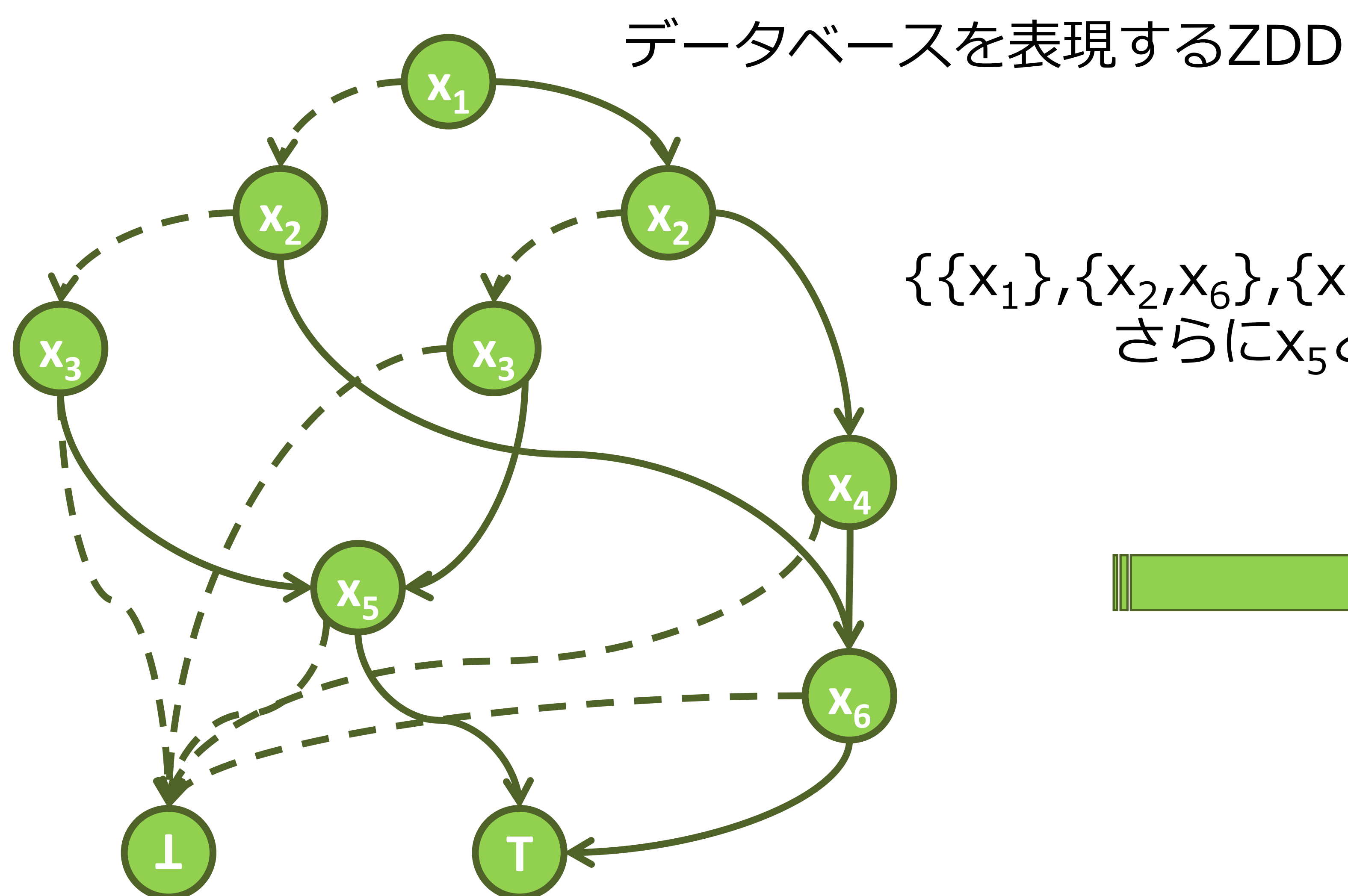


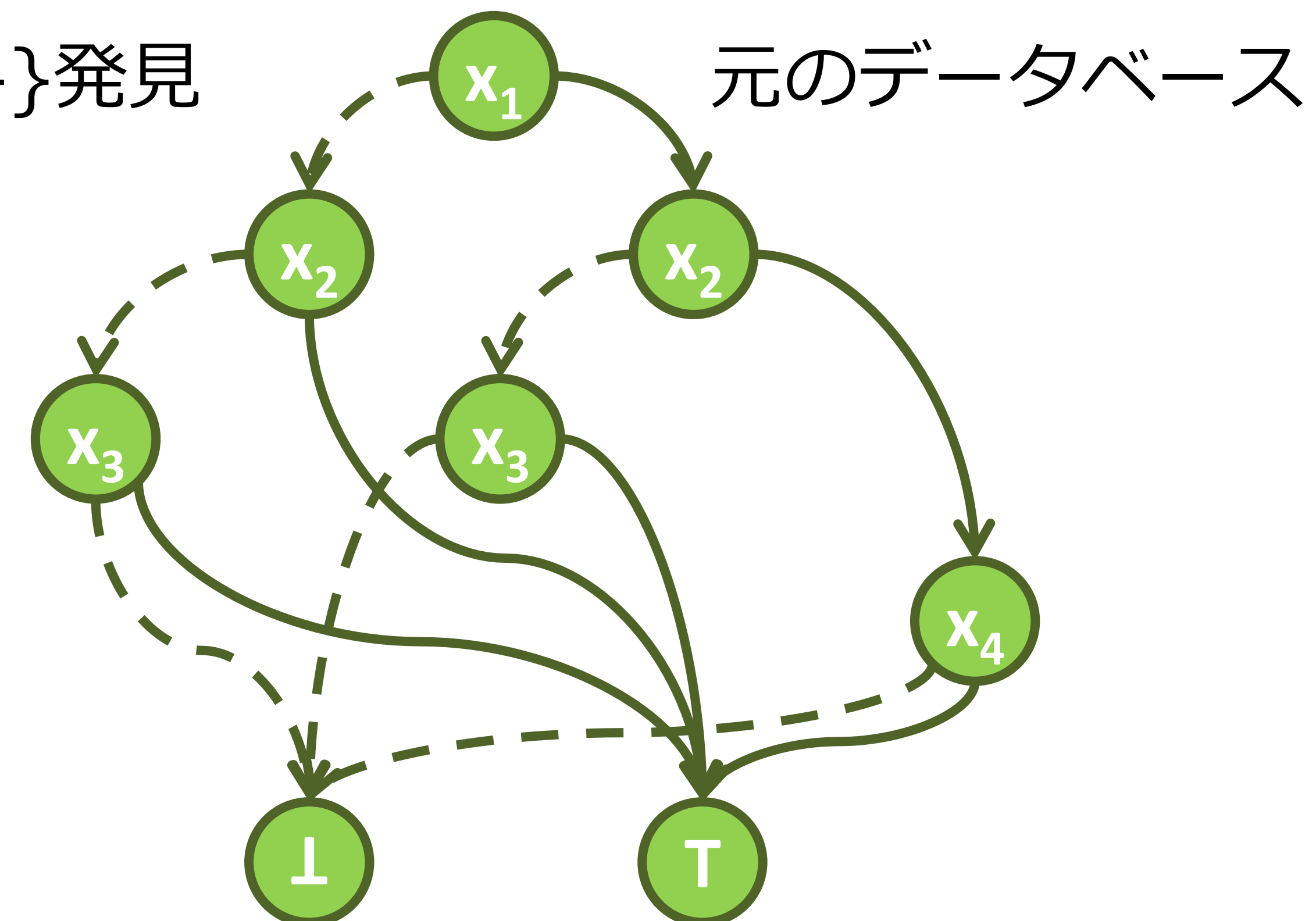
二分決定グラフから変数同等関係の抽出

戸田貴久 toda@erato.ist.hokudai.ac.jp

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	1	0	1	0	1
0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0



$\{\{x_1\}, \{x_2, x_6\}, \{x_3, x_5\}, \{x_4\}\}$ 発見
さらに x_5 と x_6 除去



1. 二分決定グラフと変数同等関係とは？

背景

- 二分決定グラフ (BDDやZDDなど)
もともとは論理関数のコンパクトなデータ表現法
大規模データベースの解析や列挙問題への幅広い応用
圧縮したまま様々な演算を施せるなどの利点

課題と着想

- 変数の個数を少なくしたい
- 変数集合上に現れる論理構造を抽出したい

今回着目する関係

x と y が **同等** とは、すべての行で x と y のとる値が一致

関連研究

- 対称アイテム集合マイニング (湊2007)
- 共起成分の含意関係 (湊2008)

3. 今後の展望

今回の課題

- 具体的な応用
- 「疎なデータベース」という仮定をなくす
- 幅優先探索による効率的なアルゴリズム
- 同等変数を除去した二分決定グラフに対する演算

今後の課題

- その他の関係も抽出：例えば、

y は x に **従属する** とは、すべての行に関して、 y が 1 をとるならば x も 1 をとるとき

y は $\{x_{i_1}, \dots, x_{i_k}\}$ に **従属する** とは、すべての行に関して、 y が 1 をとるならば $x_{i_1}, \dots, x_{i_k}$ のいずれかが 1 をとるとき

- 解のランダム生成による、**粗い尺度での関係抽出**
- 構造解析技法として体系化

2. 変数に関する同等関係を抽出する問題 (検討中)

入力：変数集合 $\{x_1, \dots, x_n\}$ と
疎なデータベース¹を表現するZDD

出力：同等な変数同士のみ変数集合の分割

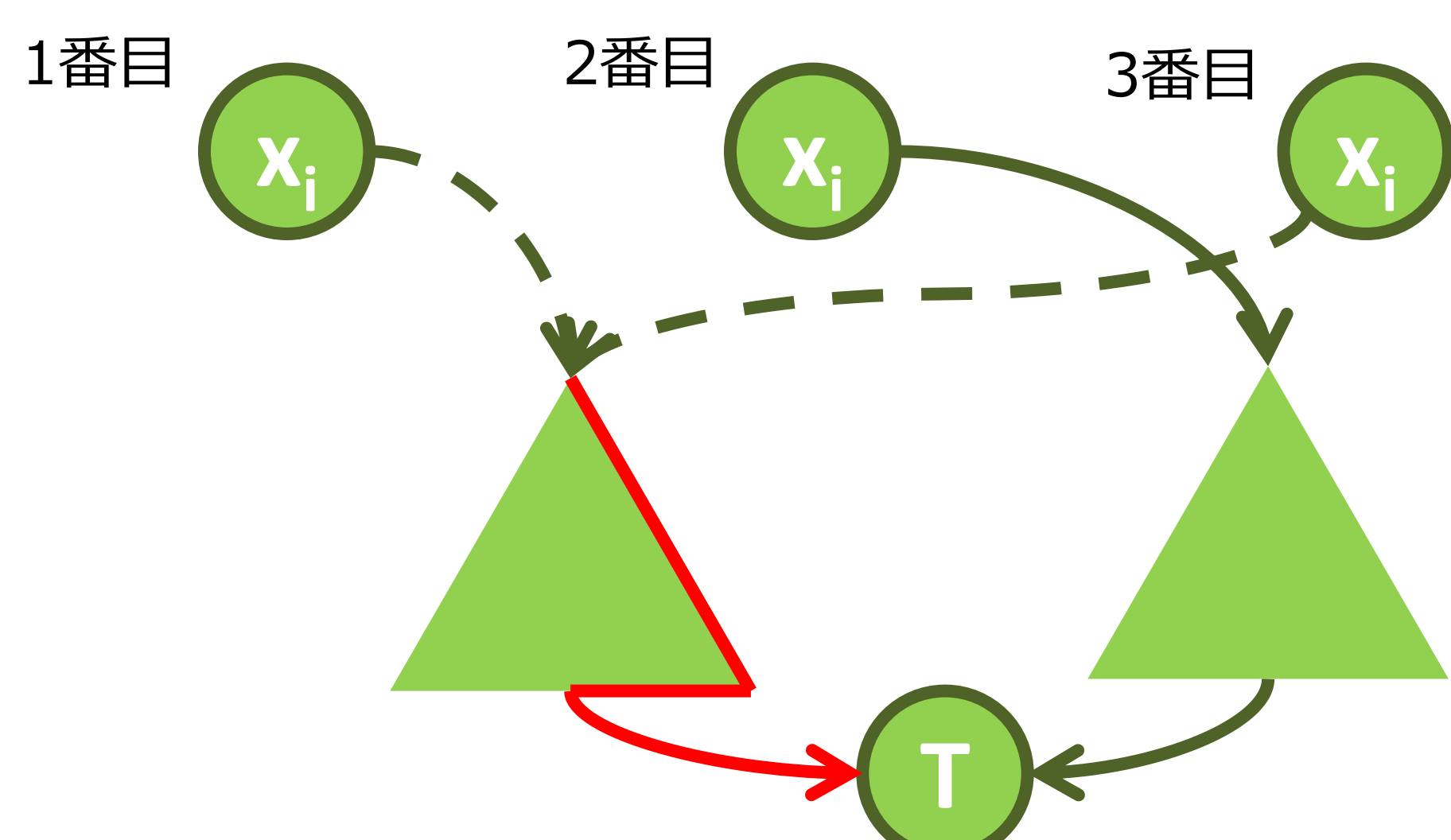
1. 各行で値1をとる変数の個数が、すべての行を通して、(データベースサイズによらず) 定数とみなせるもの

解析結果

$O(\text{ZDDノード数})$ の時間と記憶量で計算可能

アルゴリズム概要・方針

- 基本的には0枝優先の深さ優先でZDD節点を走査
- 出力用のデータ構造は、最初一つのブロックだけ
- 探索中、同等でない変数を発見次第、ブロックが分裂
- 0枝/1枝のどちらが選ばれたかを記憶する部分あり
- 次の節点が訪問済みするとき、1枝を優先させて終端節点Tまで一回走査した後で、次の未訪問節点に進む



圧縮の活用

初期状態：

