

通信デバイス研究系

高周波集積システム研究室

研究室紹介

高周波集積システム研究室の紹介

- 研究内容

高周波アナログ集積回路の研究

...と言っても本当に幅広い分野なので、いくつかテーマに分かれて研究を進めています。はじめに、大きな枠組みを示します。

発振回路や高速信号処理システムを中心とした高周波アナログ集積回路の研究

発振回路のノイズ応答の解析と集積回路におけるノイズ低減の研究

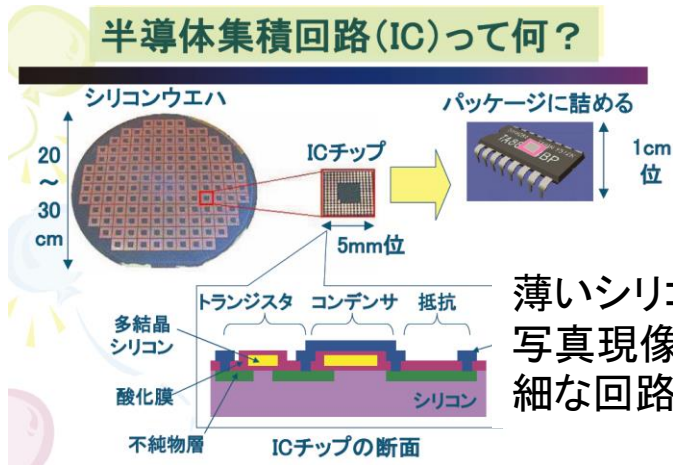


“回路づくり”がキーワードとなる(勉強も)。ものづくりのプロセスにおけるいろんなトラブル・課題にどう取り組むかを重視

研究の背景

現在の集積回路の進歩と課題

集積回路(IC)とは？



ただし...

➤ 微細化して集積度を高めることで、いろいろな問題も出てきた

トランジスタのばらつき

ノイズの影響

リーク電力

1958年

ジャック・キルビーが
ICを発明



半導体の父:キルビー

1971年

インテルが4004
プロセッサを発売



4004 プロセッサ

30年

2002年

インテルがペンティアム4
プロセッサを発売

過去数十年で数万~数十
万の微細化・高性能化を
実現

トランジスタ数

2300個

23900倍

5500万個

動作周波数

0.1MHz
(1×10^5)

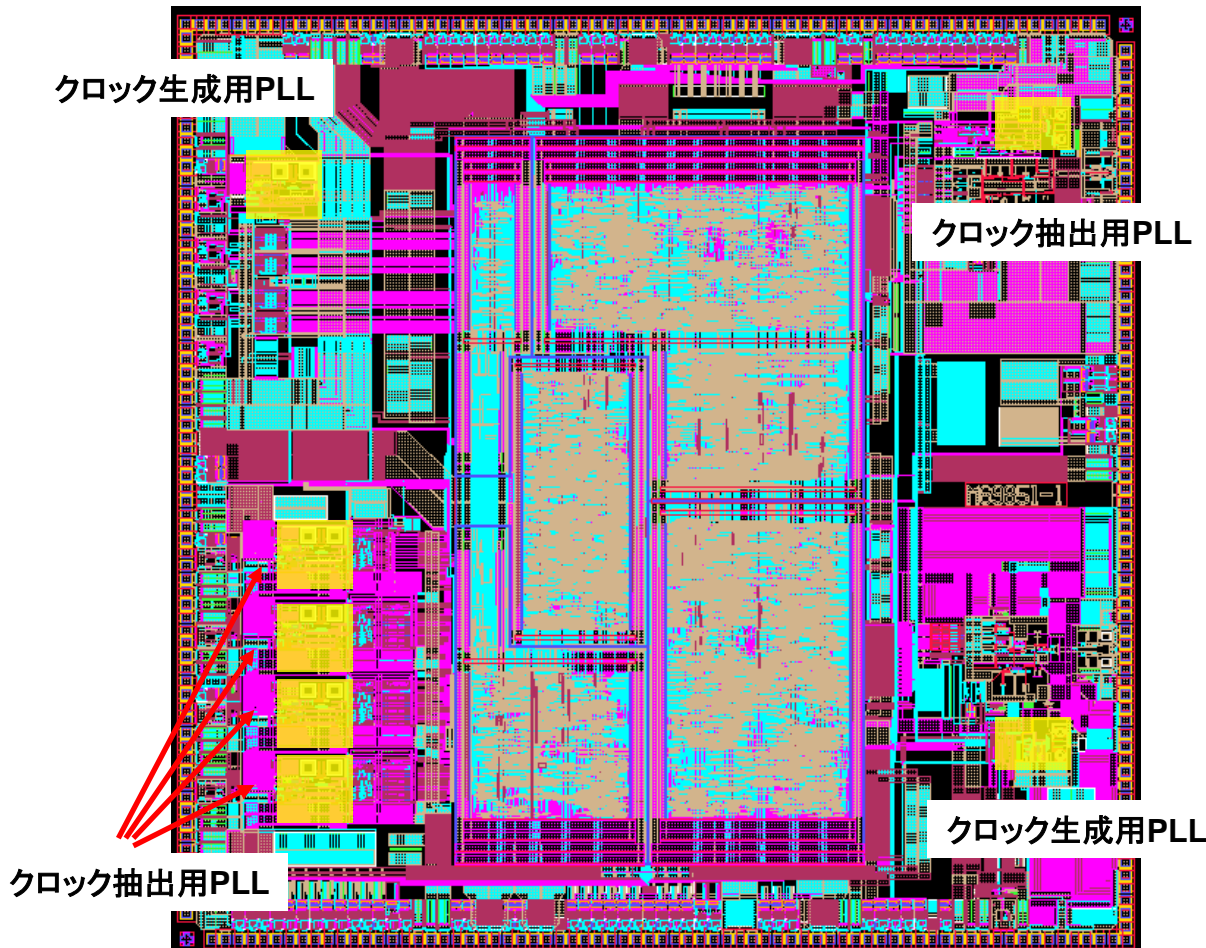
30000倍

3GHz
(3×10^9)

これらを考慮しつつ高性能の
回路を考えることが大切！

研究の背景

- 現在の集積回路におけるアナログ回路の役割
(10ギガビットイーサネット・トランシーバLSI)



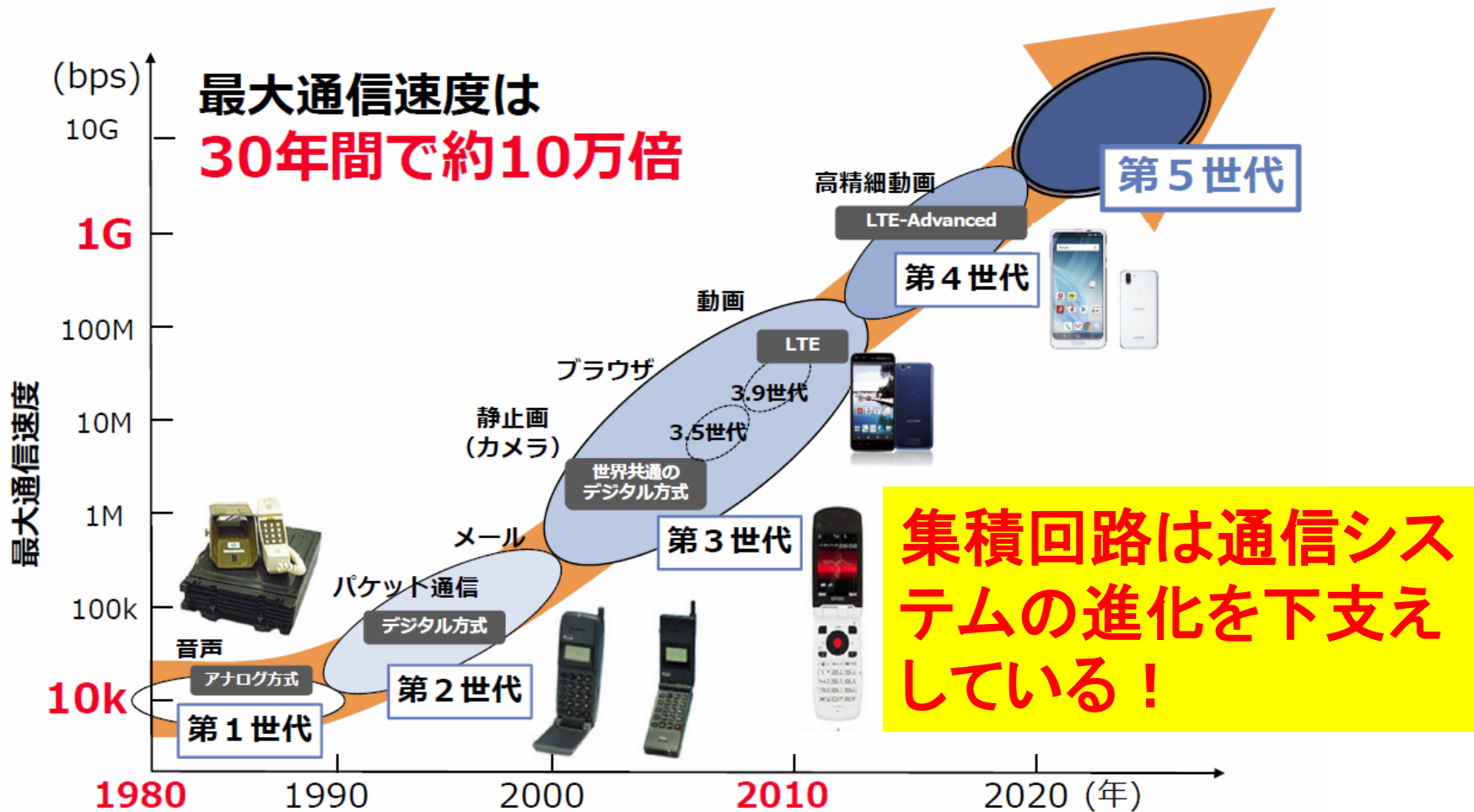
クロック生成用・抽出用合わせて7つの発振器(PLL回路)を1チップに内蔵

超高速動作のICでは、発振回路(PLL回路)は重要。
(LSIの“心臓部”)

研究の背景：移動体通信の進化

移動通信システムの進化（第1世代～第5世代）

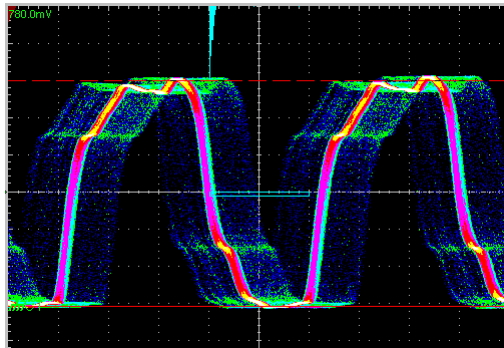
2



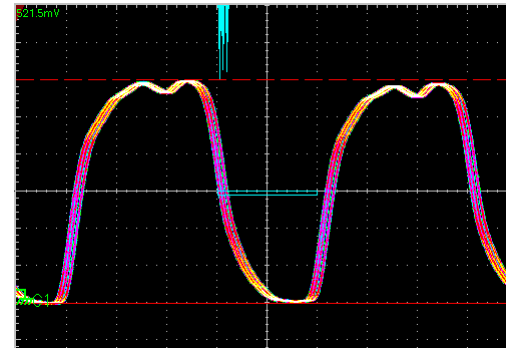
https://www.jaipa.or.jp/event/isp_mtg/saga_190516-17 総務省「第5世代移動通信システム(5G)の現在と将来展望」より

研究の背景：アナログ高周波の課題

- 発振器のノイズの影響 ～アナログ回路とノイズとの戦い～
“干渉ノイズ”の実例



REFCLK=74MHz



REFCLK=75MHz

同じ回路でほぼ同条件にも関わらずノイズにより著しい性能劣化が起こりうる。周波数が1%でもずれるとジッタ値が全く変わってしまう場合がある。

→ アナログ回路は難しい・つくりこみが必須(と言われる)

★経験則(実績のある回路は変えない) ★安全策(とにかく分離するetc.)

➡ 本研究室では独自モデルを提唱し、メカニズム解明を行っています。改善法が見つかり世の中へのインパクト大! (かも)

卒業研究テーマ

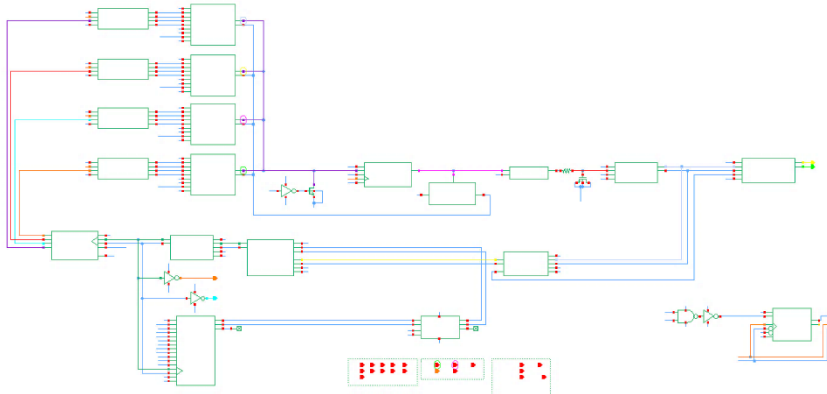
- ◆ 発振器を用いた応用回路の性能向上に関する研究
- ◆ 位相同期回路の相互干渉の解析と低減に関する研究
- ◆ 疑似量子コンピュータの実現とその動作解析に関する研究 (New!)

(過去の卒研テーマ)

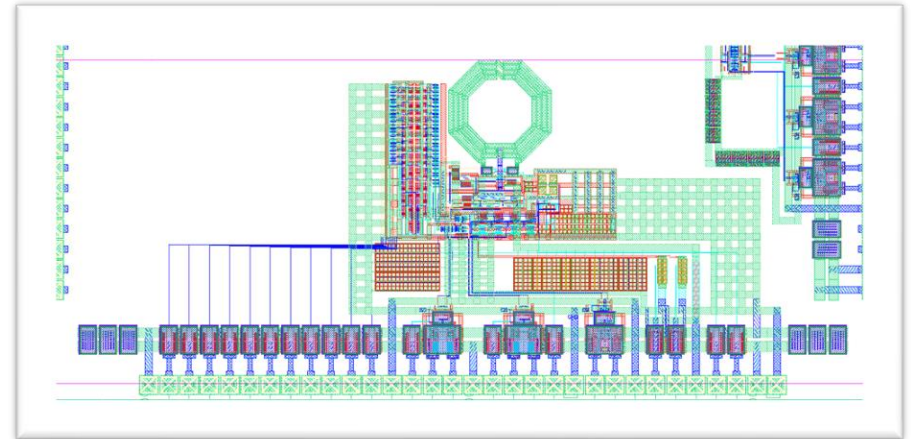
- ◆ 注入同期による位相同期回路の高性能化
- ◆ エナジーハーベスト向け電源モジュールの実装検討
(他, 回路関連で自分でやってみたいテーマでもOK)

◆ 発振器を用いた応用回路の性能向上に関する研究

- 発振器を用いた応用回路として、位相同期回路 (PLL回路)、Fractional-N PLL回路、クロックデータリカバリ回路など、先端の高速データ通信向け高周波回路を設計。その高性能化を目指す。



(Fractional-N PLLブロック図)



(レイアウトプロット図)

➡ **集積回路専用CADを用いたIC(集積回路)設計を行い、性能向上をめざす**

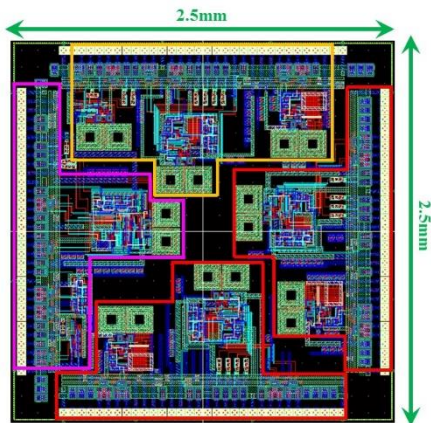
(目標)

(★実際のIC製作・評価は大学院での研究)

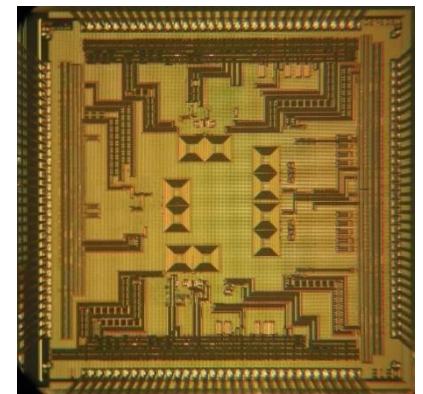
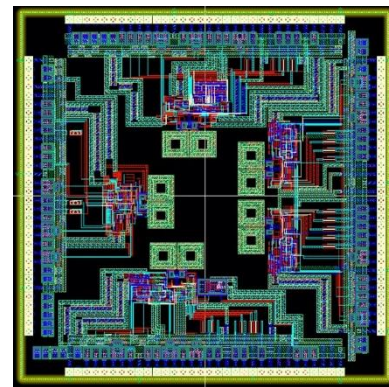
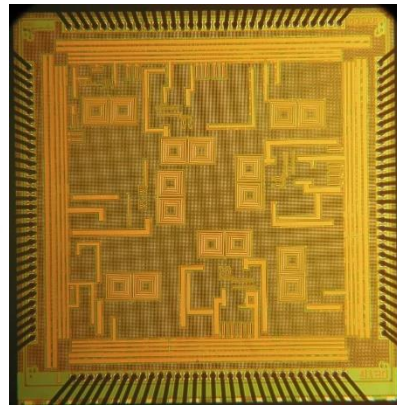
– ICチップの設計手法を学び、設計スキルを養う

◆ 位相同期回路における相互干渉の解析と低減に関する研究

- 発振器やPLL回路などフィードバック系が、お互いに干渉するときの影響を解析しノイズ低減をめざす



(2015年度テストチップ)



(2016年度テストチップ)

➡ **自分たちのアイデアをIC(集積回路)にして、世の中の技術向上に寄与する**
(★実際のIC評価は大学院での研究)

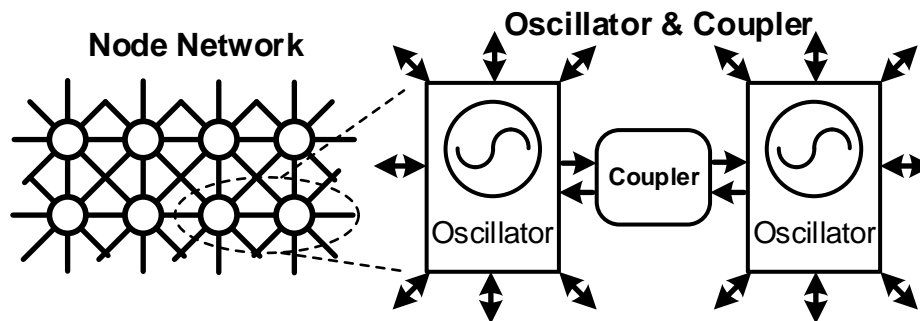
(目標)

- ICチップの設計を学び，設計スキルを養う
- 干渉を計測するテスト回路を設計・製作し，評価する

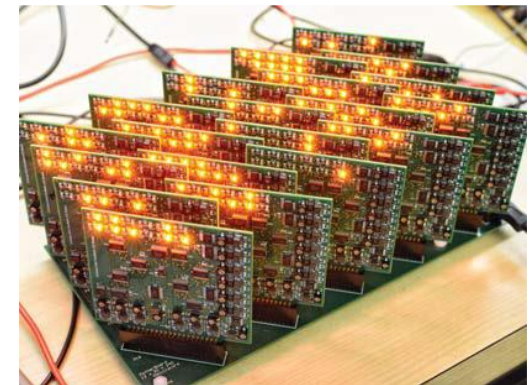
◆ 疑似量子コンピュータの実現と動作解析に関する研究 (New!)

量子コンピュータは、従来型コンピュータで不得意な計算を桁違いに高速に処理することが知られている

➡ 疑似量子アニーリング方式を発振器ネットワークで実現



(発振器を用いた疑似量子コンピュータ概念図)



(プロトタイプ: ACM_DAC2019より抜粋)

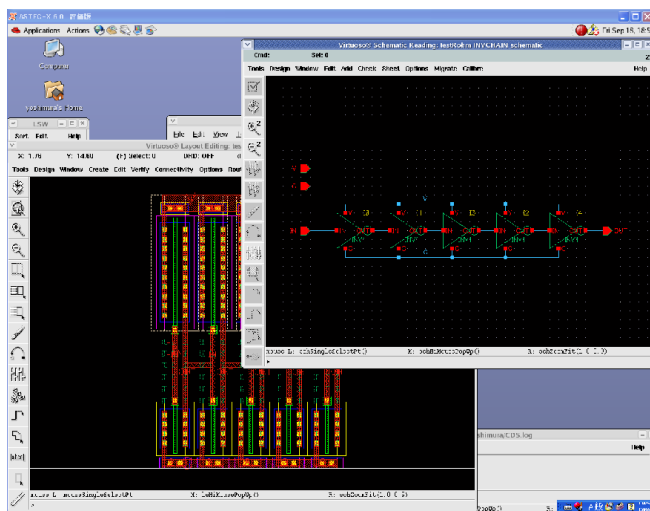
まず量子コンピュータの基礎から学び、実現に向けて設計・試作を行いたい

(目標)

- ICチップの設計を学び、設計のスキルを養う

研究の進め方について

- 集積回路用CADによる回路設計
 - 研究室のワークステーションを使って、本格的なCADツール(コンピュータ支援設計ツール)を学び、より高度な回路設計を行う。



研究室内で定期的に講習会を開き、使えるまでしっかりフォローしていきます (^_^)

- メーカーで使っている専用CADツールで、回路設計から半導体パターン設計まで手がける

研究の進め方について

- 各種イベント

- 通信デバイス研究系で発表会やお花見などの合同ゼミやイベントを行います。



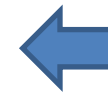
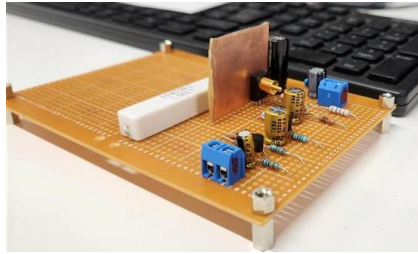
(春のお花見)



(研究室打上げ・ソフトボール大会)

さいごに

- 回路設計に興味のある人
- 自分で電子回路を作ってみたい人
- 回路系CADツールを使ってみたい人
- 回路系はちょっと苦手...と思っている人も何か作ってみたい,という熱意があれば大丈夫です！個人のアイデアを重視します



研究とは別に電子
工作を趣味にする
人も。「モノづくり」を
大切にします。

(...少し補足です)

- 目に見えないくらい小さいものや,細かい部品を使って設計・製作・測定するという,見栄えという点では少々地味ですが,その小さなICや回路基板の中にいろいろ学んだ知識を結集するというところに面白みを感じてほしいです。

熱意のある人, ぜひどうぞ!

さらに詳しく知りたい人へ

- ホームページ情報

- 大阪工業大学のHPから「電気電子システム工学科」の専用HPへ
- メニューの「研究室・教員」をクリック
 - 08 環境にやさしい低消費LSI設計 から研究室紹介へ

- 個別相談

- 個別もしくは少人数での研究室見学や説明も行います。メールで問い合わせてください。
 - 吉村 tsutomu.yoshimura@oit.ac.jp

気軽に相談してください。