



人類の最も貴重な資源の一つである電気エネルギーは、生成から消費に至るまでの配電・電力変換中に合計で半分近く失われています。特に消費者に近い電力変換段は効率が低くなりやすく、小型化や非接触化といった利便性向上の要望も強いため、課題が多いです。宮地研究室では、アナログ半導体集積回路設計をコア技術とし、磁気・無線分野といった他研究分野と連携しながら小型で高効率な電源回路や高度なセンサーを追求することで、電気エネルギーの損失を低減し、持続可能かつ利便性の高い社会の実現に貢献します。



教授 宮地 幸祐

東京大学大学院工学系研究科博士課程修了後、東京大学特任助教、中央大学機構助教を経て2013年度より信州大学助教。2024年度より現職。研究分野は半導体集積回路技術を用いた集積電源回路設計。

>> 私の学問へのきっかけ

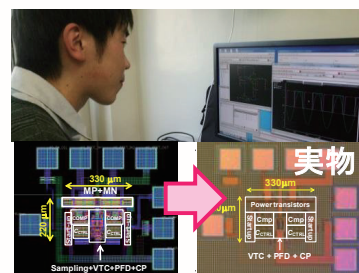
大学入学当初は電子という見えない存在を扱った学問や仕事を何となくしたいと思う程度でした。研究室に配属されてから業界でトップを走り社会貢献する先生・先輩方を見て、そうしてみたいと思ったのが本格的に学びはじめたきっかけです。その後、この分野の学問体系の高い完成度と実用性（集積回路はダイナミックなビジネスの世界にも接点がたくさんあります）、裾野の広さを面白いと感じ、今に至っています。

>> 研究から広がる未来

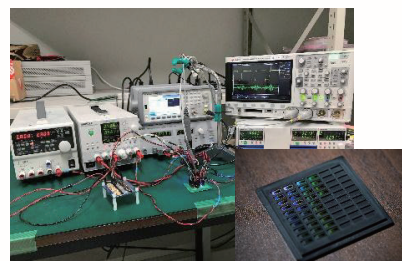
近年はデータセンターの消費電力が全世界の1割を占め、今後さらに急激に増える見込みです。その1~2割が電源の損失で、電源の小型化と高効率化は喫緊の課題となっています。また、工場内にある無数のセンサーへの給電を無線化できれば、たくさんの電源ケーブルが減り、高騰する銅線の削減につながります。

>> 卒業後の未来像

半導体、電機、電子部品、計測機器企業への就職が多いです。企業とはほぼ同じ設計環境なので、修士以上は即戦力として評価が高いです。中途採用市場も大きく、上記企業以外にIT企業や自動車メーカーの設計者募集が増えてきています。



商用ベースの様々なCADツールを用いた集積回路設計を通じて本物のチップの試作が可能。集積回路設計人材が不足する中、この技能はとても貴重。



測定時の風景(左) 試作したチップが入ったケース(右下) チップを電子基板に実装して測定評価まで実施することで電子部品、基板設計・製造、測定器にも精通することが目標。

先鋭融合

電気電子

研究キーワード

集積回路設計・パワーマネジメント・三次元実装



研究シーズ

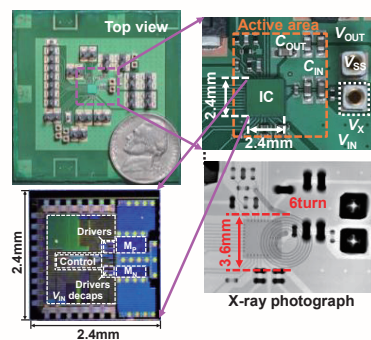
- アナログCMOS集積回路設計技術
- パワーマネジメント回路設計技術（高速DC-DCコンバータ、非接触給電、エネルギーハーベスティング用電源）
- 新規磁性デバイス等異種デバイスとの三次元集積化技術

共同研究・外部資金獲得実績

- <代表> 超高周波電力電磁気工学との融合による超高周波CMOSパワーエレクトロニクスの創成（JST A-STEP<産学共同（育成型）>）
- <代表> 次世代・高降圧大電流DC-DCスイッチング電源の基盤技術開発（NEDO 官民による若手研究者発掘支援事業<マッチングサポートフェーズ>）
- <代表> 高降圧・高電力密度集積ハイブリッド型DC-DCコンバータの研究開発（科研費基盤C） 他
- <分担> 高性能大面積3.xDチップレット技術の研究開発（NEDOポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業<先端半導体製造技術の開発>）
- <分担> 磁気異方性軟磁性材料を用いた高周波・電力変換用トランス・インダクタの開発（文部科学省革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業）
- <分担> センサネットワークおよびモバイル機器へのWPTシステム（戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）<IoT社会のエネルギーシステムC-①屋内非接触給電>）
- <分担> 100MHzスイッチング電源用磁性材料開発（JST未来社会創造事業<低炭素社会>） 他
- その他 民間企業との共同研究、財団助成金 複数件

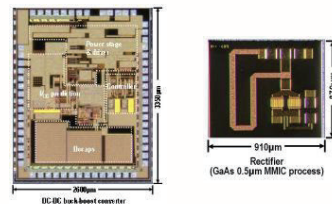
最近の研究トピックス

高性能磁性インダクタを内蔵したインターポザ上に電源ICを三次元実装した20MHz動作DC-DCコンバータの実証に成功。既存インダクタを用いた二次元実装より30%以上の小型化を実現しつつ、5V入力・3.3V出力・20MHz動作で86.0%の効率を得た。20MHz~50MHzで動作するインダクタ集積型電源としては世界最高クラスの効率。佐藤・曽根原研究室との共同研究。



三次元集積実装したDCDC降圧コンバータ

金沢工業大学との共同研究で世界最高効率（64.4% @26dBm）と世界最速応答速度（45.2us）をもつ5.8GHz RF無線給電受電回路の実証に成功。高効率GaAs E-pHEMTを使った整流器ICに適した高速動作・高耐圧バッテリーチャージャーSi ICを使用。工場内の複数のセンサーに非接触で給電を行うアプリケーションなどを想定。



世界最高効率と世界最速応答速度をもつRF無線給電受電回路（左）バッテリーチャージャーDC-DCコンバータ（右）GaAs整流器

Electrical and Electronics Engineering Division

Integrated Power Management Circuit Design



Power management circuits are mandatory elements in electronic devices. Requirements for high efficiency and high-power density in these circuits are getting even more critical to realize new applications and systems like EV, sensor network, and high-performance computing. We are approaching to these challenges by collaborating with power management IC designs, new passive devices, and novel packaging technologies.



**Professor
Kousuke Miyaji**

received Ph.D from Univ. of Tokyo in 2008. He joined Shinshu Univ. in 2013. He is a Full Professor since 2024. Research field: mixed signal integrated circuit design for efficient power management systems.

» Beginnings of my path to academia

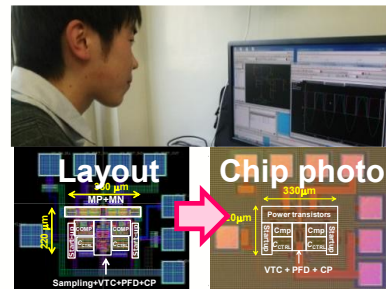
After being assigned to a research lab, I was motivated by advisors and senior students who were leading their industries and contributing to society, and that is when I began to study in earnest. I also found the high degree of completeness and practicality of the academic system of this field (IC world have many points of contact with the dynamic business side) and the broad base of the field very interesting.

» In the Future

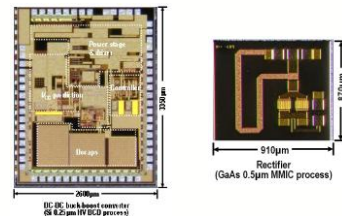
Our research will contribute to realizing battery-less sensors that operate for a long term. It will also promote the realization of green AI data centers, where data centers will consume more than 10% of the total global power in the near future.

» After Graduation

Many students in my lab are employed by semiconductor, electrical, and electronic component companies. Since the design environment is almost the same as in the companies, highly skilled master's degree and above graduates are regarded as strong employment candidates.



Commercial CAD tools for integrated circuit design are provided for academic usage.



RF wireless power supply receiver circuit with the world's highest efficiency and fastest response time (left) battery charger DC-DC converter (right) GaAs rectifier in collaboration with Kanazawa Institute of Technology, reported at ISSCC.