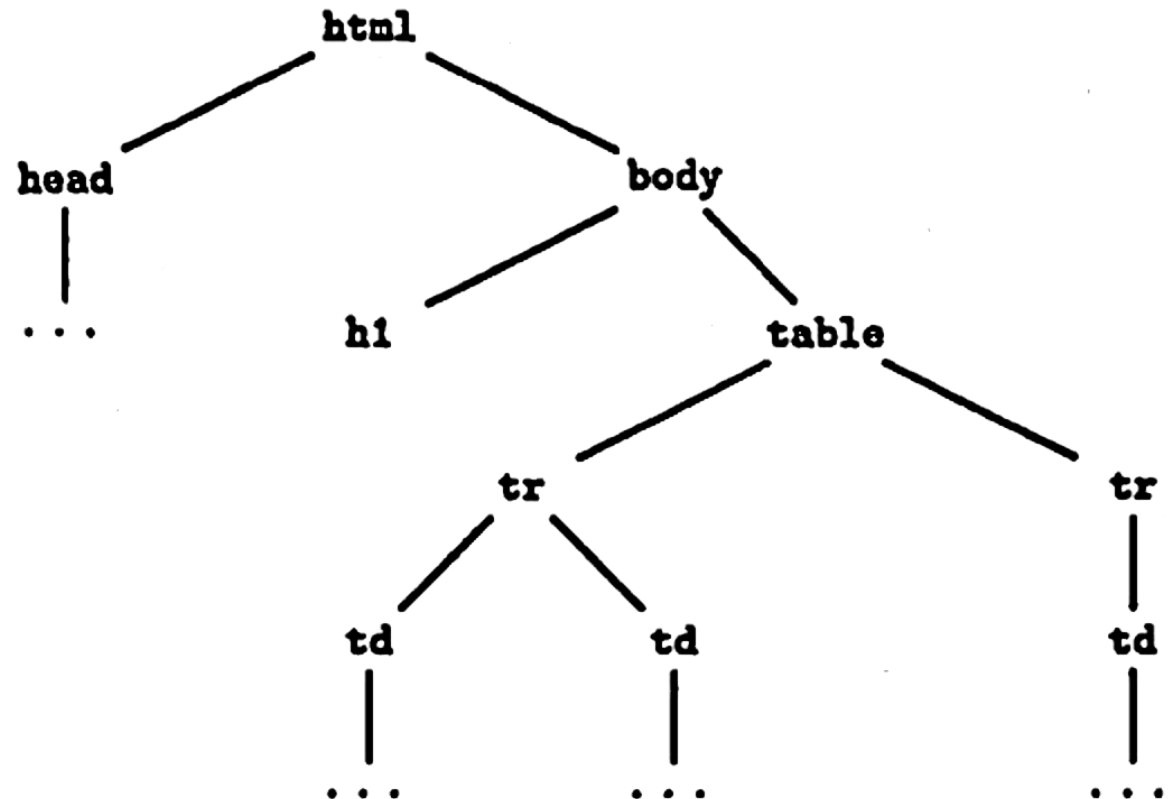


ランクなし木のオートマトン

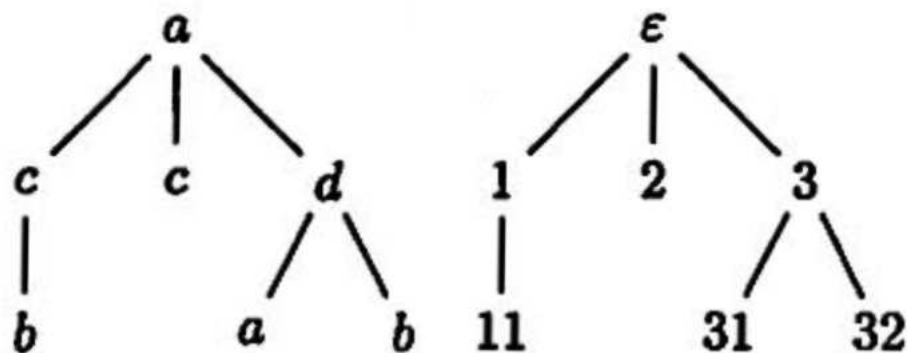
- XML : ランクを持たない木とみなせる

```
<html>
  <head>
    ...
  </head>
  <body>
    <h1>...</h1>
    <table>
      <tr>
        <td>...</td>
        <td>...</td>
      </tr>
      <tr>
        <td>...</td>
      </tr>
    </table>
  </body>
</html>
```



- ランクなし木を扱う方法
 - ランク付き木にコーディングして処理する
構造が変わり、扱いづらくなる
 - 直接処理する
ランクなし木を扱う手法が必要

- ランクなし関数記号の集合 Σ
- ランクなし木 (unranked tree): $H(\Sigma)$
 - $n \geq 0, t_1, \dots, t_n \in H(\Sigma)$ について、 $t_1 \cdots t_n$ を **ヘツジ** と呼ぶ
 - ヘツジ $h, a \in \Sigma$ について、 $a(h) \in H(\Sigma)$
- 例 : $t = a(c(b)cd(ab))$



木

位置を表現する木

- **ヘッジオートマトン (NFHA)**: 規則の形式以外は **NFTA** と似た定義

$$A = (Q, \Sigma, Q_f, \Delta)$$

- 規則の例

- $a((q_a q_b)^*) \rightarrow q$

- 以下の規則を表す

$$a \rightarrow q, a(q_a q_b) \rightarrow q, a(q_a q_b q_a q_b) \rightarrow q, \dots$$

- 完全なNFHAの例：共通の祖先のうち直近の祖先が c であるような、二つの b を持つ木を受理する

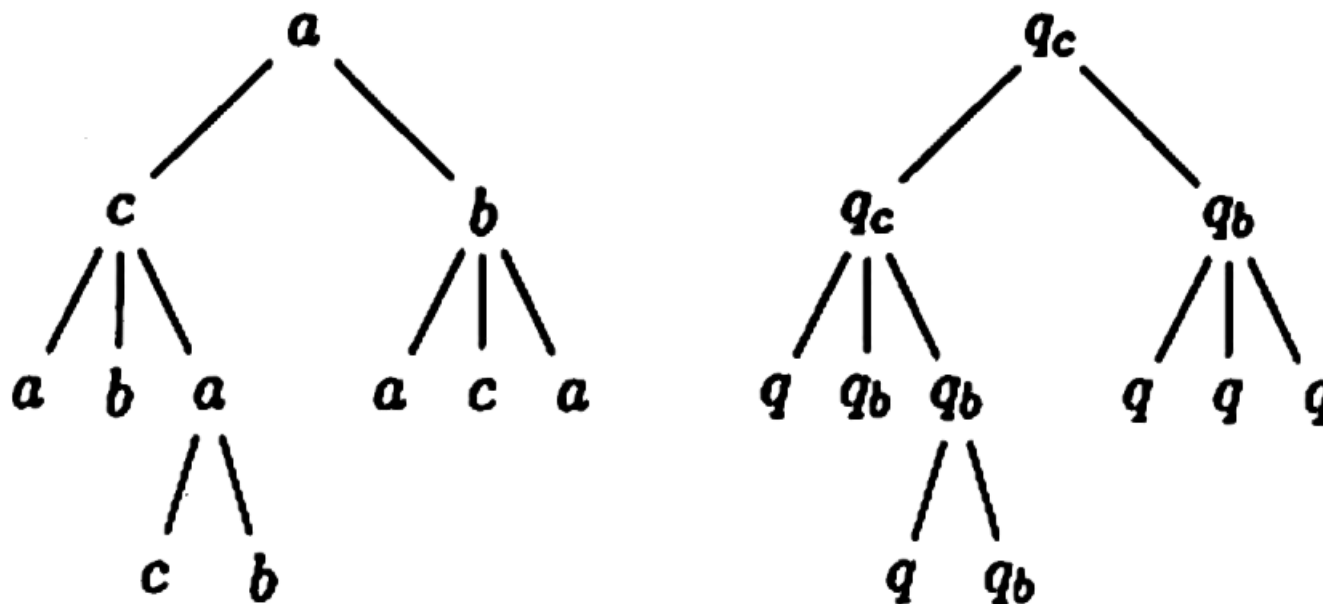
$$- A = (Q, \{a, b, c\}, \{q_c\}, \Delta)$$

$$Q = \{q, q_b, q_c\}$$

$$a(Q^*) \rightarrow q \quad a(Q^*q_bQ^*) \rightarrow q_b \quad a(Q^*q_cQ^*) \rightarrow q_c$$

$$b(Q^*) \rightarrow q_b \quad c(Q^*q_bQ^*) \rightarrow q_b \quad b(Q^*q_cQ^*) \rightarrow q_c$$

$$c(Q^*) \rightarrow q \quad c(Q^*q_bQ^*q_bQ^*) \rightarrow q_c \quad c(Q^*q_cQ^*) \rightarrow q_c$$



- 完全でない **NFHA** の例：真になるブール式を受理する

$$- A = (Q, \{0, 1, not, and, or\}, \{q_1\}, \Delta)$$

$$Q = \{q_0, q_1\}$$

$0(\varepsilon) \rightarrow q_0$	$or(Q^* q_1 Q^*) \rightarrow q_1$
$1(\varepsilon) \rightarrow q_1$	$or(q_0 q_0^*) \rightarrow q_0$
$not(q_0) \rightarrow q_1$	$and(Q^* q_0 Q^*) \rightarrow q_0$
$not(q_1) \rightarrow q_0$	$and(q_1 q_1^*) \rightarrow q_1$

- **NFHA** は完全化可能

- **決定的ヘッジオートマトン (DFHA):** 以下を満たす **NFHA**
 - どの相異なる規則 $a(R_1) \rightarrow q_1$ と $a(R_2) \rightarrow q_2$ についても、 $R_1 \cap R_2 = \emptyset$ もしくは $q_1 = q_2$
- **NFHA** は決定化可能 (等価な **DFHA** が存在)
- 一般にランク付き木へのエンコードが可能なことから、ランク付きオートマトンの性質を受け継ぐ
 - 和、積、補集合演算に閉じている
 - 空問題は決定可能