

静岡大学でのGNU Radio利用事例

マルチホップネットワークへの応用をめざして

石原 進

静岡大学創造科学技術大学院

素人的GNU Radio体験記

これから始める人のために

静岡大学でのGNU Radio利用事例

マルチホップネットワークへの応用をめざして

石原 進

静岡大学創造科学技術大学院

きっかけ

- 「MobicomやSIGCOMで、GNU RadioやWARPなどを使ってネットワーク屋がガンガン物理層に手を出している。これは凄そうだ。」
 - 「なんだか面白そう」
 - 「とりあえず試してみたい」
- 渡辺先生USRP2購入

渡辺「DICOMOデモ発表申し込んだから」
・・・いろいろ手伝いました

GNU Radioで やってみたこと(1)

BPSKで送る

**教科書では
まずBPSK**

**これをやらねば
始まらない**

**BPSKなんて
動いて当たり前！**

サンプル

benchmark_tx.py

benchmark_rx.py

を使うだけ

・・・と思っていたが

ちゃんと動かなかった

**異常に高い
パケットエラー率**

たかだか100kbpsでも・・・

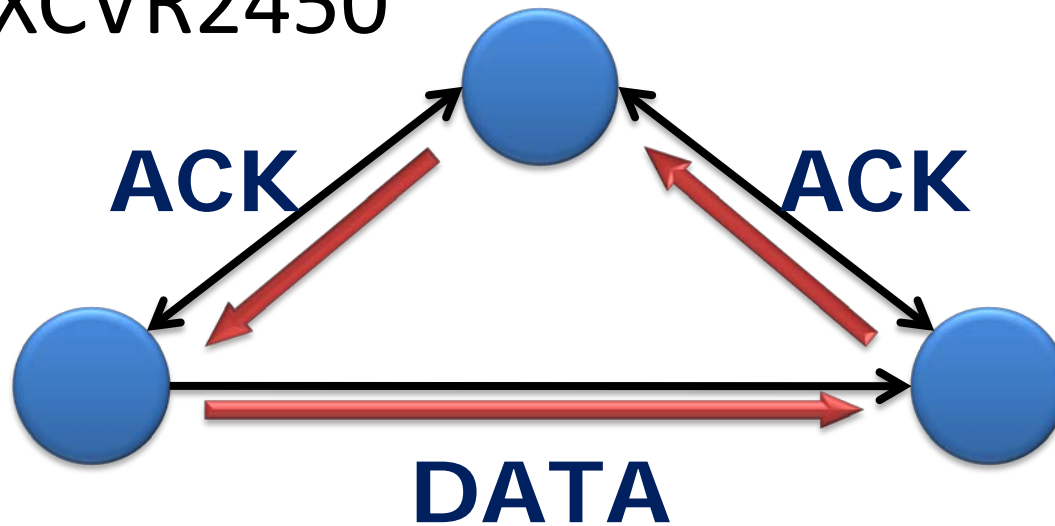
理由がよくわからない・・・

昨年のDICOMO@別府

高いロス率のままデモ

双方向マルチホップ通信 (片方向リンクあり) など

USRP2+XCVR2450



制作した通信用コードは全部python
(GUIだけTcl/Tk)

**一応動くが、
口スリ過ぎるのが
気持ち悪い**

10月

チュートリアルを行いました

**この時点でも
まだ理由わからず(恥)**

**しばらく触っていなかったのもので、
最近改めて調べ直しました**

理由

**ドータボード
周波数偏差
数10KHz**

**これくらい何とかなるかと
思っていたが、
そうじゃなかった**

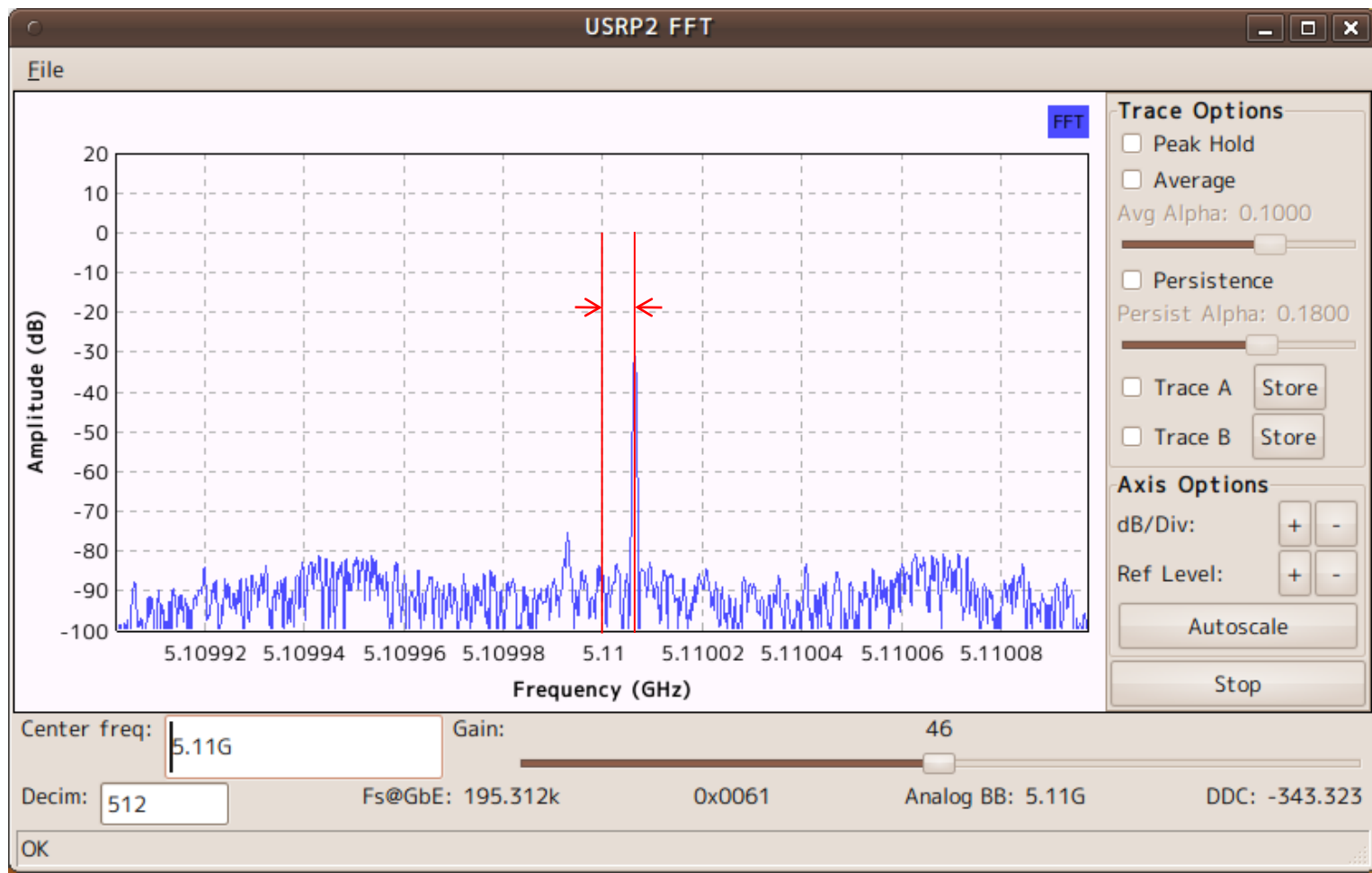
数10KHzの偏差

Decimationを大きめにしないとUSRP2
のスペアナを見てもわからない

簡単な周波数偏差の測り方

`usrp_siggen.py -f XXX`

`usrp2_fft.py -d 512 -f XXX`



実は

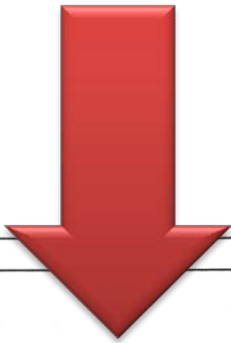
**特定実験試験局開設時の
登録点検でわかっていた・・・**

無線設備（電気的特性の点検：周波数、空中線電力、相互変調積を除くスプリアス強度、占有周波数帯幅）

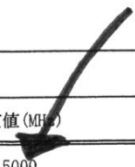
1

1-1 測定系統 : XCVR2450 XXXXXXXXXX

判定	良						
電波の型式及び周波数計算式				測定項目			
電波の型式： 4M00J1D, 4M00F1D, 4M00G1D, 4M00M1D, 4M00V1D, 4M00X1D 4M00J2D, 4M00F2D, 4M00G2D, 4M00M2D, 4M00V2D, 4M00X2D 4M00J7D, 4M00F7D, 4M00G7D, 4M00M7D, 4M00V7D, 4M00X7D 5.110000GHz				A. 周波数許容偏差及び空中線電力			
系統	指定周波数 (GHz)	測定周波数 (GHz)	偏差 (KHz)	定電力 (mW)	方向性結合器 損失 (dB)	電力計指示値 (dBm)	空中線電力 (eirp) (mW)
No. 001 (アンテナ利得 3dB)	5.1100000	5.109987401	-12.599	50	0.000	+16.670	92.7
B. 相互変調積を除くスプリアス強度							
測定周波数 (GHz)	空中線電力 (mW)	帯域外領域		スプリアス領域			
		規格値	測定値 (μW)	規格値	測定値 (μW)		
5.1100000	50	100 μW 以下	85.310	50 μW 以下	26.3000		
C. 占有周波数帯幅							
測定周波数 (GHz)	占有周波数帯幅						
	規格値	測定値 (MHz)					
5.1100000	4.00	2.5000					

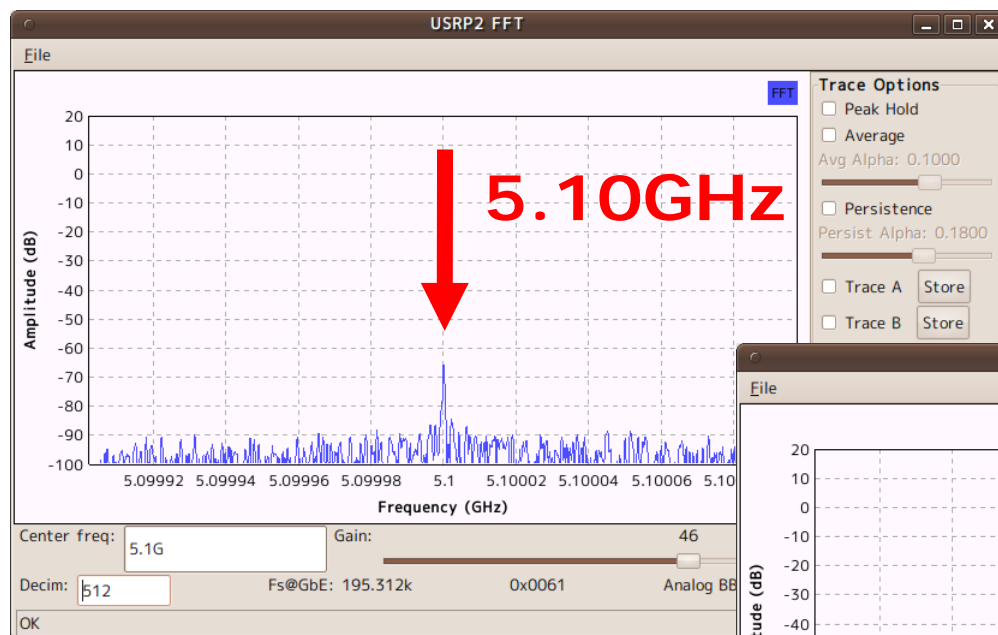


偏差
 -12.599KHz
 -34.924KHz
 +0.990kHz



中心周波数の選択も重要

USRP2のADC: 100Ms/s →100MHzの倍数前後の特性が悪い



同軸ケーブルを使った状態で試してください。

きちんと調整すると

**GMSK, DBPSK,
DQPSK, D8PSK,
さらにOFDMも**

ちゃんと動きました

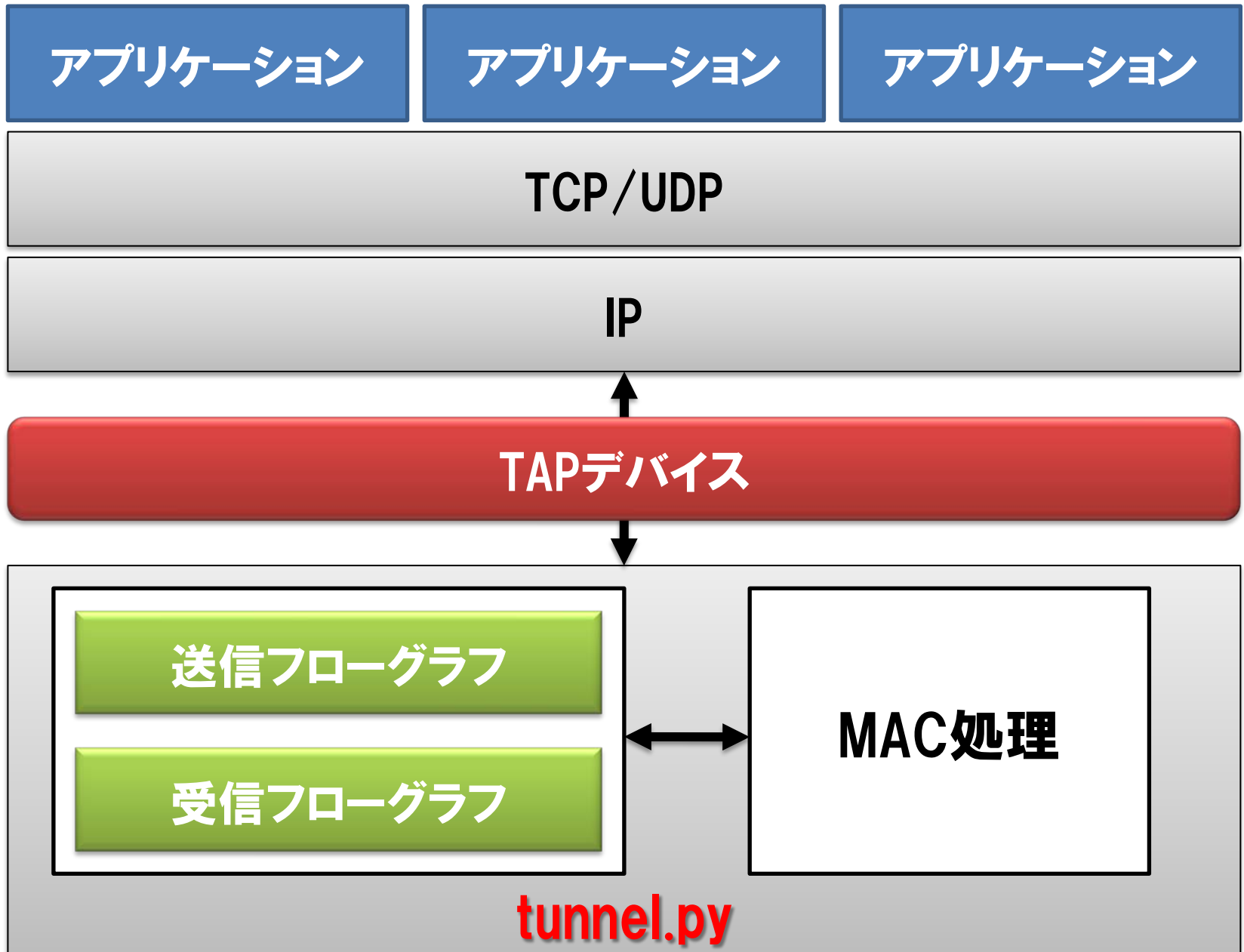
GNU Radioで やってみたこと (2)

お手軽マルチホップ通信

\$examples / digital / tunnel.py

**Ethernetインタフェースの代わりとしてGNU
Radioでの通信をする(TAPを使用)
とても簡単なCSMAを実装**

ping, ssh, HTTPなんでも動く



アプリケーション

アプリケーション

アプリケーション

TCP/UDP

IP

TAPデバイス

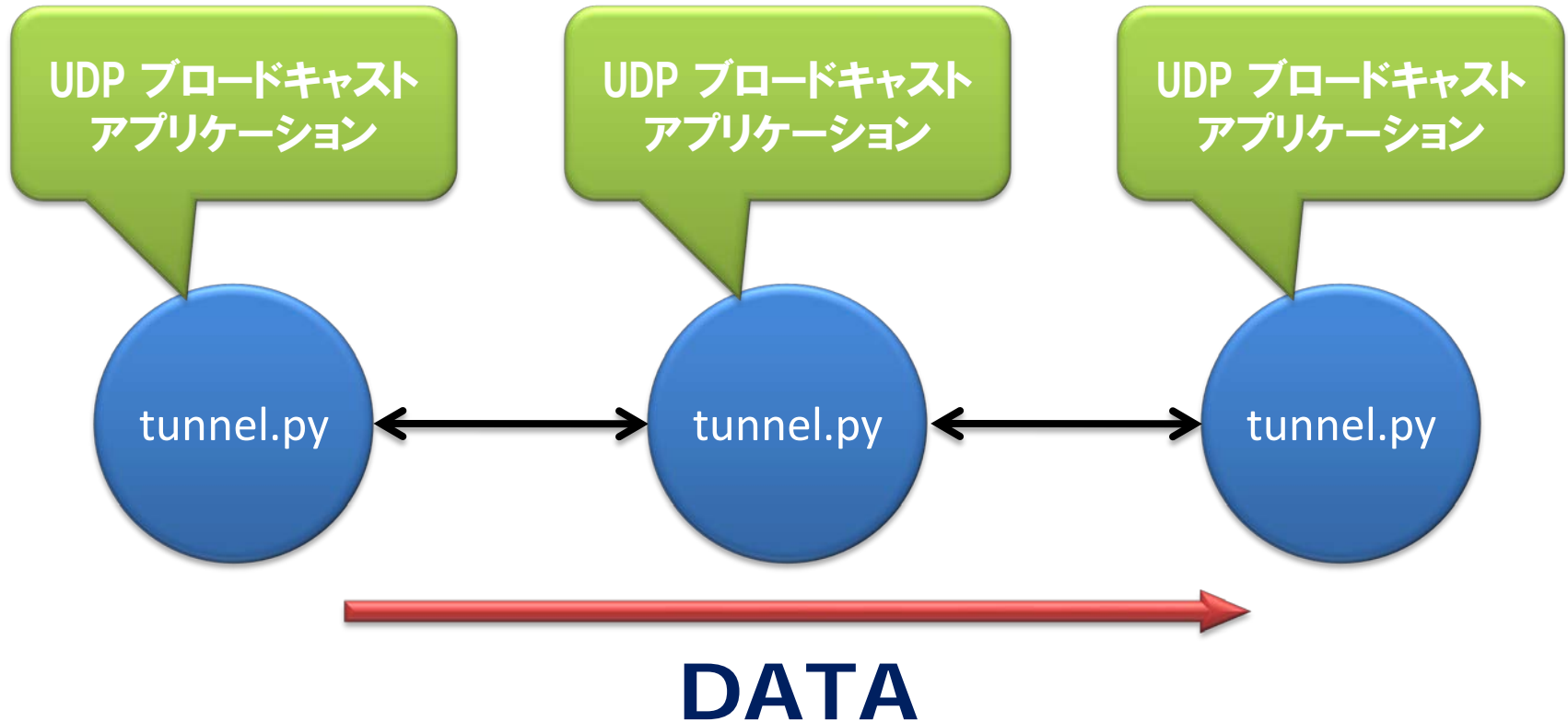
送信フローグラフ

受信フローグラフ

MAC処理

tunnel.py

お手軽マルチホップ通信



アンテナ移動や送信間隔の短縮(衝突誘発)によるパケットロス
MACの動作, マルチホップ通信の難しさを知るには良い教材

大事なこと

**周波数偏差を
確認しておこう**

コードリーディング以前に USRP2の理解が重要



まず読みましょう

USRP2 FAQ

\$EXAMPLES/digital/*.py

\$EXAMPLES/digital-bert/README

\$PYTHON_LIB/gnuradio/blks2impl/*.py

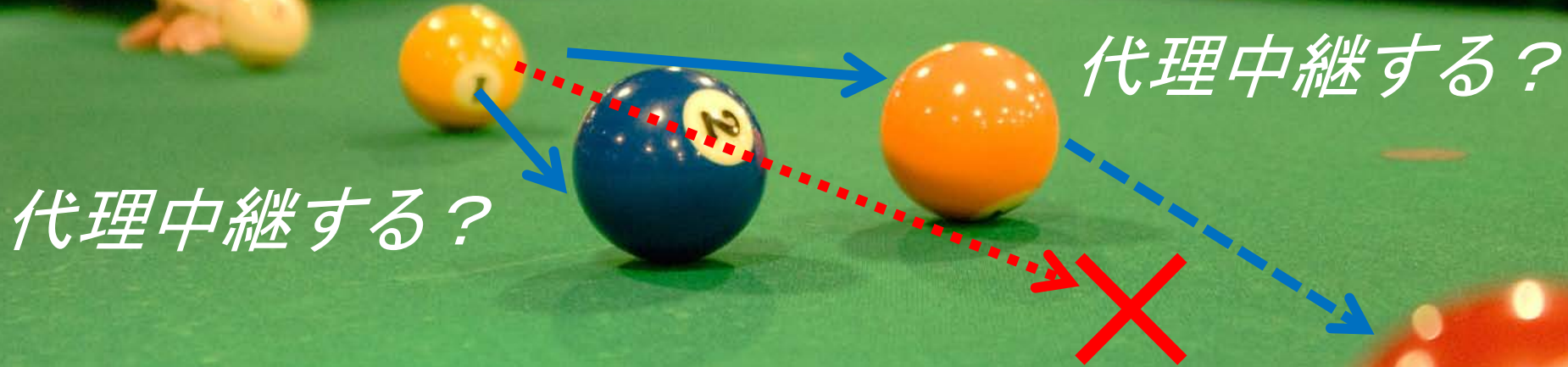
そして



冷却

やってみたいこと

Opportunistic Routing



- データの送り直しをする中継ノードの自律的選択をPHYの情報をみながら行う
- 指向性通信との組み合わせ？

車々間通信

送信電力動的制御

MAC改良



おしまい