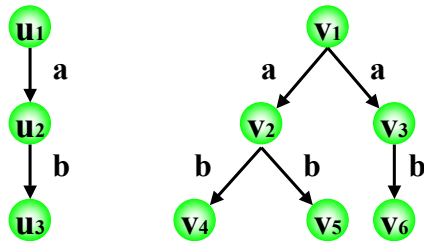
$(P, Q) \in S$  とは



Ichiro Satoh

## ▶ 強双模倣性となる例

状態遷移の対を調べる

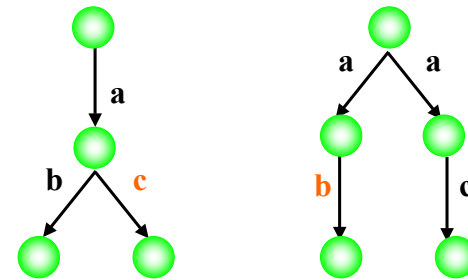


$$R_1 = \{(u_1, v_1), (u_2, v_2), (u_2, v_3), (u_3, v_4), (u_3, v_5), (u_3, v_6)\}$$

Ichiro Satoh

## ▶ 強双模倣性ではない例

非決定性と分岐



$$p = a(b.0 + c.0)$$

$$q = a.b.0 + a.c.0$$

Ichiro Satoh

## ▶ 代数的性質

恒等関係 ( $pRp$ )

関係の合成

$$(pRr, rR'q \rightarrow pRR'q) \quad \text{<推移律>}$$

$$\text{逆関係 } (pRq \rightarrow qRp) \quad \text{<反射律>}$$

関係の和 (これらの和集合)

Ichiro Satoh

## ▶ 代表的関係

$$\alpha.P \sim \alpha.P$$

$$P+0 \sim P$$

$$P+Q \sim Q+P$$

$$P|0 \sim P$$

$$P|Q \sim Q|P$$

$$P+P \sim P$$

$$P+(Q+R) \sim (P+Q)+R$$

$$P|(Q|R) \sim (P|Q)|R$$

Ichiro Satoh

## ▶ 合同性 (Congruence)

$P \sim Q$  ならば

■  $\alpha.P \sim \alpha.Q$

■  $P+R \sim Q+R$

■  $P|R \sim Q|R$

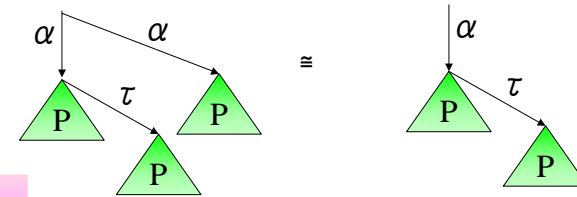
*Ichiro Satoh*

## ▶ 観測等価

$\alpha.\tau.P \equiv \alpha.P$

$\rho+\tau.P \equiv \tau.P$

$\alpha.(P+\tau.Q) + \alpha.Q \equiv \alpha.(P+\tau.Q)$



*Ichiro Satoh*