

集積デバイス工学研究室
(旧称 電子デバイス工学研究室)

電子システムプログラム

担当教員：教授 天川修平，准教授 西澤真一

当研究室でやってること

- 天川：高周波集積回路設計， マイクロ波工学の研究
 - 回路設計技術（高性能化， 設計支援）
 - 測定・評価技術
 - モデリング（設計支援， 物理現象の理解）
- 西澤：大規模デジタル回路の設計技術
 - 低電圧安定動作を実現するセルライブラリ
 - コンピュータ援用設計技術（CAD）
 - 数十億トランジスタを使った大規模デジタル回路をコンピュータプログラムで設計する

マイクロ波を利用した
無線通信機

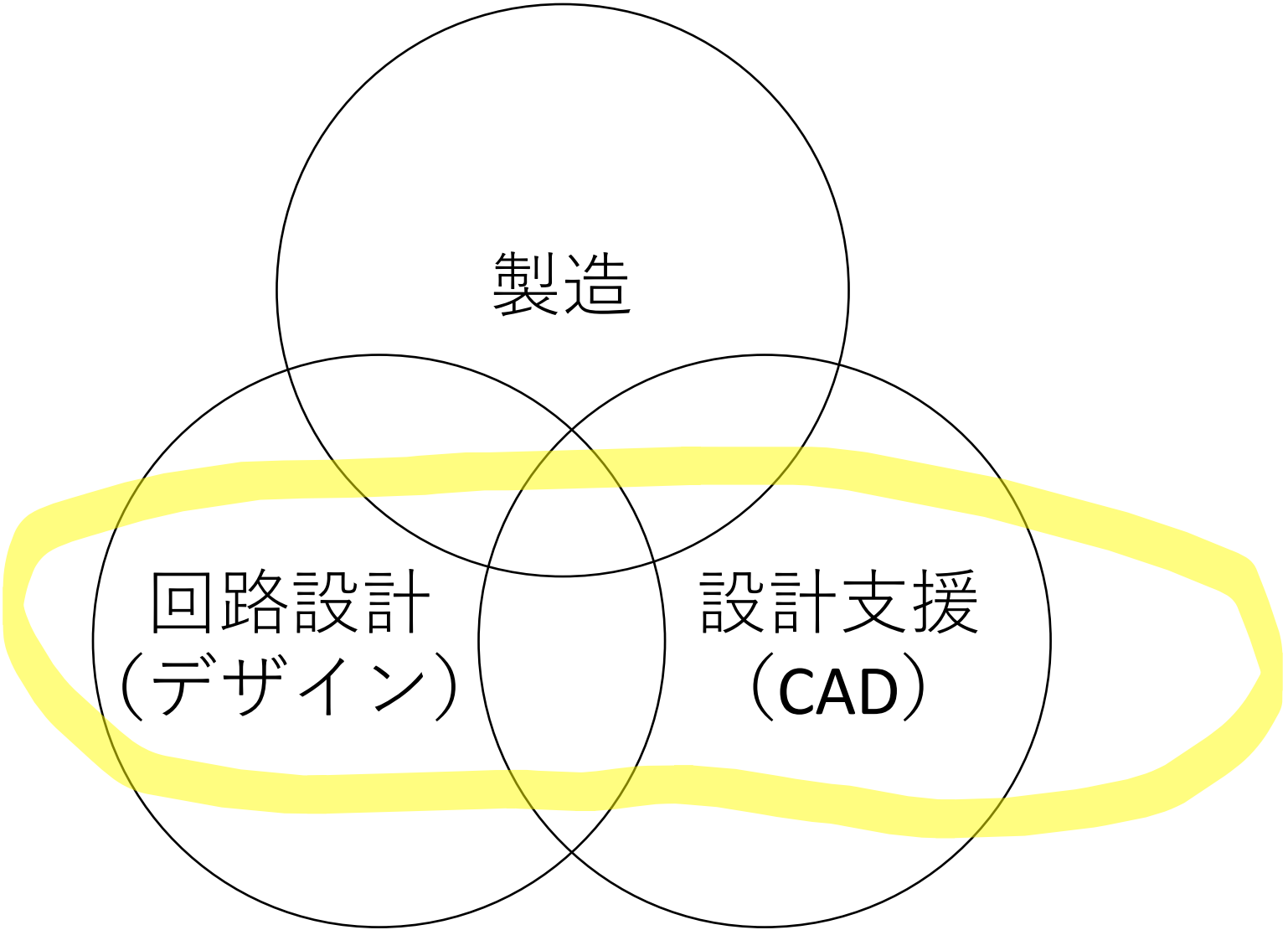


大規模集積回路を搭載
したコンピュータ

研究室の選択と生活について

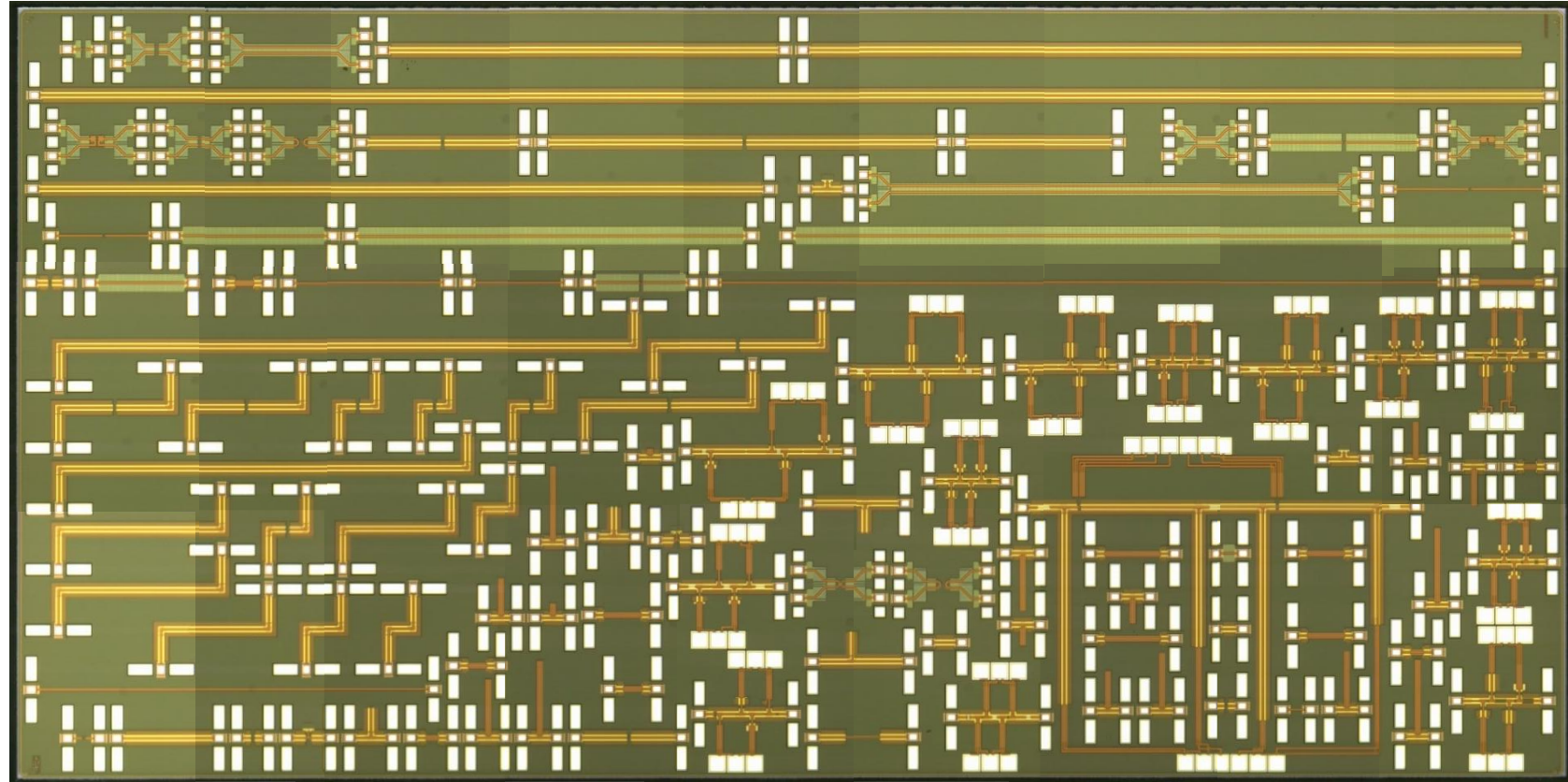
- 大学の研究室 = 商店街のお店
 - いろんな分野, テーマ, 教員との相性があります
 - 3年間過ごす場所なのでよく考えてください
- よい大学, よい研究室とは?
 - 学生が研究し, 学生が論文を書き, **圧倒的成長** 🔥 するところ
- 広大はのんびりしている (遅れている)
 - 大学によっては3年前後期に配属 (= 既に研究している)
 - M1就活時, 広大生より他大生の研究経験がもっと長い
 - 就活・学会でどうしても見劣り. 頑張って追いかけてほしい
 - 自分に合った研究室を見つけて楽しく研究してほしい

集積デバイス工学研究室の研究対象



卒業研究テーマの例

- 配線・トランジスタ等の高周波特性評価技術
 - チップ設計
 - Sパラメータ測定
 - データ処理

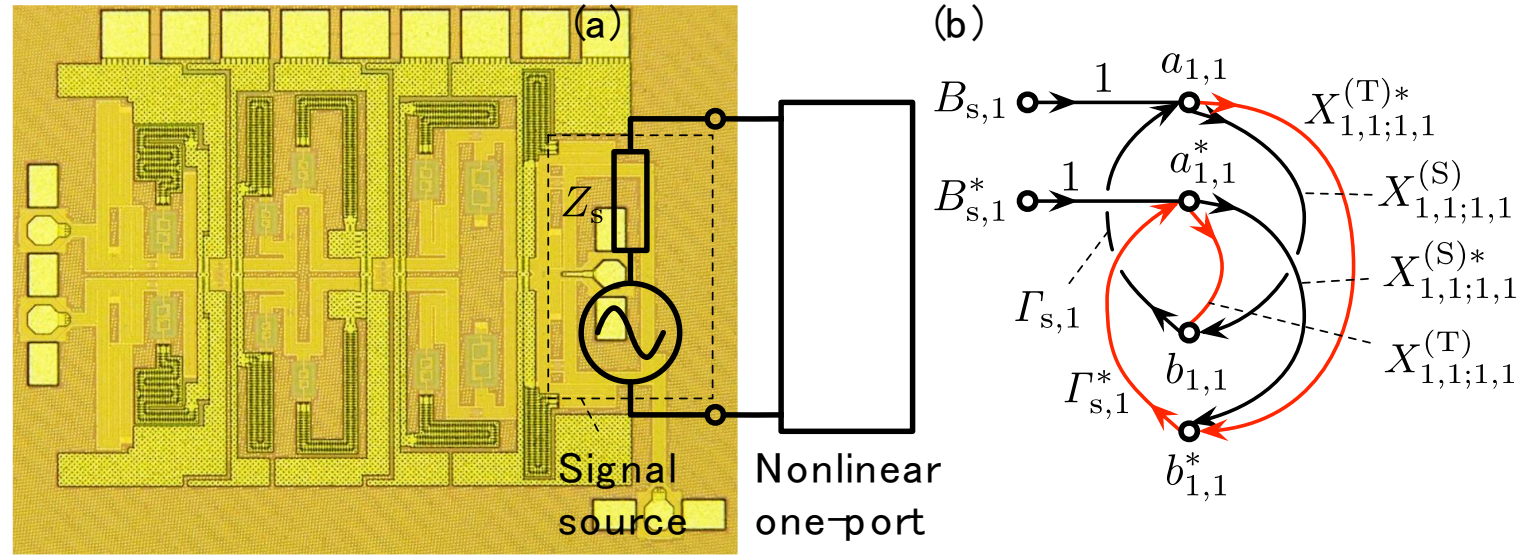
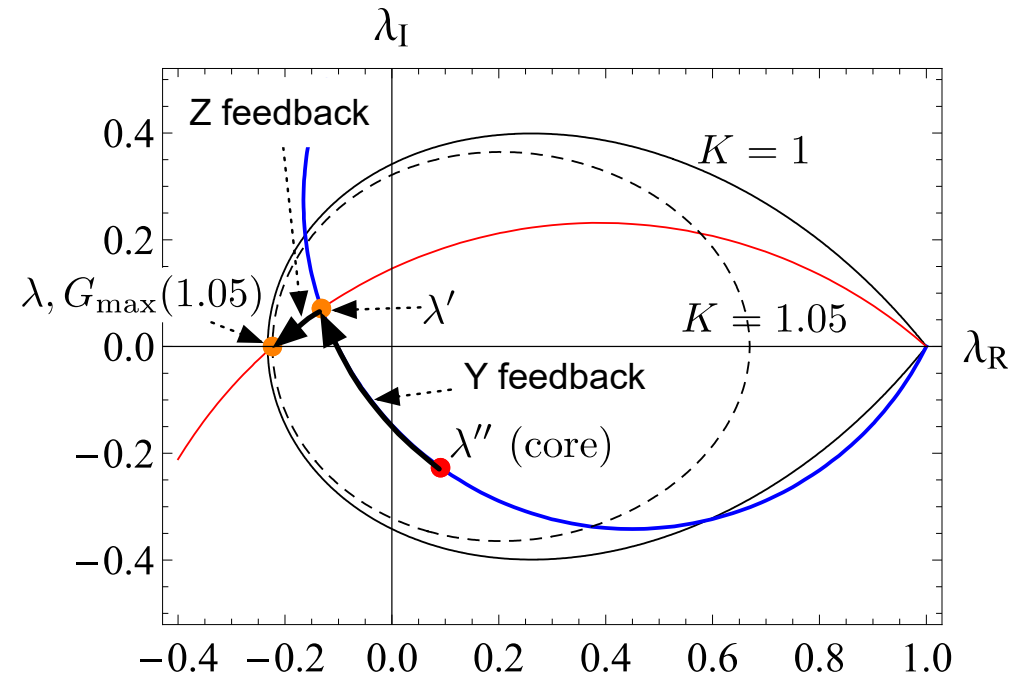


シリコン上の伝送線路特性を評価するテストチップ

卒業研究テーマの例

• 高周波回路の設計技術

- 広帯域化
- 高利得化
- 低雑音化
- 低ひずみ化
- 高効率化
- 低電力化
- etc.

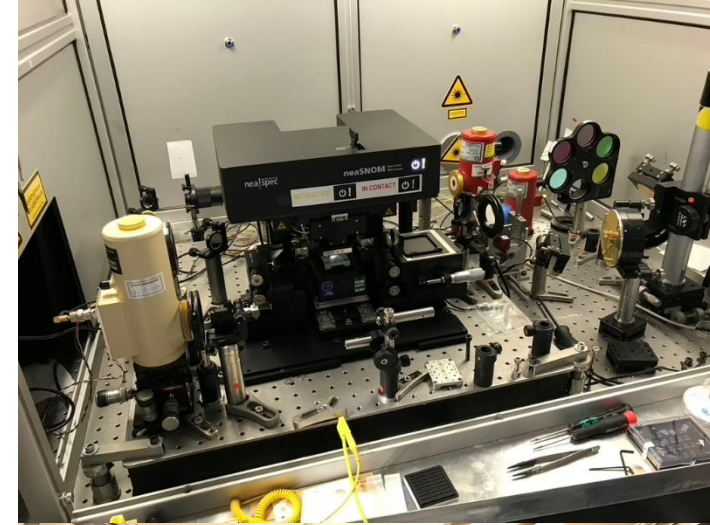
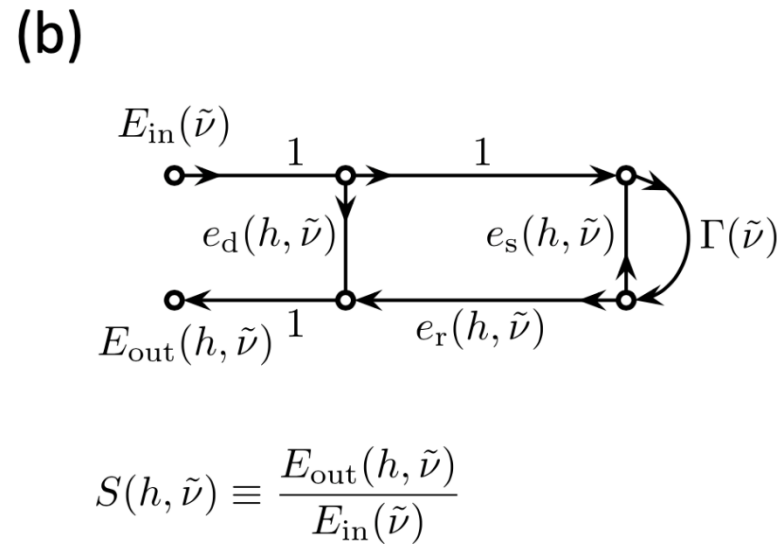
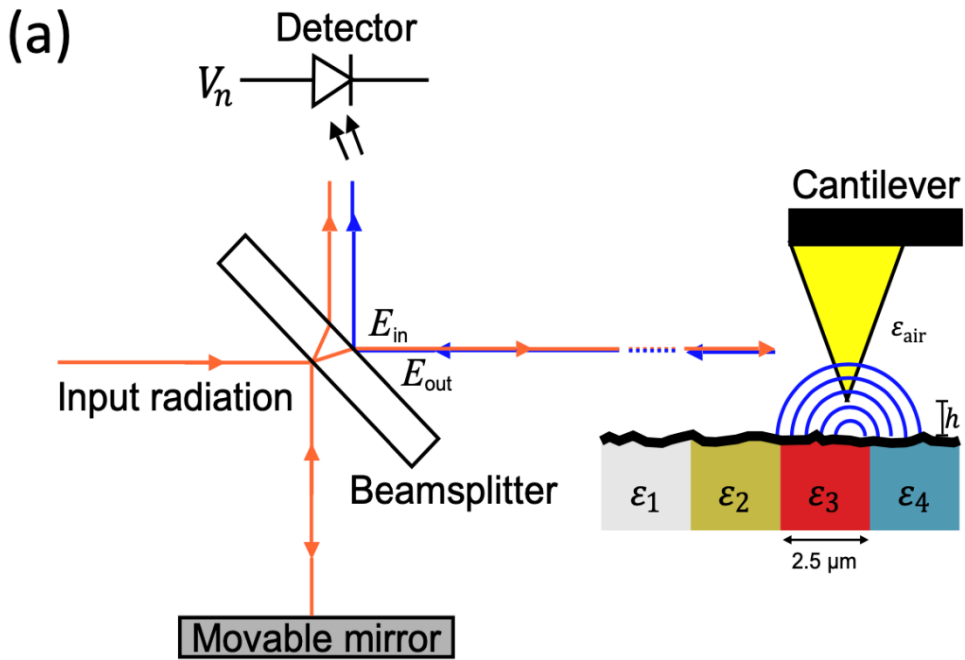


S. Amakawa and Y. Ito, "Graphical approach to analysis and design of gain-boosted near-fmax feedback amplifiers," *European Microwave Conference (EuMC)*, pp. 1039–1042, Oct. 2016. <https://doi.org/10.1109/EuMC.2016.7824524>

S. Amakawa, R. Sugimoto, K. K. Tokgoz, S. Lee, H. Ito, and R. Kishikawa, "Signal-flow-graph analysis of weakly nonlinear microwave circuits around a large-signal operating point," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 71, no. 9, pp. 3722–3733, Sep. 2023. <https://doi.org/10.1109/TMTT.2023.3248152>

卒業研究テーマの例

- 走査型プローブによる物性測定技術



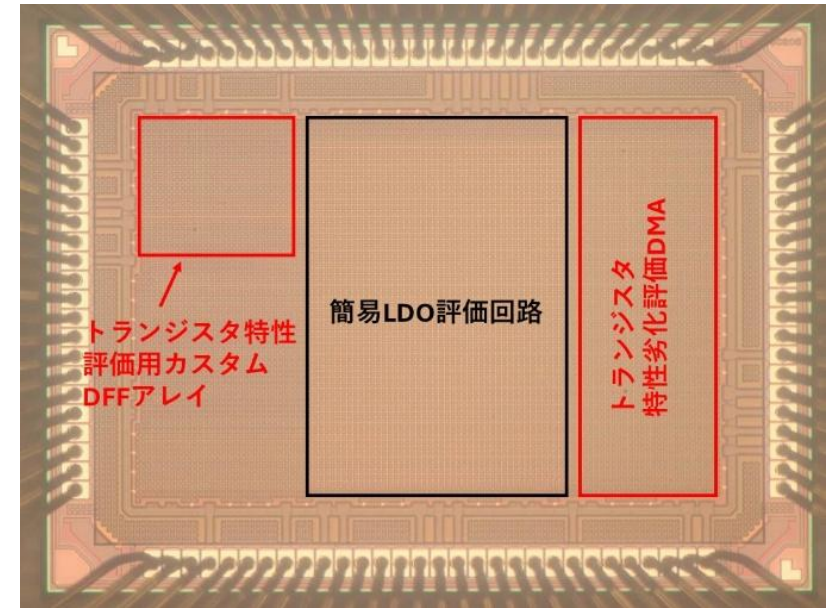
卒業研究テーマの例

• More-Mooreを支える大規模集積回路の低電圧安定動作

• 低電圧安定動作を阻む「ばらつき」のモニタリング

- 回路特性の変化量を評価して、トランジスタ特性量の変動を逆算

1. DFFによる製造ばらつきモニタ*
2. NBTIによるトランジスタ特性劣化の実測とモデル化**



トランジスタ特性を評価する試作チップ（65-nm SOTB CMOS）。赤い回路ブロックは学生が作成。（ものすごく大変で徹夜の連続だった）



DFF: D-Flip-Flop, NBTI: Negative Bias Temperature Instability（負バイアス温度不安定性）

*科研費課題（当時）， T. Konno *et al.*, “Process Variation Estimation using A Combination of Ring Oscillator Delay and FlipFlop Retention Characteristics,” *ICMTS*, 2018, pp. 97–101. 深澤研人 他, “トランジスタサイズを変えた記憶保持特性の異なるフリップフロップ群を利用したばらつき評価,” *デザインガイア*, 2018.

** ルネサス エレクトロニクス株式会社, 東京理科大学, 東京大学, 京都工芸繊維大学との共同研究（当時）， 科研費課題（当時）， T. Hosaka *et al.*, “Compact Modeling of NBTI Replicating AC Stress / Recovery from a Single-shot Long-term DC Measurement,” *IOLTS*, 2019, pp. 305–309. T. Hosaka *et al.*, “Universal NBTI Compact Model Replicating AC Stress / Recovery from a Single-shot Long-term DC Measurement,” *IPSI TSLDM*, vol. 13, pp. 56–64, 2020.

卒業研究テーマの例

- 機械学習技術を応用
 - 大規模言語モデル(LLM)を利用した設計技術 (LLM-Aided Design)
 - LLMのAttention機能を回路設計技術 (CAD) に応用
 - トランジスタや配線の空間的な特徴を捉え，小面積で混雑度の少ないレイアウトを実現 (する事をもくろんでいる)*



次世代エッジAI半導体研究開発事業

科研費
KAKENHI



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

*名大，京大，東大，阪大，千葉工大，NTTとの共同研究，科研費課題

** Chia-Tung Ho, Haoxing Ren, "Large Language Model (LLM) for Standard Cell Layout Design Optimization," *IEEE LLM Aided Design Workshop (LAD)*, 2024, pp. 1-6.

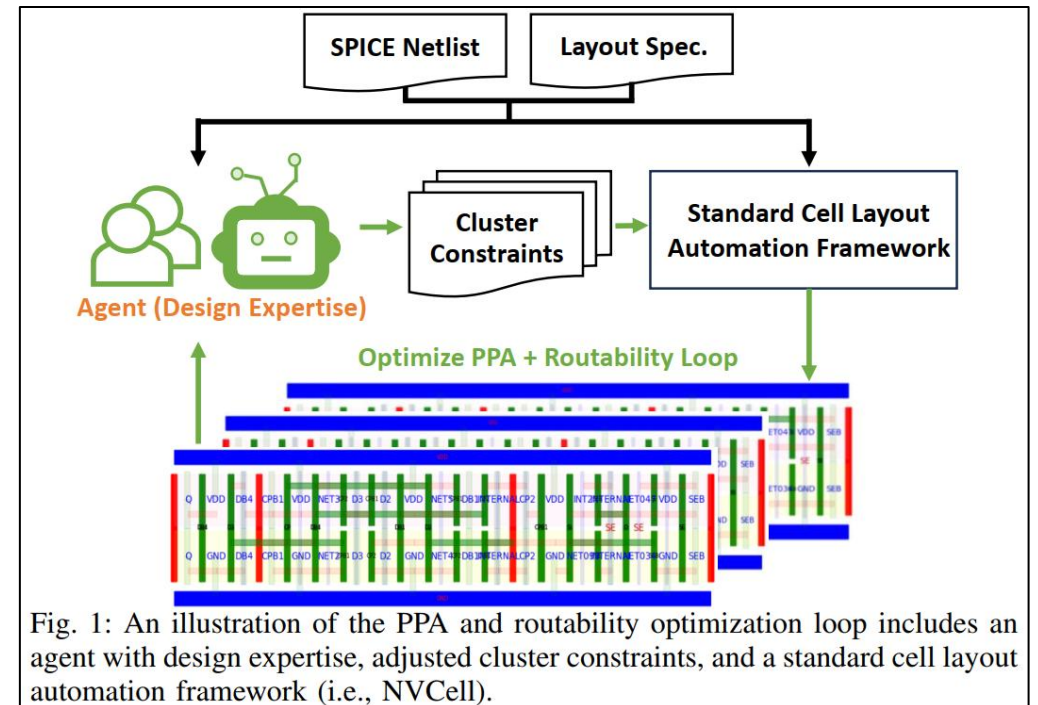
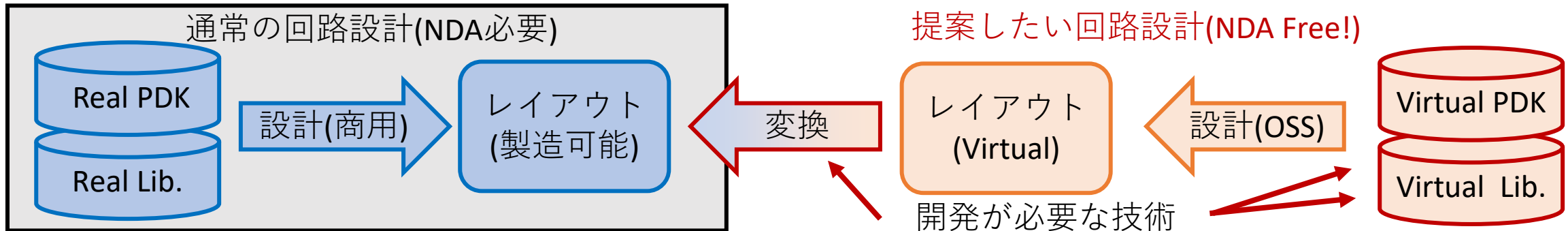


Fig. 1: An illustration of the PPA and routability optimization loop includes an agent with design expertise, adjusted cluster constraints, and a standard cell layout automation framework (i.e., NVCell).

• Open-Source Silicon (OSS)/Open-Source EDA*(OSEDA)

- 一般の集積回路設計と異なり，非商用ツールを積極的活用
- ホビーユーザー，中小企業など回路設計者の裾野を広げる
- オープンソース→中身がわかる→ツールの振る舞いがわかる
- 設計環境(PDK)，ツール(EDA/CAD)を設計しOSSを支援
- 仮想180-nm PDK (NDA Free)を構築，それを商用180-nm(要NDA)にポーティングできる環境の構築を実現したい



EDA: Electronic Design Automation (CADと同義), PDK: Process Design Kit, NDA: Non-Disclosure Agreement (秘密保持契約)

* ロジックリサーチ株式会社との共同研究

卒業研究のスケジュール（例）

時期	やること
3月	研究室配属，春休みの宿題（ここで先取りすると後が楽）
4月	共通基礎事項の勉強
6月	研究テーマ仮決め，研究テーマに即した勉強
9月	研究本格化
11月	ICD 若手研究会に論文投稿
12月	ICD 若手研究会で発表，卒論と卒論発表プレゼンの初稿提出
2月	卒論提出，卒論発表会

• 対外発表を強く推奨

- 10月：TJMW (Thailand)，12月：ICD若手研，3月：VLD研，など
- 発表のためには自主的に研究活動に取り組む必要あり
- （学会で発表して「あの子いいね」と企業の方に見つかるとうれしい）

天川研の学生の日

- 社会人生活を意識し各自時間管理してもらう
 - 08:45 勤務開始
 - (1時間休憩)
 - 17:50 退勤
 - バイト等による早退等は応相談
 - 有給年25日 (半休単位で休みを申請)
- 各種締め切り前 (卒論, 学会, チップ試作) は大変なことに
 - どの研究室でも変わらないと思う

当研究室 4 年生による近年の発表実績

- **2023年度**
 - 国際会議ポスター発表**2**件（国内，タイ）
- **2024年度**
 - 国内研究会口頭発表**2**件（久米島，石垣島），国際会議ポスター発表**1**件（国内開催）
 - 国際会議ポスター発表**1**件（国内開催）
- **2025年度**
 - 国内研究会口頭発表**1**件（宮古島），国際会議ポスター発表**2**件（東広島**1**，バンコク**1**）

本研究に関する発表

[1]

• 国際学会発表

[1] S. Ito, S. Nishizawa, and S. Amakawa, “Toward Analytic Uncertainty Evaluation of Weakly Nonlinear Power Meters”, *TJMW and AWPT*, M123, Oct. 2025, Bangkok, Thailand.



[2] S. Ito, S. Amakawa, K. K. Tokgoz, and H. Ito, “Input Reflection Coefficient of Weakly Nonlinear One-Port Network”, *ISBE/IWNT*, P2-21, Oct. 2025, Higashihiroshima City, Japan.



[3]

• 国内発表

[3] 伊藤栄, 岸川諒子, 西澤真一, 天川修平, 「ポリハーモニックディストーションモデルの解析的利用に関する検討」, ICD/CAS 学生若手研究会, Dec. 2025, 沖縄県 宮古島市.

研究室公開

- 先輩による特別座談会を行います。3月9日(月)11:15集合、別会場に移動して12時半頃まで(昼食支給)。その間、301A-1には店番がいなくなります。参加希望者多数の場合、人数制限するかもしれません。
- 配属決定者はx時にxへ集合

TJMW2025 出張報告

伊藤 栄

TJMWとは

- Thailand-Japan Microwave (TJMW) & Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT) 2025
- マイクロ波と電力伝送についてのワークショップ
- 開催地はモンクット王工科大学北バンコク校 (KMUTNB)



懇親会 (10/14)



- フカヒレを食べた
- 参加していた学生や一部の先生方と交流を深めた

ショートプレゼン



ポスタープレゼンテーション



質疑応答①

- Xパラメータも小信号前提で線形なのではないですか？なぜ大信号にXパラメータを適用できるのですか？
- 自分の回答
- Xパラメータは大信号動作点の周りで線形応答を拡張したもので、非線形特性を局所的に線形化したもの。大信号条件そのものを表現しているわけではなく、大信号点近傍の小変動を扱う
- 模範回答
- ただいま勉強中，分かり次第報告

質疑応答②

- LSOPからずれるとXパラメータの値が変わるのなら，たくさんの点が必要になって実用的ではないのでは？
- 自分の回答
- Xパラメータは特定の大信号動作点の近傍のみ有効なので，大きく動作点が変わる場合は再取得が必要になる．ただ，例えば今回の場合は反射係数が0.35程度までなら有効に近似できている．大信号動作点の信号源インピーダンスの値が変わる場合の研究はこれから．
- 模範回答
- ただいま勉強中，分かり次第報告

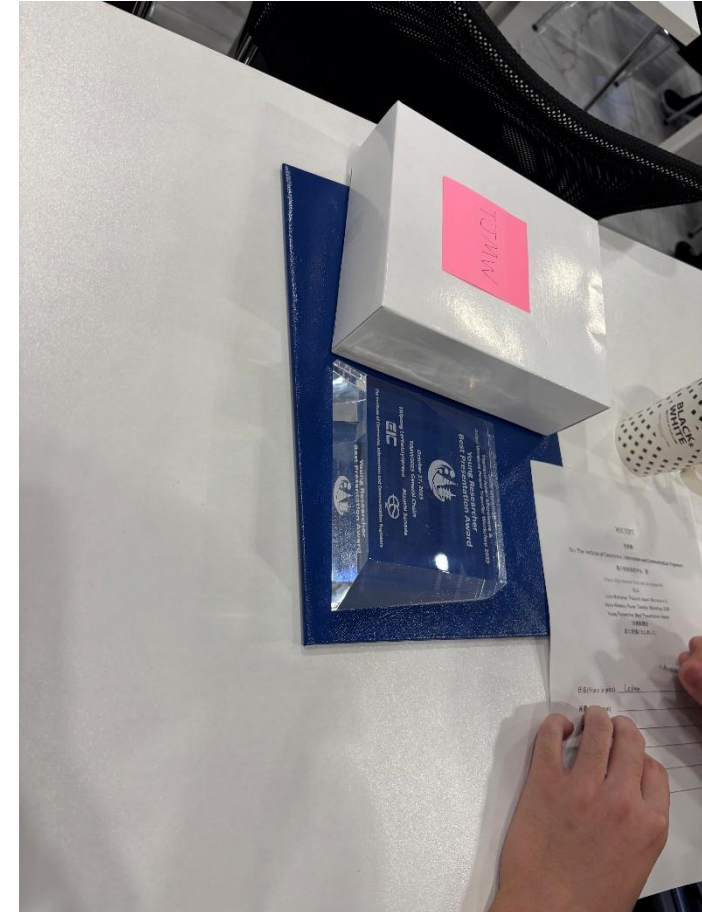
質疑応答③

- Xパラメータの肩についてるSとかTって何？
- 自分の回答
- なんの略かは把握していないが、正の周波数と負の周波数の関係を表しているのがT、正の周波数同士、負の周波数同士の関係を表しているのがSのはず
- 模範
- 同符号同士の周波数の関係を表す係数がS. 異符号だとT.

質疑応答④

- 実験と検証，どっちが大事だと思うか？
- 自分の回答
- 実験のほうが大事だと思う。あくまで実際の素子に対して振る舞いを記述するために立式，検証しているのであって，それは手段に過ぎないが，検証を蔑ろにしてい理由にはならない。検証も大事。将来的には実験まで行って理論を確かめていきたい

表彰式



感想

- 全体を通してとても楽しかった
 - せっかく仲良くなった人のプレゼンを聞いても内容が理解できなくて悲しかった
- 自分の専門じゃなくても基礎的な知識は持っておきたい
- 発表自体は滞りなく終わった一方で、質疑応答に関しては知識不足が目立った。
- 論文を書く段階で十分な知識を身に付けておく必要がある

おまけ

ホテルで英語が通じない

- そもそも予約が取れていなかった
- (予約は事前にメールでした上に、返事も返ってきてた)
- 最終日に荷物を預けたかったが、どう頑張っても会話してももう一泊させようとしてくるので、泣く泣く全部会場にもっていった。

→行く国の公用語を調べ、翻訳アプリなどのダウンロードをしておくといい。

ホテルにシャンプーがない

- 小さい固形石鹸が3つほどおかれていた。
どう読んでも髪用ではなかった

- 歯ブラシもなかった

歯ブラシは持っていったが、結局シャンプーはコンビニ

→コンビニなどで大体のものは売ってるので、宿泊先の近くのコンビニの場所などを調べておくといい

外は灼熱，中は冷蔵庫

- 外気温は日本と大差ない（なんなら日本のほうが暑い）が、湿気がすさまじく、日本より暑く感じる
- 一方冷房は16°Cぐらいの設定がデフォで、とても寒い
- ホテルも例外ではなく、暑いところにめちゃくちゃな冷気で部屋を冷たくする。

→行く国の気候や室内の温度状況を調べ、適切な上着などを
持っていくといい。飛行機内は会社によってまあまあ寒い。

ショートプレゼン



- 緊張がどうとかの前に足が痛い
(1時間20分待ち)
- 直前にレーザーポインターを渡された
→Ctrl+I でパワポ従来のレーザーポインターが出せる。自分でレーザーポインターを持っていくのも手。

食事は結構好評だった

- パクチーが本当に苦手
- みんなが言うにはおいしかったみたい



タイのスーパー（お菓子コーナー）

学生による出張報告



タイバーツ，全然使わなかった

- 到着日の電車，学会の参加費にしか使っていない
- ソニー銀行のデビットカードがあまりにも便利

日本円→タイバーツ
30000円→5355バーツ
(0.1785バーツ/円)

タイバーツ→日本円
2311バーツ→10000円
(0.2311バーツ/円)

→大体の支払いはソニー銀行のデビットカードで可能。現金もデビットカードで下ろせる。空港の外貨両替はレートが最悪なので絶対に使わないほうがいい。(せめて現地の街中)

最終日観光

ボートに乗って寺を見るツアーみたいなのに参加



王宮？



宮古島出張報告

伊藤 栄

ICD/CAS 学生・若手研究会

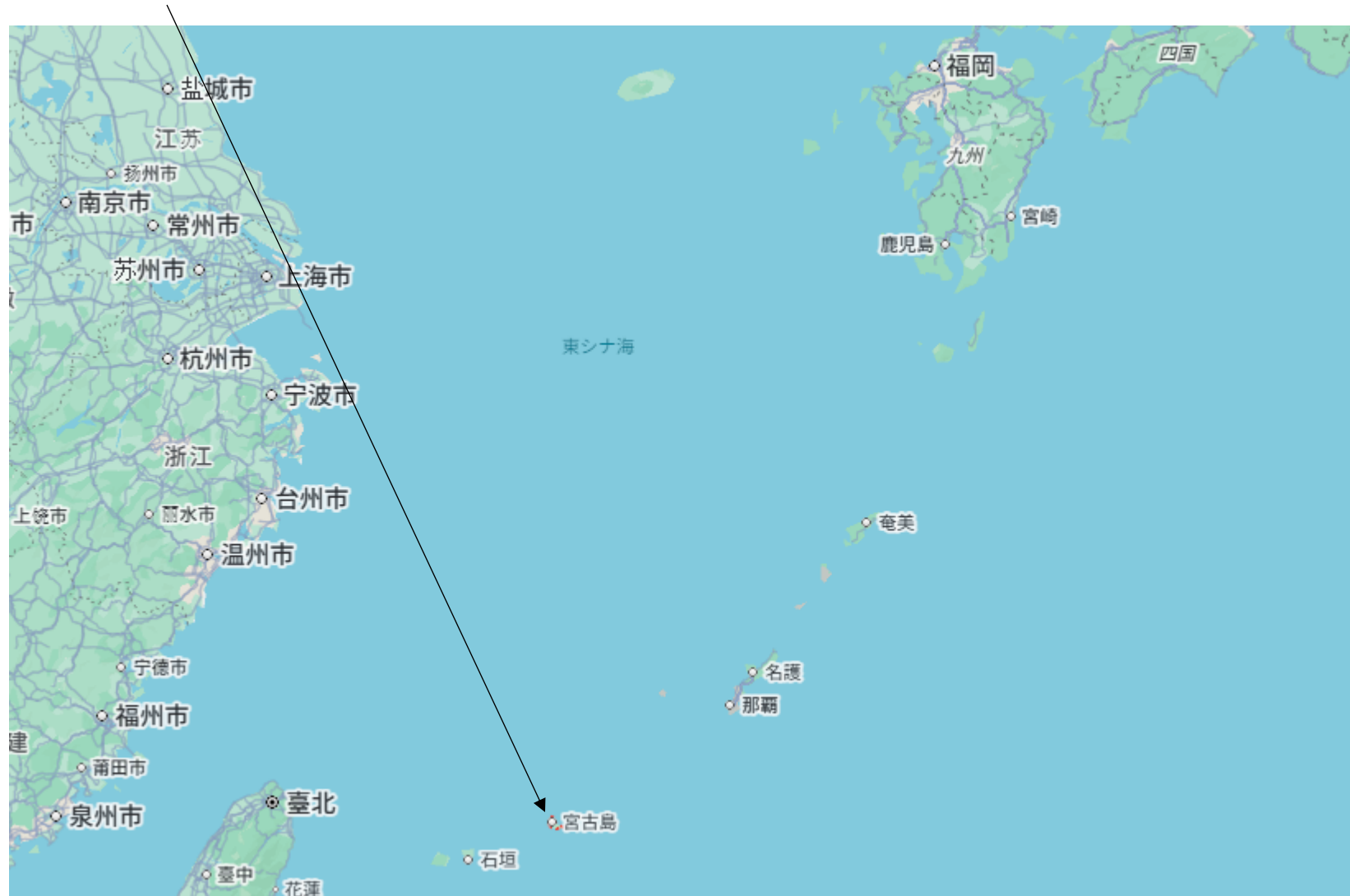
- 運営は学生が中心の委員会
- 学生や若手のための研究発表&交流会
- 発展途上の研究でも発表OK
- 教員や企業研究者と議論できる機会
- 研究仲間をふやせる場

宮古島

- 沖縄県に属する島
- 人口 55588 人（令和5年12月末）
- 面積 158.87 平方キロメートル



宮古島



学会参加の目的

- 卒論を書く補助として
- 卒論発表の準備として

- 開催地→
- 平良港ターミナルビル



1日目 12/5 (金) 日程 (移動)

- 7:00 起床
- 8:27 山中池発
- 8:40 西条駅着 バス10分遅延，もともと大分余裕をもったスケジュールのため，無問題
- 9:43 広島空港着
- 11:30 広島空港発
- 13:30 那覇空港着
- 16:45 那覇空港発
- 17:40 宮古島着

ラウンジに入った（画像：那覇空港）

- 天川先生がANAなんとかのなんかのためのため、ラウンジに入る権利をお持ち。
- ここで発表用パワポの仕上げ



沖縄そば (@那覇空港)

- 小麦**100%**の麺
- 食感は細めのうどんに近い
- 具は薄切り豚の角煮, ねぎ, 蒲鉾
- 地元の人にも親しまれている



初日 (12/5) の夜ご飯

琉球ラーメン 麵屋大和



学会1日目 (12/6) 日程

- 9:20-15:15 口頭発表 (途中昼休憩あり)
- 11:10-11:30 私の出番

- 15:25-16:30 ショートプレゼン
- 16:40-17:40 ポスター発表

発表

- 口頭発表
 - 発表15分，質疑5分（レギュレーション）
 - 発表時間が12分となった段階で鈴がなり，続いて15分でもなる。
 - 2回目の鈴がなったら質疑の時間
- ショートプレゼン
 - 発表2分，質疑1分30秒
- ポスターセッション
 - ポスターを持ったひとがうろうろ

発表の手ごたえ・反省

- 所定時間を大幅にオーバーしてしまい、後半の内容が駆け足に
- (なぜか鈴がなるシステムがバグっていたのでセーフ)
- スクリーンと自分のパソコンがうまくつながらず
- 直前まで準備をしていたし、プレゼン相当頑張ったので自信はあった
- 落ち着いて話すことができた
- 時々聴衆のほうに視線を向けられた
- (聴衆はパワポを見てるので見なくていいようなきがしなくもない)



質疑応答①

- 「履歴のない」非線形2ポートとは
- 持田さん（広島大学）

- 私の回答
 - 現在の入力だけで応答が決まる

- 模範回答
 - メモリレス非線形回路という意味で使っている。つまり、観測している周波数帯に対して十分に短い時定数しか持たず、出力の複素振幅がその時点の入射波の複素振幅のみで一意的に決まるとみなせる回路
 - トラップや熱、バイアス回路の時定数のような遅い記憶効果はここでは無視しているという前提

質疑応答②

- Z_s がいくつかあった。番号が回路のポート数と一致していなかった。なぜか。
- 持田さん（広島大学）
- 私の回答（模範回答）
- インピーダンスは実数でない限り周波数依存性を持つ。
(例： $j\omega L$)
- ハーモニック番号に応じてインピーダンスが変わる。

質疑応答③

- 検証を数値的にやってるか. 一致が**100%**とか**80%**かとか
- Yang Mengzhe (University of Malaya)
- 私の回答
 - やっていない. 複素平面上にプロットして見た目で判断した.
今後, 数値的な検証を検討する
- 模範回答
 - PHDモデルは1次のテイラー展開なので. 高次項を無視している時点で精度はでない. それよりも, 実用的な範囲 (今回はハーモニック番号1番のみを考えた) で非線形性のある程度見通せるのが重要.

質疑応答④

- 高調波も考えられるモデルということだが、後半からは基本波しか考えてなかった。なぜか？
- 國弘和明先生（東京科学大）
- 私の回答
 - 今回は基本波のみで十分に近似できたから
- 模範回答
 - 今回考えてるモデルがいわゆるA級アンプに分類されるような単純なモデルだから。高調波を積極的に取り入れるようなアンプだと高調波も考える必要がある

質疑応答⑤

- この結果をどう使うのか？あくまで解析的に理解したいのか，シミュレータに入れていくのか？
- 國弘和明先生（東京科学大）
- 私の回答（模範回答）
 - 今回はケーススタディとしてアンプの入力の反射波を解析的に近似した．応用として初期の回路設計に非線形性を考慮したり，Sパラメータの不確かさ評価などに活かしていきたい．

ほかの人の発表を聞く時の意識

- 今回は結構前半で発表を終え，ほかの人の発表を聞く余裕あり
- わかりやすい発表の共通点，技術を盗む
- わかりにくい発表の共通点を探る
- 疑問に思ったことを聞く

わかりやすい発表

- プレゼンの字がでかい
 - 研究の目的を細かく発表してくれる
 - こういう課題がある（背景の説明）
- だからこういう解決策が有効かもしれない
- そのためにこういう方法を使う

このストーリーが充実してるか

ここでの充実ってのは飛躍してないってこと

わかりにくい発表

- なんか説明なく急に技術的な話をされる
→ 一般的でない用語などは説明を入れるなどの工夫が必要
- なぜその研究をしてるのかよくわからない
→ 正味内容なんてよくわかんないので、この部分が一番聞きたい
- 早口
- 2分の発表なのである程度仕方ないが、内容を省略してでもゆっくりなほうがいいと思う

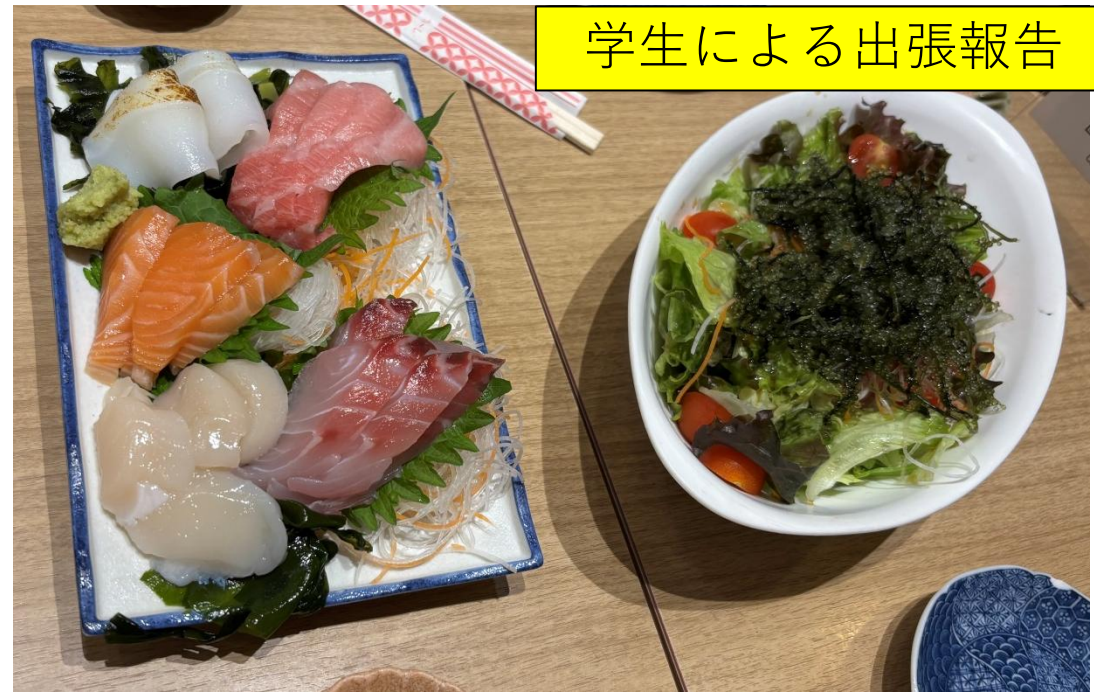
その他印象

- 質疑の時ににこやかだと好印象
- わからない質問が飛んで来たら「勉強します」みたいな答え方がいい（つまるのはよくない）
- なんか声でかいだけで好印象
- みんながある程度聞いてくれるのは目的と背景まで
→この部分をできるだけわかりやすく作る

懇親会

- 料理がコース料理的に出てくる
- 飲み放題
- 海ブドウとやらを初めて食べる
- 食感は面白いが味はない
- 大阪大学 廣瀬先生とお話
- ほかの先生にも話しかけたかった
きっかけがみつからず...

学生による出張報告



2日目 OAD

- オープンエアディスカッション
- という名前のついたお遊び会
- そもそも議題すら与えられていなかった
- パラセーリングに参加

パラセーリング

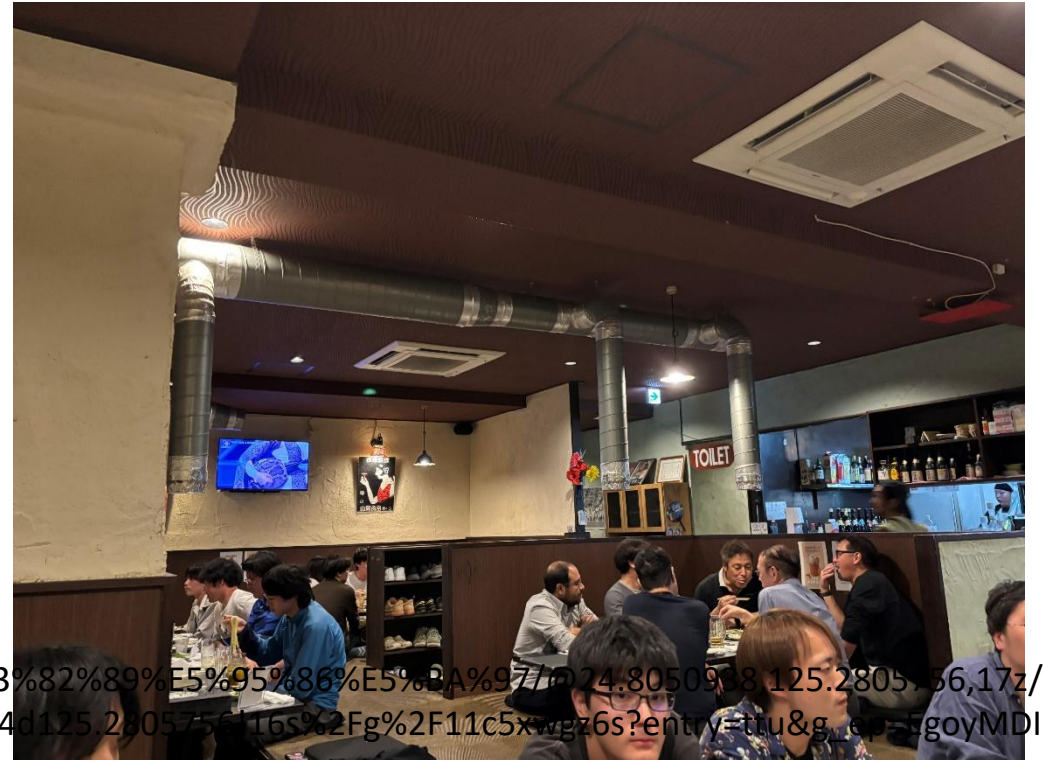
- 凧あげの要領で船に引っ張られて空を飛ぶアトラクション
- ロープの長さは100 m
- 飛んでるときの景色はほぼ海



OAD報告会

学生による出張報告

- という名前のついた飲み会
- @おくだいら商店
- コース料理的に料理がでてくる
- パラセーリングの船酔いが尾を引きややダウン気味



https://www.google.com/maps/place/%E3%81%8A%E3%81%8F%E3%81%A0%E3%81%84%E3%82%89%E5%95%86%E5%9A%97/@24.8050938,125.2805736,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x34f4538cab81645:0x7005b5d720079c24!8m2!3d24.8050938!4d125.2805736!16s%2Fg%2F11c5xvzg6s?entry=ttu&g_ep=fgoyMDI1MTIwOS4wIKXMDSoKLDEwMDC5MjA3M0gBUAM%3D

3日目 ほかの人の発表の様子

みんな帰っちゃってちょっと人が少ない



気づき

- 自分が発表したい部分と聞き手が興味のある部分は一致しない
- 時間が足りないからといって早口になるのはよくない
- 先行研究や研究結果として表を見せるのは微妙. 可能ならグラフのほうが断然いい

おまけ

集合写真
(私たちはいない)



