

MATLAB/Simulinkモデルに基づく 機能共鳴分析手法のモデル検査手法

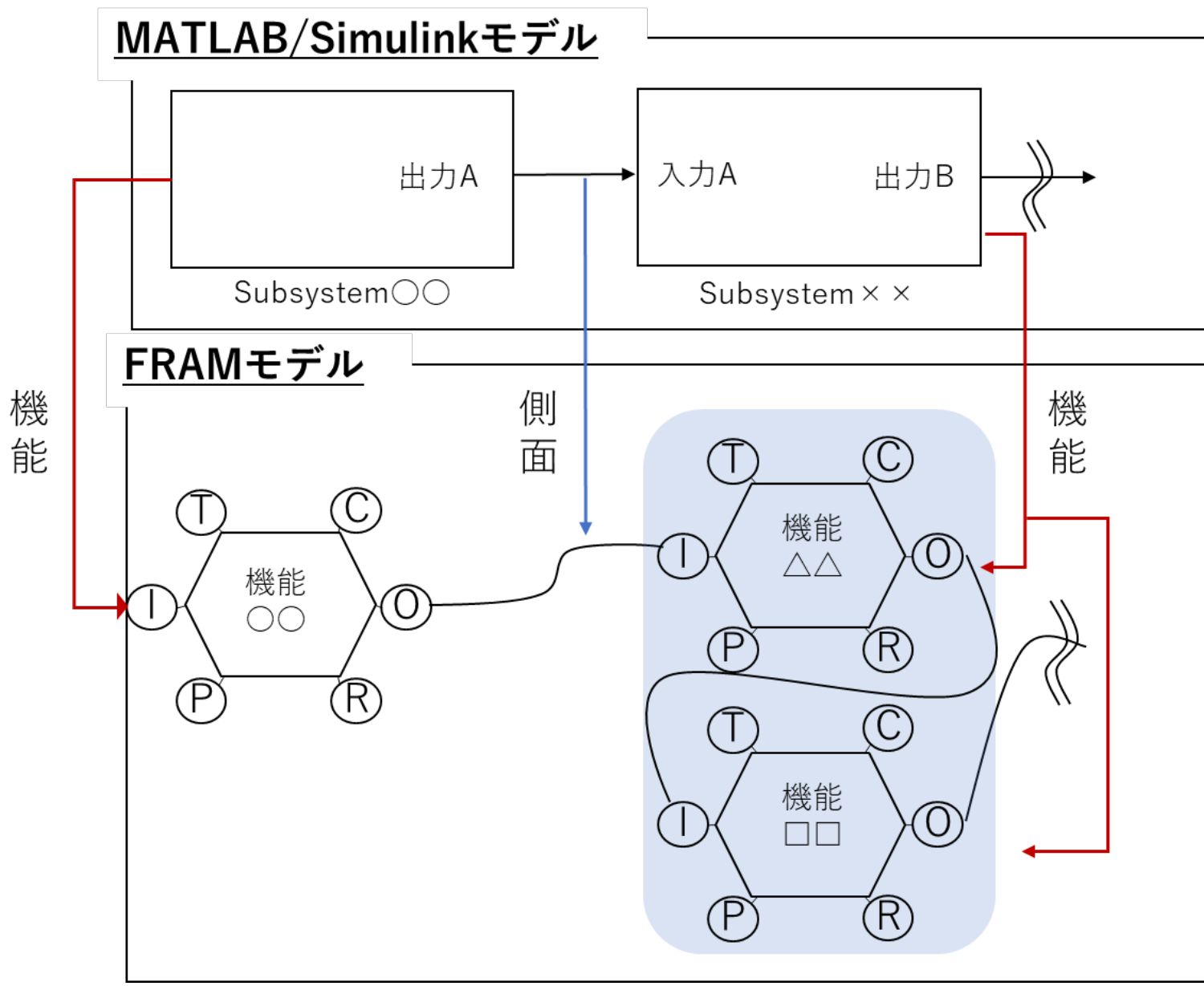
モデルベース開発

モデルベース開発 (MBD:Model Based Development)

システム開発において
設計情報のモデル化、シミュレーションなどの実現
⇒設計と実装における複雑さの解決を図る

MATLAB/Simulink

MBDにおいてよく使われる手法のひとつ



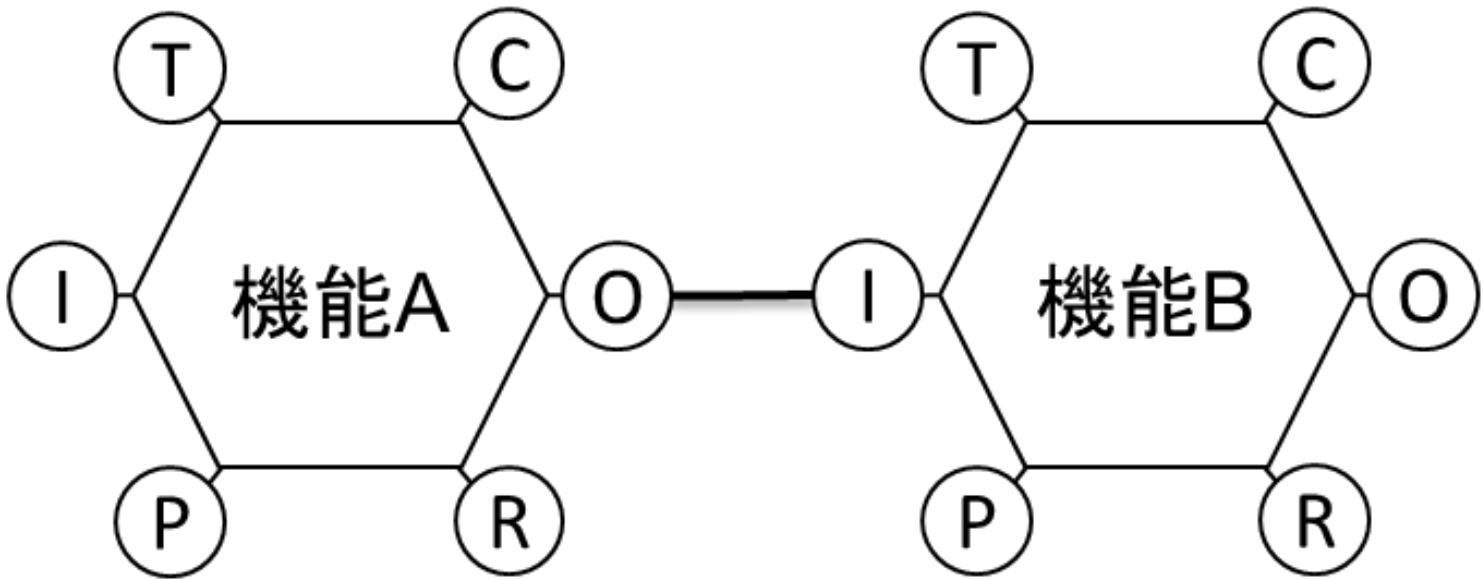
先行研究^[1]では
Simulinkモデルを対象に
後述のFRAMに基づくモデルを作成する方法の提案

FRAM^[2]

機能共鳴分析手法

(FRAM:Functional Resonance Analysis Method)
レジリエンスエンジニアリングに基づく安全分析手法のひとつ

機能(結果を出力する活動や活動の集合)を同定
6つの側面(I,O,P,R,T,C)によって特徴づけ
⇒システムをFRAMによって表現



側面	特徴
入力(I)	トリガー，機能で処理されるもの
出力(O)	処理の結果
前提条件(P)	動作前に成立している条件
資源(R)	機能で消費されるもの
時間(T)	動作に関する時間的制約等
制御(C)	機能のモニターや管理を行う

モデル検査手法

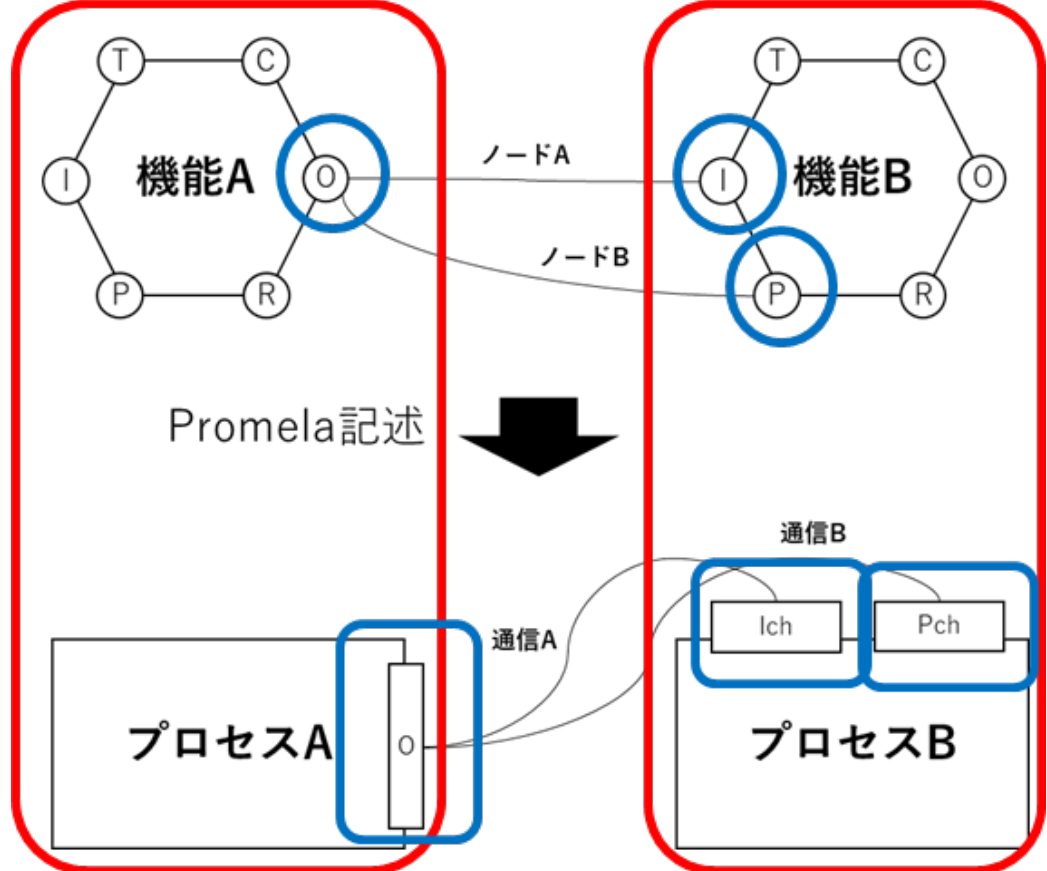
モデル検査:システムの状態を網羅的に探索することが可能
本研究では、網羅的な探索により機能の変動の影響を
掴むことでFRAMに基づいた検査を目的とする

機能のプロセス化

```
proctype Function_fun0{
  /**変数の宣言***/
do
  ::true ->
    /**receiver***/
    /**機能の動作***/
    /**sender***/
od
}
```

側面のチャンネル化

```
//チャンネルの宣言
chan FunctionA_ch = [0] of {mtype,mtype};
FunctionA_ch!input,result; //送信
FunctionA_ch?input,result; //受信
```



先行研究^[1]によって作成した変換後FRAMモデルから
モデル検査器SPINで検査を行うためのプログラムを作成

フロー制御

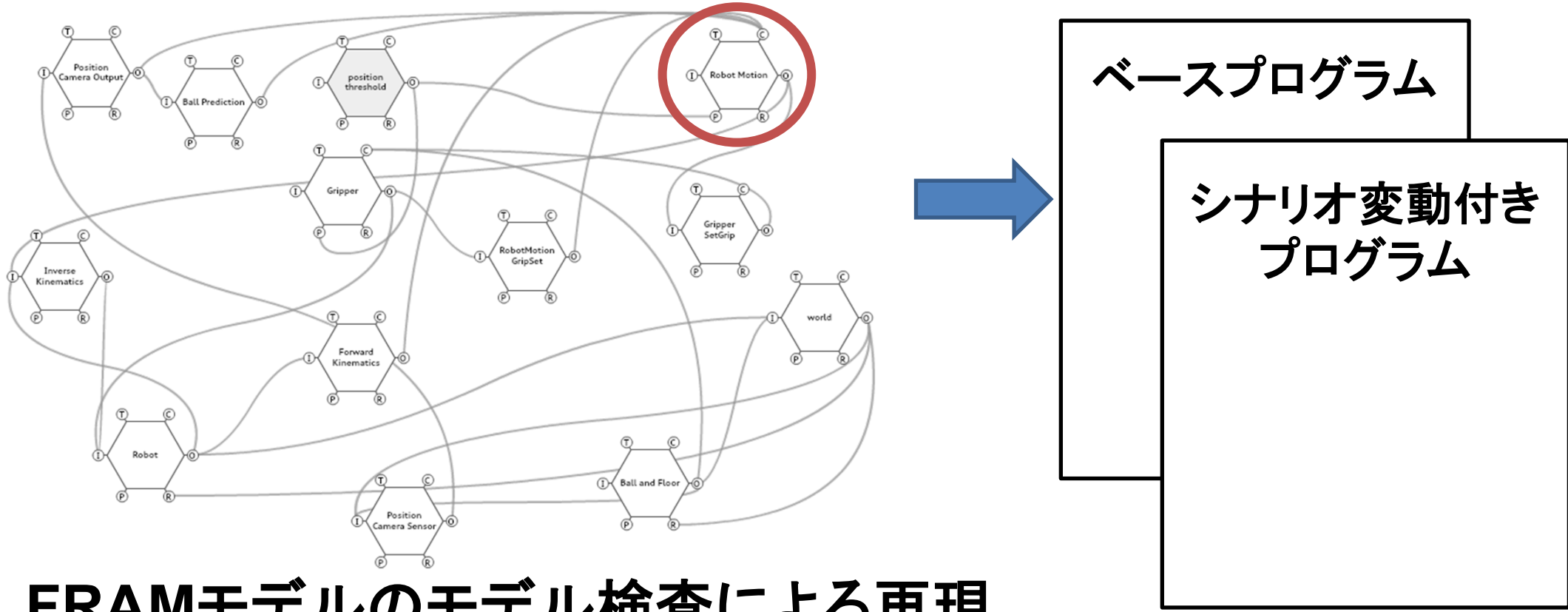
```
proctype Function_fun0{
  /**変数の宣言***/
do
  ::true ->
    /**recei***/
    /**機能***/
    /**send***/
od
}

proctype Function_fun1{
  /**変数の宣言***/
do
  ::true ->
    /**receiver***/
    /**機能の動作***/
    /**sender***/
od
}
```

ケーススタディ

Simulinkモデル「Manipulator Ball Tracking」の例^[3]

先行研究^[1]で作成した変換後FRAMモデル→プログラム



FRAMモデルのモデル検査による再現

作成したプログラムをそのままモデル検査
⇒全機能が想定通りに動作⇒Promela記述の正当性確認
シナリオに基づいた分析
指摘シナリオから、変動を反映したプログラム差分の作成
⇒機能「RobotMotion」で停止を検出

今後の課題

- Promela記述の改良
- ケーススタディの増加による手法の有効性向上
- シナリオ分析手法の確立と定量的な評価
- 停止要因に対する改善策の提案と再検証

参考文献

- [1] Masamichi Kakeshita, Kenji Hisazumi, Yasutaka Michiura, Keita Sakemi, Michihiro Matsumoto: "Conversion Method of MATLAB/Simulink Model for a Functional Resonance Analysis Method-based Model," 10th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD 2022), pp. 234-241, 2022.
[2] エリック・ホルナゲル, 小松原明哲, 氏田博士, 菅野太郎, 狩川大輔, 中西美和, 松井裕子: "社会技術システムの安全分析 FRAMガイドブック", 海文堂, 2013.
[3] The MathWorks, Inc.: "Robot Manipulator Control Example," <https://github.com/mathworks-robotics/designing-robot-manipulator-algorithms>.