

次世代情報社会を拓く集積回路技術の挑戦

電気電子情報通信工学専攻 集積情報デザイン領域

廣瀬研究室 博士後期課程1年 鶯見 真太郎

I. はじめに

廣瀬研究室では、主として半導体集積回路の設計、特に超低消費電力、極低電圧で動作する集積回路技術の開拓研究に取り組んでいます。

本稿では廣瀬研究室の研究内容と、研究室での生活についてご紹介いたします。

2. 研究内容

近年、IoT (Internet of Things) のキーワードで注目されるように、我々の周りに存在するあらゆるもののがインターネットにつながる次世代情報社会の実現が期待されています(図 1)。さまざまな場所に配置されたデバイスが収集するデータを集積し、活用することで産業の活性化や社会問題の解決を図っていくものです。これを実現するには数十兆個の IoT デバイスを運用する必要があると言われており、従来のバッテリーを電源とするデバイスでは、資源面や運用コスト面で実現が困難です。私たちは、光や振動、温度差などの環境エネルギーを電気に変換して利用するエネルギーハーベスティング技術に注目し、発電素子から得られる僅かな電力を IoT デバイスの電源として利用するための技術開拓を行なっています。以下で具体的な研究テーマについて紹介します。

・超低電力 LSI 設計技術開拓

発電素子から得られる電力は僅かであるため、デバイスに搭載する集積回路(LSI)は極めて低い消費電力で動作することが求められます(図 2)。本研究室では、ナノワットオーダーの超低消費電力で動作する回路システムを実現するため、MOSFET のサブスレッショルド特性を活用する回路設計手法を推進しています。サブスレッショルド特性は LSI の製造プロセスのばらつきの影響を強く受け、強い温度特性も示すため回路設計で積極的に利用することは困難でしたが、本研究室ではこれらを解決する手法を提案し、成果を上げています。

・極低電圧 LSI 設計技術開拓

ウェアラブルデバイス向けには大気と体温の温度差から発電する熱エネルギーハーベスティングが有効と考えられています。しかし、数度の温度差から発電素子が出力可能な電圧は 100 mV 以下の極低電圧であり、LSI の典型動作電圧である 1.8 V を大きく下回ります。デバイスで多用される CMOS 論理回路なども極低電圧では出力特性が悪化し、正常に動作しません。本研究室では極低電圧で動作する回路システムを開拓しています。

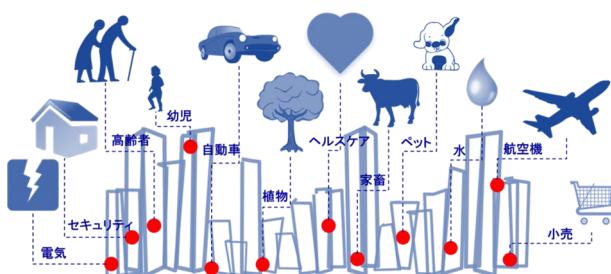


図 1: 次世代情報社会の概略図。各所に設置されたセンサがデータを取得します。

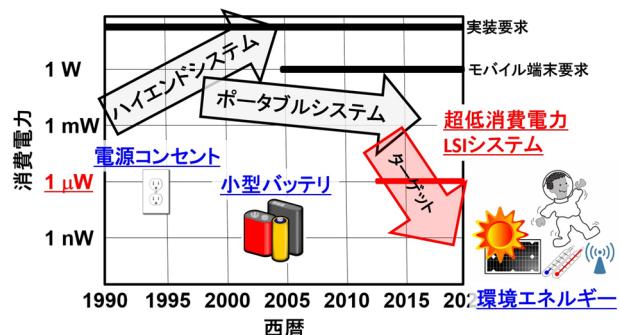


図 2: LSI の消費電力の動向。3-6 衍の低消費電力化を目指します。

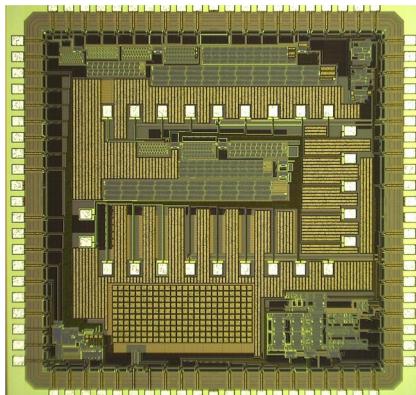


図3: 作成した LSI チップ

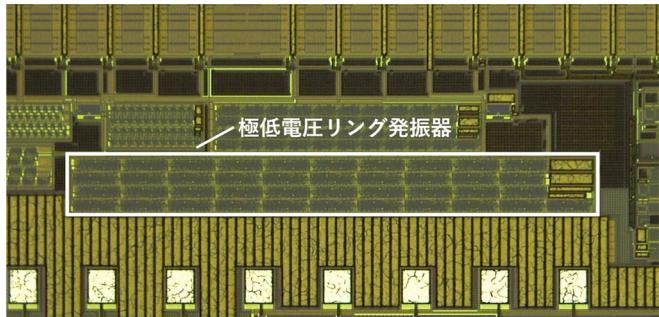


図4: 極低電圧 リング発振器。30 mV の極低電圧での動作を実証しました。

ムの技術開拓を行なっており、従来の回路技術では実現が極めて困難だった30 mV の極低電圧で動作するリング発振器を実現するなど世界をリードする成果を上げています（図3、4）。

・小型ウェアラブルデバイスによる生体信号センシング技術開発

センサデバイスの低消費電力化について、ハードウェアである集積回路だけでなく、ソフトウェアの面からも技術開発を行なっています。圧縮センシング技術を用いて信号データ量を圧縮し、センサデバイスの無線伝送における省電力化を図っています。回路設計からソフトウェア（信号処理方法）までを融合して技術開拓をおこない、デバイスの省電力化を目指します。

3. 研究室での生活

廣瀬研究室には2名の教員（廣瀬教授、兼本准教授）と25名の学生が所属しています。本研究室では集積回路の回路図作成からシミュレーション評価、チップのレイアウト、作成したチップの測定評価までを一貫して行なっており、研究を進めるためには広範な知識と技術を身につける必要があります。そのため、研究室内で先輩後輩を問わず積極的にコミュニケーションをとり、切磋琢磨しながらそれぞれの技能を高めるようにしています。研究室内では毎週ミーティングを実施し、それぞれの研究の進捗を報告するとともに意見を出し合っています。研究以外でも、定期的に飲み会を開催して親睦を深めています。その日の研究を終えた夕方には、研究室にあるボードゲームで遊ぶこともあります、研究室でのコミュニケーションに一役買っています。また、卒業し企業に就職された先輩方との交流も活発で、研究室訪問が頻繁にあり、半導体業界や就職の動向を知る良い機会になっています。

4. おわりに

以上、簡単ではありますが廣瀬研究室について紹介させていただきました。本研究室にてもっと詳しく知りたい、という方はぜひ下記リンク先の研究室ホームページをご覧ください。

研究室 HP: <http://ssc.eei.eng.osaka-u.ac.jp>



研究室の様子



飲み会の様子