

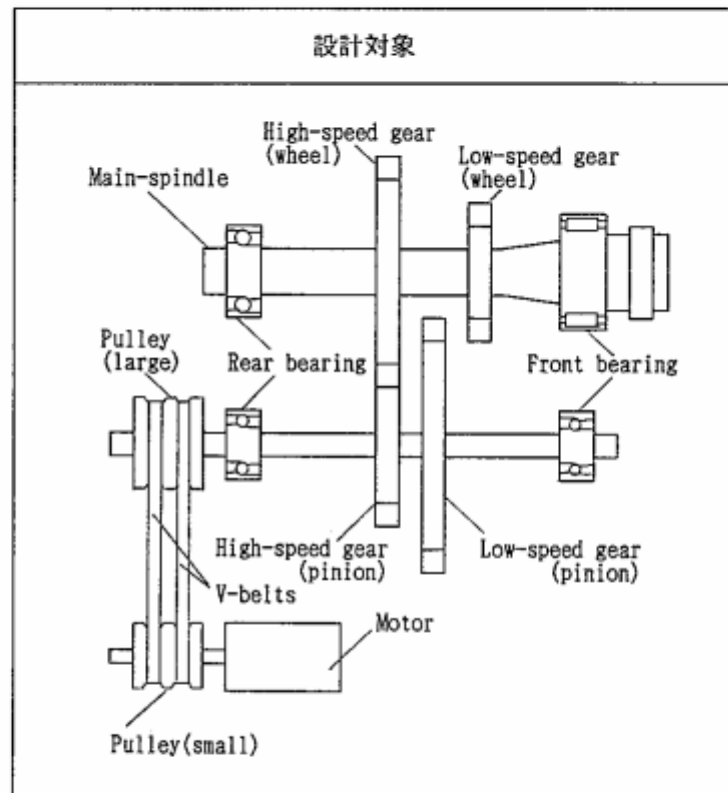
題 名	<p style="text-align: center;">制約指向知識コンパイラ - 設計支援システム構築ツール - MECHANICOT</p>
目 的	<p>設計者にとって自然な形で設計知識を表現するだけで設計支援システムを作成できる構築ツールの実現を目的とする。</p> <p>重要な要素技術である制約指向知識コンパイラを用いて、上記ツールの実現を目指す。</p>
概要 及び 特徴	<p>従来の設計支援システムは、設計知識を手続き的プログラムとして、かつ処理系（推論エンジン）に依存した形で記述する必要があり、設計知識がシステムの中に埋め込まれてしまい設計者から見えなくなっている。このため設計知識を共有したり再利用したりすることが困難であると指摘されている。</p> <p>そこで、制約指向知識コンパイラを適用することにより、以下の特徴を持つ構築ツールを実現し、これらの問題点の解消を図る。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 宣言的に記述された設計知識及び要求仕様を制約とみなし、設計過程を制約充足過程と捉える。 (2) 与えられた制約間の依存関係を解析して設計手順を生成する「制約解析機構」を持つ。 (3) 設計知識と推論エンジンを結合させ、設計支援システムを出力する。 <p>実験システムMECHANICOTは、典型的なパラメトリック設計である「工作機械の主軸設計問題」を例題としている。</p> <p>なお、本研究は通産省工業技術院機械技術研究所との共同研究に基づく。</p>
構 成	<p style="text-align: center;">MECHANICOT (PSI マシン上)</p> <p>The diagram illustrates the system architecture. On the left, a box labeled '設計者' (Designer) contains three sub-boxes: '設計対象に関する知識' (Knowledge about the design object), '設計手法に関する知識' (Knowledge about design methods), and '要求仕様' (Requirements). On the right, a large box labeled 'MECHANICOT (PSI マシン上)' contains a 'ライブラリ' (Library) with '機械要素部品、ユニット (シャフト、ベアリング、ギア等)' (Mechanical components, units like shafts, bearings, gears) and '設計公式、カタログ、図表等' (Design formulas, catalogs, charts, etc.). Below the library is the '制約指向知識コンパイラ' (Constraint-oriented knowledge compiler), which includes '設計手順の生成 (制約解析機構)' (Design procedure generation (constraint analysis mechanism)) and '設計知識と推論エンジンとの結合' (Integration of design knowledge and inference engine). An arrow labeled '入力' (Input) points from the '要求仕様' box to the compiler. Two dashed arrows labeled '参照 継承 変更' (Reference, Inheritance, Change) point from the compiler back to the '設計対象に関する知識' and '設計手法に関する知識' boxes. An arrow labeled '出力' (Output) points from the compiler to a box labeled '設計支援システム' (Design support system).</p>

1. デモ概要

- ・以下の順序でデモを行う。
 - (1) 本研究の目的とシステム概要の説明
 - (2) 設計対象の構成とパラメータの表示
 - (3) 設計知識（クラス定義）表示
 - (4) 設計手順生成（知識コンパイル）過程表示
 - (5) 生成した設計システムの実行

2. 設計対象とパラメータ

- ・設計対象である
工作機械の旋盤
の主軸の構成を
示す。

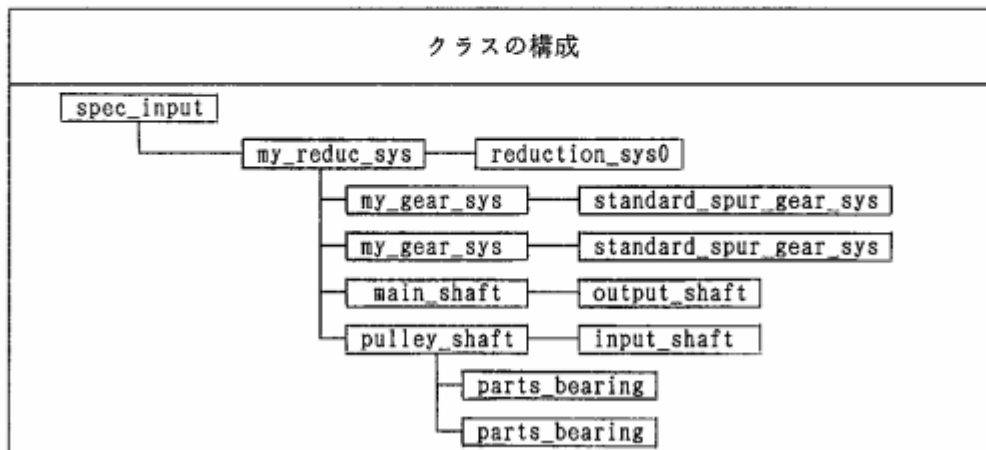


- ・本設計は要求仕様を満足する設計パラメータを求めるものであり、一般にパラメトリック設計と呼ばれる。すなわち対象ワーク（被切削物）の材質や切り込み深さなどの切削能力に関する要求仕様に対して各部品の寸法や品番を求める問題である。設計システムの入力パラメータ（要求仕様）及び設計パラメータを示す。

入力パラメータ	設計パラメータ
対象ワーク材質，工具材質， 最大ワーク径，最高回転数， 最大切り込み深さ，最大送り， ドリル径，ドリル切削速度	主軸径，プーリ軸径，ギア比，プーリ比， ギア歯数，ピッチ円径，ベアリングスパン， ベアリングマウント，ベアリング型式・品番， Vベルト型式・品番，プーリ型式・品番，等

3. 設計知識の記述

- MECHANICOTでは設計知識を設計対象の機能ブロックや部品毎にクラスとしてモジュール化して表現する。各部品はクラスで表現される。クラスを階層構成とすることにより機能の継承関係 (*inherit-from*)や、全体・部分関係 (*consist-of*)を表現可能としている。主軸に関するクラス構成を示す。横方向は機能の継承関係を、縦方向は全体・部分関係を表わす。



- クラスには、設計対象に関する知識として上記のクラス関係や設計パラメータ (*parameter*)、部品の接続関係により決定される制約 (*constraint*)を記述する。さらに、設計方法に関する知識として設計手続き (*design_method*)、ジェネレータ (*generator*)、テスト (*tester*)、フィルタ (*adjust_by*)の4種の設計上の制約条件を記述する。クラスの記述例を示す。

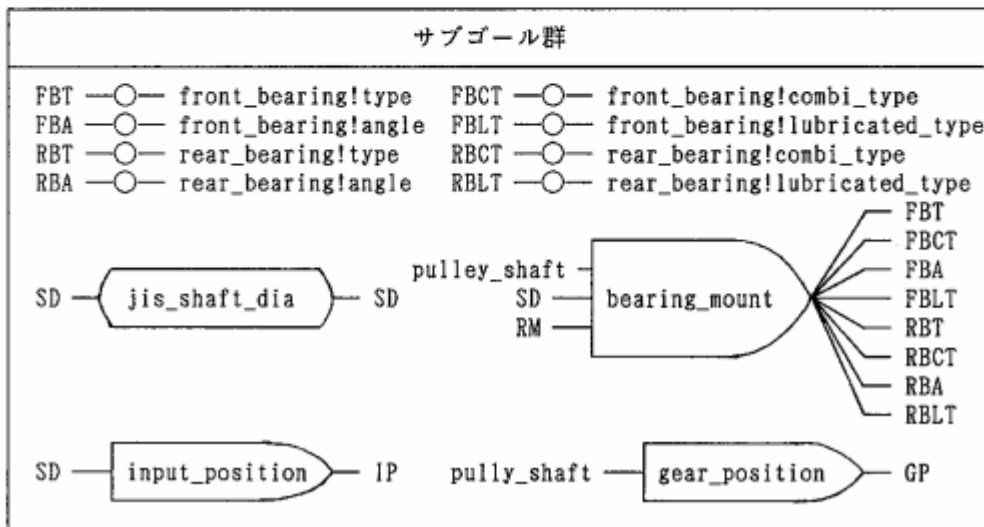
クラスの記述例

```

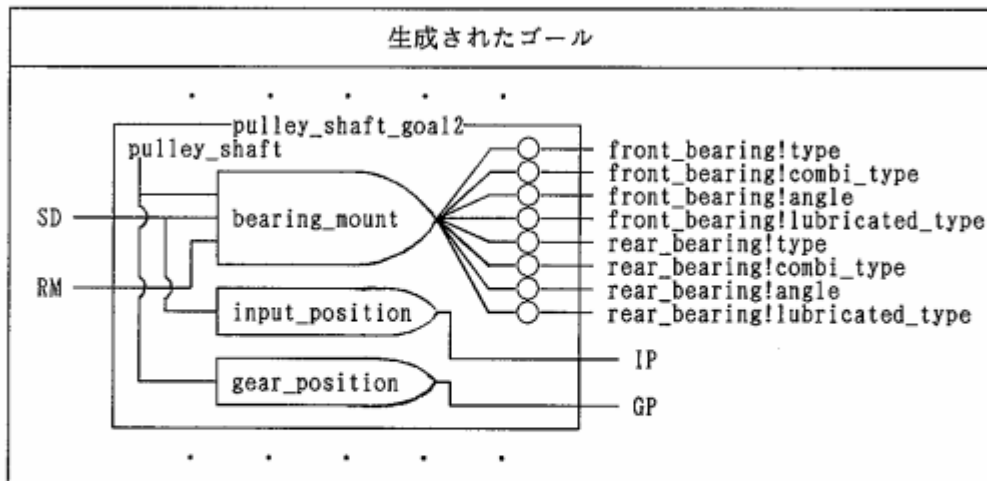
class_name
    pulley_shaft;
inherit_from
    input_shaft.
consist_of
    front_bearing is pulley_shaft_bearing.
    rear_bearing is pulley_shaft_bearing;
parameter
    front_bearing_type := void.
    front_bearing_combi_type := void.
    .
    .
    .
constraint
    #front_bearing!type := front_bearing_type.
    .
    .
    .
design_method
    [[front_bearing_type, front_bearing_combi_type, . . .].
    :bearing_mount(#heuristics_kb, atom(pulley_shaft), . . . )
    ];
    .
    .
end.
    
```

4. 制約指向知識コンパイルによる設計手順の生成

- MECHANICOTはクラスに記述された制約間の依存関係を解析して設計手続きを生成する。
- まず対象の構造上の制約，設計手続き，ジェネレータ，テスト，フィルタのそれぞれに対し，サブゴールを割り当てる。サブゴールの例を図示する。



- 次にサブゴールの入出力パラメータ間の依存関係を解析し，複数のサブゴールを組み合わせ，ゴールに組み上げる。生成されたゴールの例を図示する。



- 同様にゴールの入出力パラメータの依存関係からゴールの呼び出し順を決定し，設計システムのプログラムを出力する。