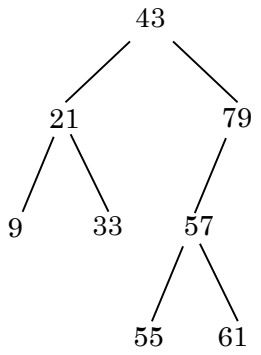
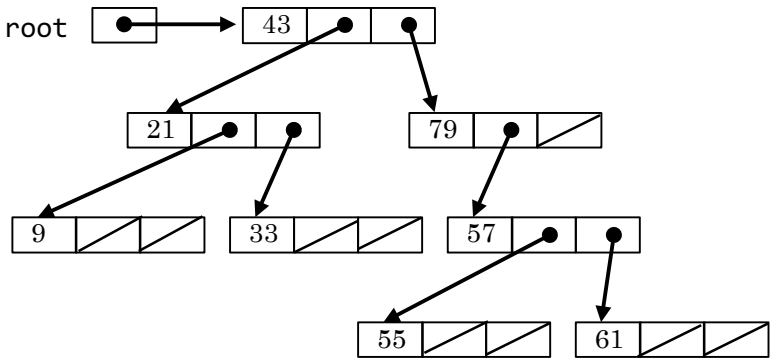
1. 下図のように各要素が 1 つの“親”を持ち，階層的に連結されたデータ構造を**木（ツリー）構造**という。各要素を**ノード（節）**，連結を**リンク（エッジ，枝）**，図では一番上にある親がないノードを**根（ルート）**，子がないノードを**葉（リーフ）**という。特に，木構造の中で子の数が 2 つ以下であるものを**2 分木**と呼ぶ。
   下記のプログラムは 2 分木の構造を理解するためのものである。図に示した 2 分木を構築する処理を main メソッドに追加せよ。さらに，全ノードを行きがけ順（先行順），通りがけ順（中間順），帰りがけ順（後行順）のそれぞれで表示させてみよ（★♪◆のそれぞれの位置で要素を表示させればよい）。





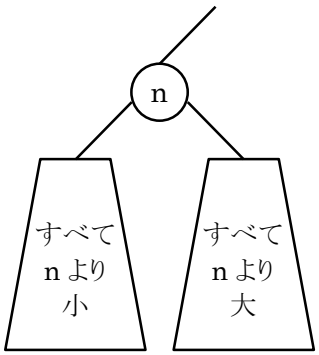

```
/* Node.java */
public class Node {
   public int data;
   public Node left;   // 左の子
   public Node right;  // 右の子

   public Node(int data) {
      this.data = data;
      left = right = null;
   }
}
```

```
/* Tree.java */
public class Tree {
   public Node root; // 根

   public Tree() {
      root = null;
   }

   public void traverse() {
      traverse(root);
   }

   // 深さ優先探索で（部分）木を巡回する
   public void traverse(Node n) {
      if (n == null) return;

      /* ★ */
      traverse(n.left);
      /* ♪ */
      traverse(n.right);
      /* ◆ */
   }
}
```

```
/* Program.java */
public class Program {

   public static void main(String[] args) {

      // 木の構築
      Tree tree = new Tree();
      tree.root = new Node(43);

      tree.root.left =

      tree.root.right =

      tree.traverse();
   }
}
```

※ オブジェクト指向的には好ましくないが，木の構造が分かりやすいように，すべて public としている。

2. **2 分探索木**は，右図に示すように，その中のどのノード n をとっても，その左の部分木には n より小さい要素，右の部分木には n より大きい要素しかないような 2 分木である。このデータ構造は文字通り探索に適する。実は 1.のプログラムの 2 分木は，2 分探索木である。



下記のプログラムは， 1.のプログラムのクラス Tree を拡張し，木から指定のキーを持つノードを探索するメソッド search を追加したものである（Node クラスは 1.のものをそのまま利用する）。空欄を適切に埋めて探索が行われるようにし，この探索アルゴリズムの利点を考察せよ。

```
public class Tree {

    /* 1.のクラス Tree に，以下を追加する */

    // 木全体から key を探索する
    public Node search(int key) {
        return search(key, root);
    }

    // ノード n の下の部分木から，再帰的に key を探索する
    public Node search(int key, Node n) {
        if (n == null)
            return null;

        if (key < n.data) {
            return search(key,           );
        }
        if (key > n.data) {                  // 上の if に return があるので else が不要
            return search(key,           );
        }
        return                               // key<n.data でも key>n.data でもないとは？
    }
}

/* 動作を検証するための Program.java */
public class Program {
    public static void main(String[] args) {

        // 木の構築
        Tree tree = new Tree();

        /* ここで 2 分探索木の条件を満たす木を構築する（例えば 1.の木は条件を満たす） */

        // 探索処理
        System.out.print("探索整数 -> ");
        int key = new java.util.Scanner(System.in).nextInt();
        Node found = tree.search(key);
        System.out.println("見つかりま" + (found != null ? "した。" : "せんでした。"));
    }
}
```

3. 2.のプログラムを修正してクラス E を要素とするジェネリッククラス Tree<E>を定義し，文字列を要素とする 2 分探索木を構築して動作を確認せよ。ただし，E が compareTo を持つという条件を示すために Tree<E>の定義の冒頭は下記のように記述する（親がインタフェースでも extends と書くのが決まり）。

```
public class Tree<E extends Comparable> // より正しくは Comparable<? super E>
```