

# LSI 設計シミュレーションに関する知識の共有・利用

## Sharing and Reusing of Simulation Knowledge in the LSI design

中林啓司\*<sup>1</sup>

Keiji Nakabayashi

\*<sup>1</sup> 放送大学大学院 文化科学研究科

Graduate School of Arts and Sciences, School of Graduate Studies, the University of the Air

This research aims at sharing and reusing the knowledge about circuit simulation and modeling in the LSI design. In this paper, we introduce the basic model of knowledge sharing. Next, we explain the supporting system based on ontological engineering and topic maps. We have a plan to apply this system to LSI design workflow and verify its usefulness.

### 1. はじめに

製品設計の高品質・効率化の手段として、組織内の技術者がもつ知識を共有・利用し、創造的な設計に発展させていくことへの期待は大きい。1990年代にエキスパートシステムのLSI設計への応用研究[丸山 93]が行われたが、実用に至らなかった。

一方、近年、情報技術を用いた知識共有の試みが盛んである。大量の情報が流通する中、技術者にとって本当に必要な情報を組織化し、適切に選択し取得できる仕組みが重要である。

本研究では、LSIの回路設計シミュレーション(以下、LSIシミュレーション)とそのモデル作成を例にとって、LSI設計知識の共有・利用の枠組みを提案する。最初に知識共有モデルを示す。次に、本モデルに基づいた知識共有を支援するシステムとして、トピックマップを用いて試作した組織知データベースについて述べる。今後、本データベースを実際のLSI設計に適用し、その有用性について実証実験を進めていく予定である。

### 2. 設計知識の共有モデル

#### 2.1 LSI設計に必要な知識

一般的に、設計活動では、さまざまな問題解決を図るため、既存知識が活用される。既存知識の再利用・拡張・視点追加等により、新しい知識(設計物)が創出される[西田 98]。

一方、LSIシミュレーションに必要な知識・情報は、**設計ワークフロー(設計事象)**と**技術領域**の2つ視点から分類することができる。図1にそのマトリックスを示す。

つまり、LSI設計を円滑に行うためには、関連する知識を即座にナビゲーション・参照できるように、図1のマトリックスの視点に沿って知識を体系化・組織化しておくことが必要である。

設計事象 (設計ワークフロー)	技術領域 カテゴリー		
	設計一般知識	モデル	シミュレーション
STEP1. 回路モデル作成	半導体回路	回路モデル	
STEP2. LSIシステム検証			システムシミュレーション
STEP3. デバイスモデル作成	半導体デバイス	デバイスモデル	
STEP4. 回路検証			回路シミュレーション
STEP5. インターコネクモデル作成	インターコネク	インターコネクモデル	
STEP6. LSI全体回路検証			大規模回路シミュレーション

図1.LSIシミュレーションに必要な知識・情報

### 2.2 知識共有モデル

LSIシミュレーション及びそのモデル作成に関する知識は、半導体物理・電子回路網・数値計算等をベースとしているので、論文・技術文書・実施事例等の形で形式化が可能である。

本研究では、野中のSECIモデル[野中 96]に基づいた知識共有モデルを仮定する。さらに、組織知を体系化・組織化して、格納・蓄積・管理するための**組織知データベース**を構築する。これらをLSIシミュレーションに適用すると図2のようになる。

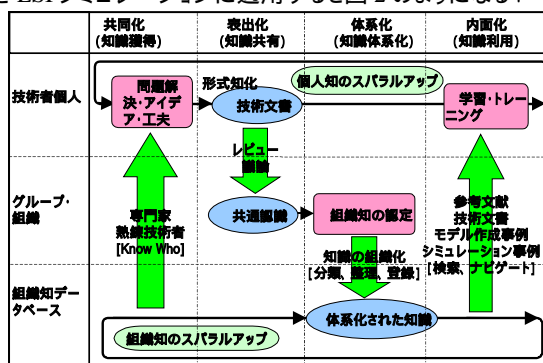


図2.LSIシミュレーションの知識共有・利用のモデル

### 3. 組織知データベース

#### 3.1 トピックマップ

トピックマップは、利用者の概念体系に合わせて、情報を分類・整理する手法である[内藤 04]。本研究では、トピックマップを用いて組織知データベースを構成する。図3にトピックマップの概念図を示す。人間がもつ概念(主題)に対応したトピック、トピック間の関連を示すアソシエーション、各トピックに対応したオカレンス(情報コンテンツ)の3つを主要な構成要素とする。

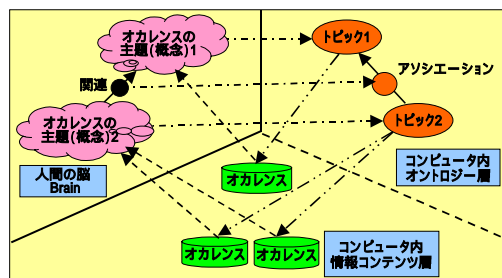


図3.トピックマップの概念図([内藤 04]を簡単化)

連絡先: terios3868@bridge.ocn.ne.jp

### 3.2 LSI シミュレーションのドメインオントロジー

図 3 に示したように、トピックマップの中核は、トピック(概念)とトピック間(概念間)の関連を示すアソシエーションである。本研究では、LSI シミュレーション及びそのモデルに係るウェブサイト・文献・技術文書・書籍・実施事例等の情報コンテンツからキーワードを抜き出し、**オントロジー(概念体系)**を構成した。

また、オントロジーの構成と粒度については、その概念体系を理解・利用し易いように、実際の LSI 設計現場で使用されている CAD システムや設計ワークフローとの対応づけを考慮した。その結果、本オントロジー主要部の語彙数は約 40 個である。

図 4 に本オントロジー主要部を示す。オントロジー層の上位として、ナビゲーション層を設け、設計事象( ~ )と技術領域(設計一般知識、シミュレーション、モデル)の各視点別に、オントロジー層の技術トピック(楕円マーク)を参照できるようにした。また、トピック間の関連(塗潰し円マーク)については、独自の関連定義を作成した。

### 3.3 情報コンテンツ

本組織知データベースでは、各トピックに対応した情報コンテンツを関連ウェブサイト・文献・技術文書・過去事例・デモ等で構成し、これらの形式知を参照することにより、知識共有モデルにおける**表出化・連結化・内面化**[野中 96]を支援する。図 6 に技術トピックの記述例を示す。

### 3.4 Know-Who

一方、知識共有モデルの**共同化**[野中 96]については、組織内の専門家との直接対話支援が可能となるように、技術トピック毎にその専門家を関連づけた。また逆に、この関連を利用して、各専門家の専門技術領域や専門家同士のつながりを把握できる。このように、専門家とその専門技術領域の関連を定義することによって、**Know-Who(人的資源管理)**が可能になる。図 5 に Know-Who のマップ例、図 7 に専門家のトピック記述例、図 8 に専門家と専門技術領域の関連づけの例を示す。

### 3.5 開発環境

トピックマップの記述には、ISO 規格である XTM[Steve 01]を用いた。また、開発環境として、Ontopia 社のフリーソフトである Omnigator[内藤 02]を用いた。さらに、実際の運用環境では、エンドユーザーの操作性向上を考慮し、XSLT を用いて XTM を HTML に変換したものを使用している。図 9 にそのトップ画面を示す。( <http://www5.ocn.ne.jp/~nakaba/TM/html> )

## 4. 実証実験

今後、本研究で提案した知識共有モデル及びその組織知データベースを、実際の LSI 設計現場に適用し、その有用性について実証実験を進めていく予定である。

実験対象として、回路設計シミュレーションの使用頻度が高いアナログ LSI 設計部門を予定している。この組織の構成員は CAD 技術者約 10 名、設計者約 50 名である。

次の項目について定量的あるいは定性的な評価を行う。

- 組織知データベースの利用件数。
- 情報リソース、Know-Who の登録件数。
- 操作性、ユーザーインターフェイス。
- オントロジーの解りやすさ、利用し易さ。
- 知識獲得、知識共有にどの程度役立ったか。
- 設計効率・品質向上、シミュレーション精度向上への寄与。
- 設計手法革新(イノベーション)への寄与

## 5. むすび

本研究では、LSI シミュレーションとそのモデル作成に関する知識を共有・利用を目的として、その知識共有モデルを提案した。さらに、その支援システムとして、トピックマップとオントロジーを用いて組織知データベースを設計・試作した。

今後の課題は、実際の LSI 設計現場への適用実験とその有用性の実証である。さらに、この実験を通じて、オントロジー構築方法、知識共有の評価方法等についても検証を行う。

### 謝辞

本研究にあたり、多大なるご指導と助言をいただきました放送大学副学長の中島尚正教授、並びに(株)ナレッジ・シナジー内藤求氏に謝意を表します。

### 参考文献

- [丸山 93] 丸山文宏: 特集「VLSI-CADと人工知能」にあたって, 人工知能学会誌, Vol.8 No.2, pp.142, 1993.
- [西田 98] 西田豊明, 桐山孝司, 富山哲男, 武田英明: 工学知識のマネージメント, 朝倉書店, 1998.
- [野中 96] 野中郁次郎, 竹内弘高: 知識創造企業, 東洋経済新聞社, 1996.
- [内藤 04] 内藤求: Topic Maps の世界, XML ビジネス白書 2004, pp.50-52, 2004.
- [内藤 02] 内藤求: XML の応用規格, 情報の科学と技術, 52 巻 8 号, pp.418-424, 2002.
- [Steve 01] Steve Pepper: The TAO of Topic Maps, 2001, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>.

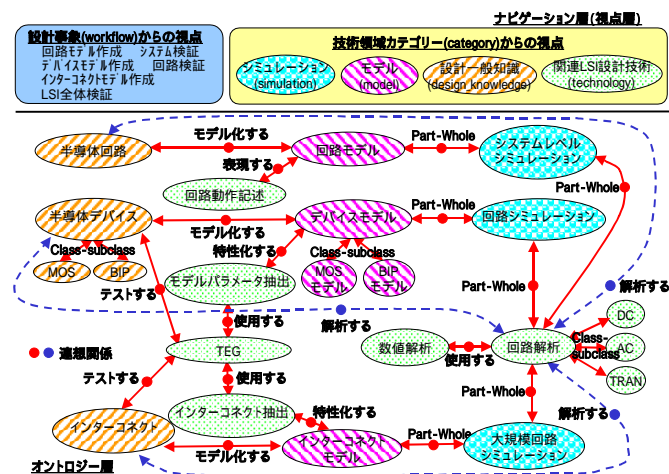


図4.オントロジーの主要部

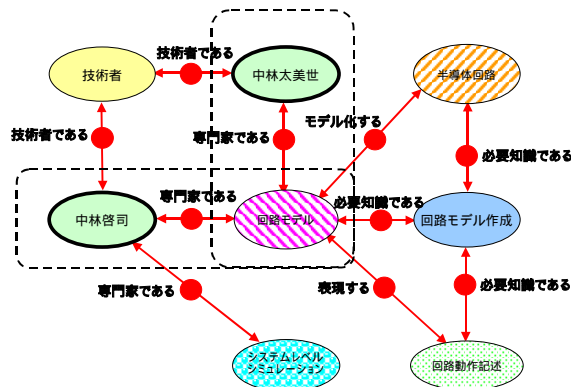


図5.専門家と専門技術領域の関連マップ

```

<topic id="circuit_model">
  <!-- モデル(技術領域)からの視点 -->
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#model" />
  </instanceOf>
  <!-- 回路モデル作成(設計事象)からの視点 -->
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#circuit_model_development" />
  </instanceOf>
  <!-- トピック“回路モデル”の解説 -->
  <subjectIdentity>
    <subjectIndicatorRef xlink:href="http://www5.ocn.ne.jp/nakaba/TM/psi/circuit_model.html" />
  </subjectIdentity>
  <baseName>
    <baseNameString>回路モデル</baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#definition" />
    </instanceOf>
    <resourceData>回路の動作・電気特性を表現したモデル</resourceData>
  </occurrence>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#website" />
    </instanceOf>
    <resourceRef xlink:href="http://www.designers-guide.com/VerilogAMS" />
  </occurrence>
</topic>

```

図 6.技術トピック“回路モデル”のトピック記述

```

<topic id="keiji_nakabayashi">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#engineer" />
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>KEIJI NAKABAYASHI</baseNameString>
  </baseName>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#definition" />
    </instanceOf>
    <resourceData>中林啓司</resourceData>
  </occurrence>
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#email" />
    </instanceOf>
    <resourceRef xlink:href="mailto:terios3868@bridge.ocn.ne.jp" />
  </occurrence>
</topic>

```

図 7.専門家(人材資源)のトピック記述

```

<association>
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#expert-domain" />
  </instanceOf>
  <member>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#expert" />
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#keiji_nakabayashi" />
  </member>
  <member>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#domain" />
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#circuit_model" />
  </member>
</association>

```

図 8.専門家と専門技術領域の関連定義

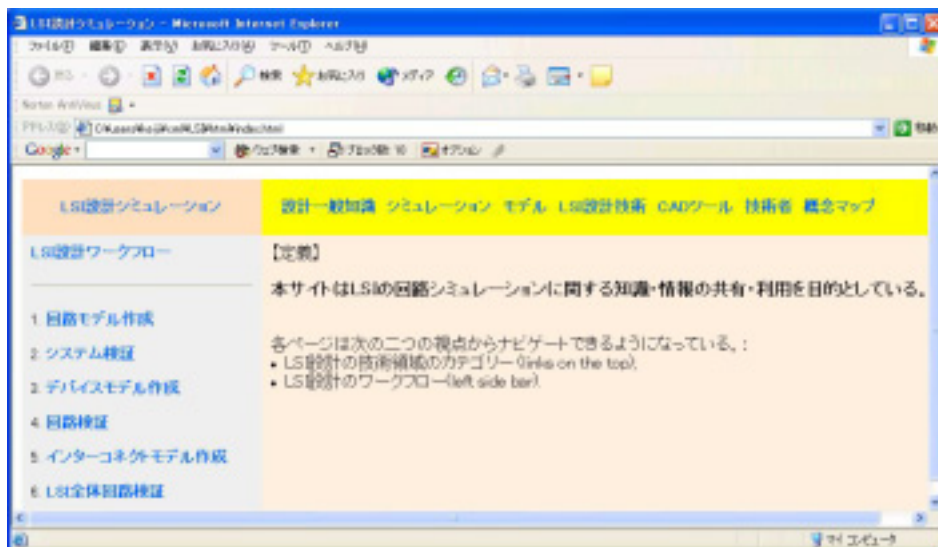


図 9.トピックマップのトップメニュー (HTML 版)