

## 自律分散システムの挙動および自律セルの要件†

1S-9

福留五郎 土居公司 田辺繁美 ○飯田豊男  
オムロン(株)コントローラ研究所第1技術開発課

## 1 はじめに

近年さまざまな方面から自律分散システムの研究が行なわれており、生産システムへの適用の有効性も示唆されている。我々は自律分散型生産システムを構築することを目的として、自律分散システムの挙動と自律セルの振舞いの論理的モデルの検討を行なった。その結果、自律分散システムの挙動は、個々の自律セルの振舞いによって説明できることがわかった。本書では自律セルの論理的要件と振舞いおよび、自律分散システムの挙動について述べる。

## 2 自律分散システムとは

自律分散システムはさまざまな定義がなされている。本書では、システムに対する要件から以下のような性質をもつシステムを自律分散システムと定義した。

## (1) 変動に強い

故障を許容する特性(フォールトトレランシー)、要求変更を許容する特性(ファンクショントレランシー)、負荷変動を許容する特性(ロードトレランシー)を持ち、システムの内外に発生する外乱を許容する。

## (2) 自律セルと呼ぶ要素の集合体として構成される

自律セルは、同質性、大域性、主体性、協調性、機能冗長性を持つ。

## (3) システムの振舞いは、自律セルの挙動により決定する

自律セルは他の自律セルと協調することにより、システムにとって、最適となる意志決定を行ない、自律セル自身の行動を決定する。

## 3 自律セルの論理的モデル

自律セルの論理モデルを図1に示す。自律セルは自律分散システムの構成要素であり、以下の性質を持つ。

## (1) アクティビティと呼ぶ機能単位を複数持つ。

## (2) 高々1つのアクティビティのみを同時に実行できる。

- (3) アクティビティの機能遂行により、自律分散システムはシステムに対する要求を実現する。
- (4) 大域的情報通信能力により、自律分散システムに対する要求を知る。
- (5) 自律セルは、同質であり、同種のアクティビティを同じ数だけ保有する。

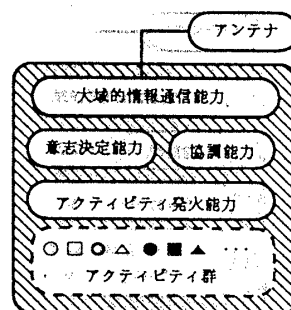


図1: 自律セルの論理モデル

## 4 自律分散システムの論理モデル

図2に自律分散システムの論理モデルを示す。自律分散システムは、前述した自律セルから構成される。自律分散システムは、システムに対する要求をジョブ実行要求の形で受け付ける。外部からのジョブ実行要求は、各セルがその大域的情報通信能力を用いて認識する。

自律分散システムが受け付けるジョブは、順序関係を持たない並列実行可能なジョブを想定している。また、自律分散システムと、外部のシステムは非同期であることを想定している。

## 5 自律セルの振舞い

次に、自律セルの振舞いについて述べる。外部から要求のあったジョブは、自律セルのアクティビティによって処理される。この時の各自律セルの振舞いを図3に示す。図3に示すように、各セルは、システムの変動を感知(大域的情報通信能力)し、自セルがジョブを処理できるか判断(意志決定能力)し、ジョブを処理しようとしている他の自律セ

†Behavior and requirement of the decentralized autonomous system.

Goro Fukutome, Koji Doi, Shigemi Tanabe, Toyoo Iida  
OMRON Co. Intelligent Controller Lab.

ルと調整(協調能力)し、アクティビティを発火させる(アクティビティ発火能力)ことにより、ジョブを処理する。

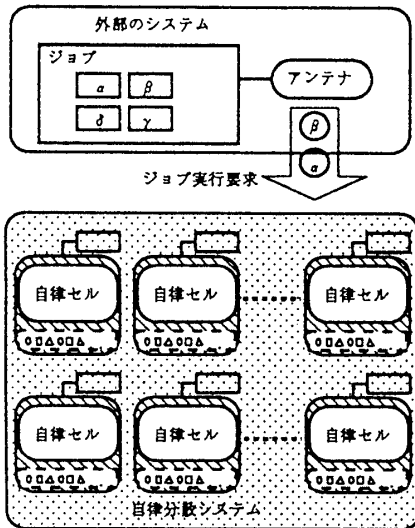


図 2: 自律分散システムの論理モデル

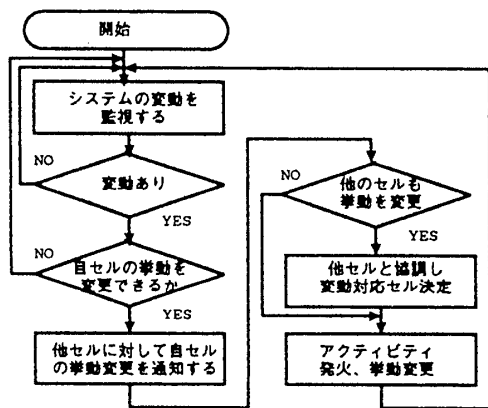


図 3: 自律セルの振舞い

## 6 自律分散システムの振舞い

前述したように自律セルの論理的モデルと自律セルの振舞いを定義することによって、自律分散システムの振舞いは自律セルの振舞いによって説明できる。

以下に自律分散システムのシステムとしての振舞いを6つのケースに分けて述べる。

- (1) ある自律セルが故障などにより、系から離脱する  
負荷の軽い自律セルが離脱したセルの代行を立候補

する。立候補セルが複数あれば、セル間で調整の上、代行するセルを決定する。

- (2) 系から離脱したセルが、再度系に加入する  
加入セルが、システム内のセルに加入を通知する。
- (3) システムへの機能要件が増えた  
負荷の軽いセルが、増加分の機能対応に立候補する。立候補セルが複数あれば、セル間で調整の上、対応セルを決定する。
- (4) システムへの機能要件が減った場合  
減少分の機能の対応をしていたセルが、該当アクティビティを停止する。
- (5) システムへの負荷要求が増えた  
負荷の軽い自律セルが増加分の負荷対応に立候補する。立候補セルが複数あれば、セル間で調整の上、対応セルを決定する。
- (6) システムへの負荷要求が減った場合  
減少分の負荷対応をしていたセルが、該当アクティビティを停止する。

これらの振舞いは、前述した個々の自律セルの振舞いによって全て説明できることがわかる。また、上記6ケースはそれぞれ自律型生産システムに必要な、フォールトトレランシー(ケース(1),(2))、ファンクショントレランシー(ケース(3),(4))および、ロードトレランシー(ケース(5),(6))に対応した振舞いである。

## 7 終りに

自律分散型生産システムを構築することを目的として、自律分散システムの挙動と自律セルの要件を検討した。その結果、自律分散システムの振舞いは、自律セルの振舞いによって説明できることがわかった。今後はこの結果を踏まえて以下の検討を進める。

- (1) 協調のためのプロトコル
- (2) 自律分散生産システムを構築する要件としての計画、診断、制御エキスパートシステムの検討

## 8 参考文献

- (1) 第1~第4回自律分散システムシンポジウム予稿集, 計測自動制御学会
- (2) 沖野教郎: 生物型生産システム, 朝倉書店