

400G-ZR 持ち寄り検証

JANOG50 Day1 2022/07/13
Megumi Takagi
KADOKAWA Connected Inc.

検証プロジェクトのきっかけ

プロジェクト参加のモチベーション

- やったことないこと、
面白いことやってみたい
- 光伝送システム、どんなところが大変なのか具体的に知りたい

長距離
光伝送



プロジェクト参加前のスキルは

- 光通信技術に関する書籍は
読んだことある
- WDM装置に入って、簡単にCLIを叩
いたことはある
- 実際の構築・運用経験はない



全然何もわかりませんが
プロジェクト参加します～

検証内容

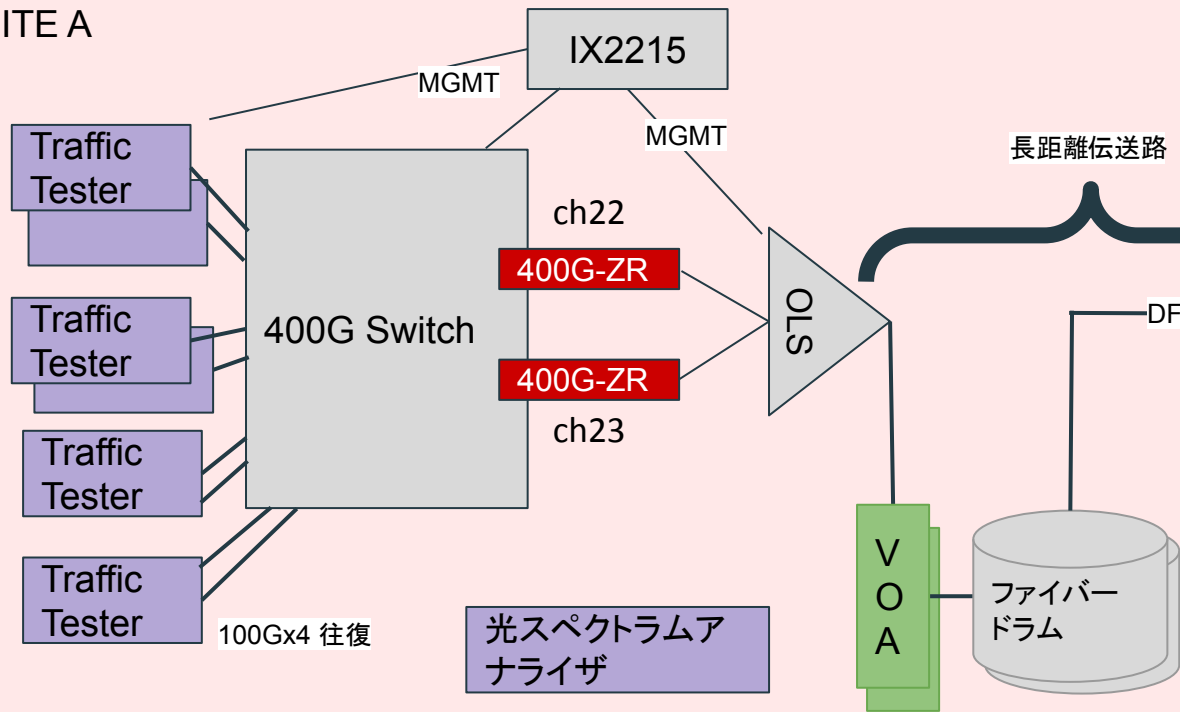
最初はここから

- おすすめのテキストを先駆者に聞く
- 単語を調べて、用語集を作成
- dBやdBm、OSNRなどなど定義を調べる
- 検証内容・構成の話し合い

... 机上でもくもく勉強・整理の時間も必須

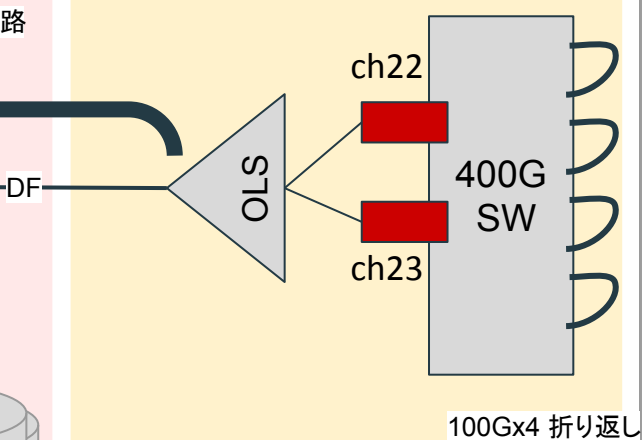
検証構成

SITE A



SITE B

長距離伝送路



ところで、規格を見直すと.....

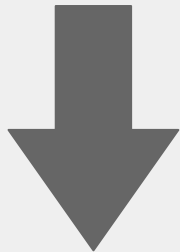
光通信規格のおさらい

Confidential

	10G SFP+	100G QSFP28	400G QSFP-DD
100m	SR MMFを使用したラック間の短距離通信 R8 / SR4.2 / AOC		
2km		CWDM4	FR4
10km	LR 光出力UP 入力感度UP	LR4 光出力UP 入力感度UP FEC追加	LR4-10 光出力と入力感度UPでは限界・・・ どうする??
40km	ER さらに光出力UP 入力感度UP	ER4f さらに光出力UP 入力感度UP	
80km	ZR	ZR4	ZR/ZR+

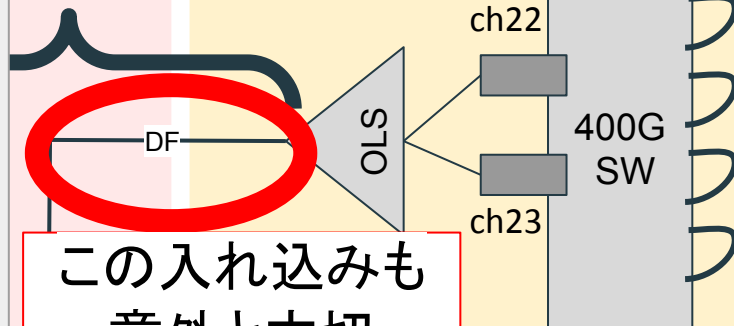
検証構成

- 運用することになる環境では、
反射や減衰の大きいファイバーを使用



- 検証でも、できるだけその環境を再現しておくことは大切

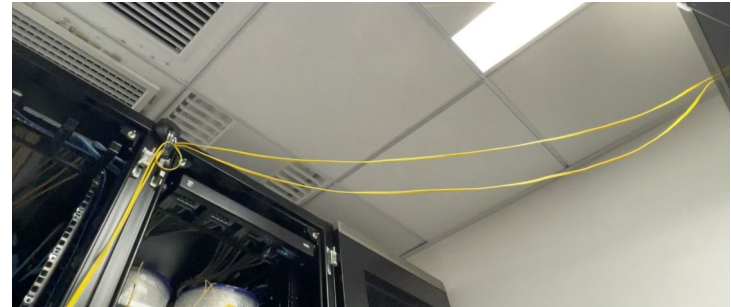
距離伝送路



この入れ込みも
意外と大切

準備した道具・環境

400Gスイッチ	2台
400-ZR QSFP-DD トランシーバ	4本
mux/demux & AMP	2セット
Traffic Tester	8台
Spectrum Analyzer	1台
Variable Optical Attenuator	2台
ダークファイバー	4芯
光ファイバードラム	たくさん
検証用ラック2本	2本
フレッツ回線	1回線
IX2215	1台
Slackチャンネル	1つ

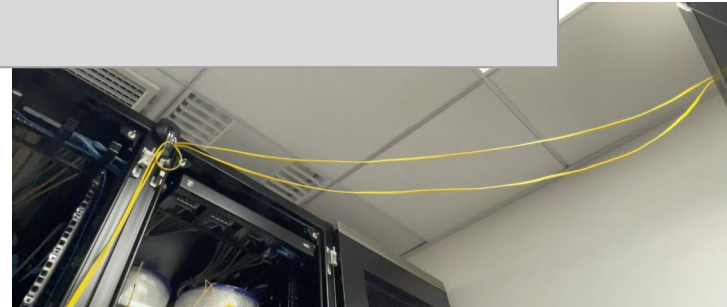


準備した道具・環境

400Gスイッチ	2台
400G ZR QSFP-DD トランシーバ	4本
mux/demux & AMP	2セット
Traffic Tester	2台
Spectrum Analyzer	2台
Variable Optical Attenuator	2台
ダークファイバ	2本
光ファイバケーブル	2本
検証用ラック2本	2本
フレッツ回線	1回線
IX2215	1台
Slackチャンネル	1つ



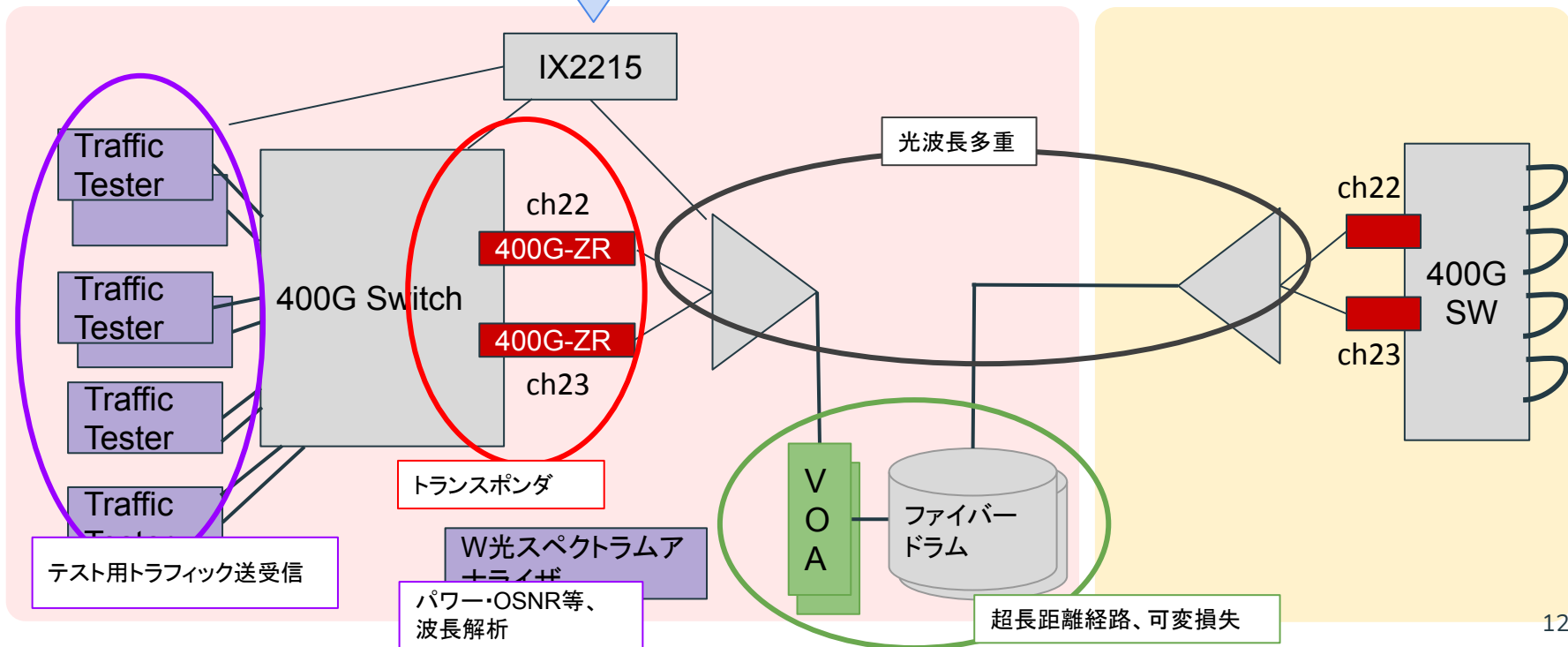
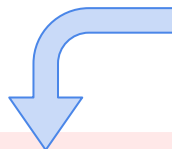
マクニカ様、BBT様、IPA様、
KADOKAWA Connected等で各々持ち寄り



検証構成



L2TP/IPsec VPNで
各機器・測定器へアクセス



準備した道具・環境

- 持ち寄り道具を色分けしてみるとこんな感じ
- この規模の検証環境は、弊社のみでは実現できませんでした

※ 一部トラフィックテストはDFのOTDRとしても兼用

WDMシステム

- Ruijie 400Gスイッチ 2台
- 400G ZR QSFP-DD トランシーバ 4本
- mux/demux & AMP 2セット

テスト・解析

- Traffic Tester※
- Spectrum Analyzer

回線環境

- Variable Optical Attenuator
- ダークファイバー
- 光ファイバードラム

環境

- 検証用ラック
- フレッツ回線
- IX2105
- Slackチャンネル
- クリーナー・パワーメータ/ライトソース・ファイバースコープ・etc...

検証結果

検証結果

以下でリンクアップを確認

AMP設定・損失

- Boost AMP +28dB
- 損失 -34.5dB
- Pre AMP +25.5dB

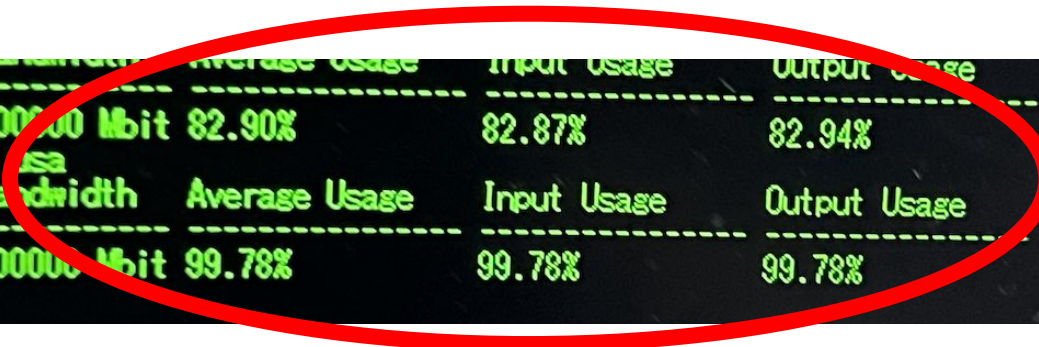
測定値

- IB-OSNR 約23.4dB
- Rx -0.17dBm
(Tx -11.6dBm)



検証結果

- 400G (100G x4)トラフィック印加し、RFC2544テストを実施
 - スイッチ CLI上で帯域使用率99%を確認



	Bandwidth	Average Usage	Input Usage	Output Usage
FastGigabitEthernet 0/25	400000 Mbit	82.90%	82.87%	82.94%
rs400stor-kdx_kbkz12f-s6580#sho int f 0/25				
Interface	Bandwidth	Average Usage	Input Usage	Output Usage
FastGigabitEthernet 0/25	400000 Mbit	99.78%	99.78%	99.78%
rs400stor-kdx_kbkz12f-s6580#				

検証から学んだこと

検証から学んだこと①

WDMシステムを75GHz GRID、 100GHz GRIDどちらで作るのか

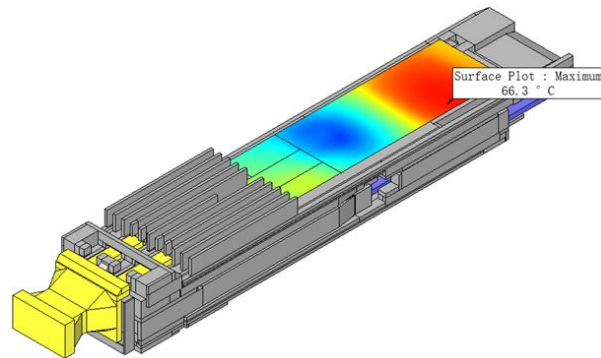
- 当たり前かもしれないが、初心者としては一番最初に実感した違い
- スイッチのデフォルトは75GHz GRIDだったので、100GHz GRIDへの変更可能バージョンを開発していただいた



検証から学んだこと②

トランシーバ温度には要注意

- 65~69°C
- 隣同士に刺してしまうと70°Cを超え、故障のリスク



```
Transceiver Type : 400GBASE-ZR-QSFP-DD
Connector Type : LC
Wavelength(nm) : 1559.79
Wavelength tolerance(nm): (+/-)0.02
Transfer Distance :
    SMF fiber
    -- 120km
Digital Diagnostic Monitoring : YES
Vendor Serial Number : L2126D0253

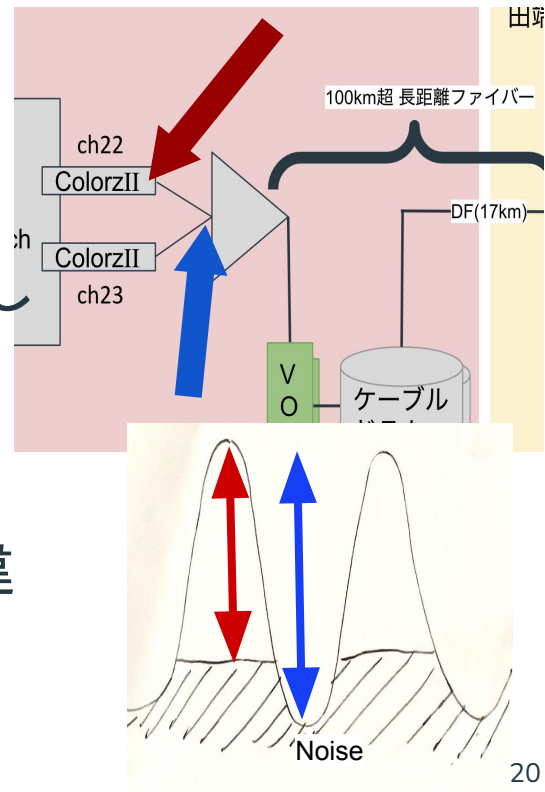
Current diagnostic parameters[L1-L8:Lane1 - Lane8 AP:Average Power]:
Temp(Celsius) Voltage(V) Bias(mA) RX power(dBm) TX power(dBm)
67(OK) 3.32(OK) 42.05(OK)[L1] -1.01(OK)[L1/AP] -11.56(OK)[L1]
```

Ruijieさんにポート構成毎の熱レポートをご提供いただきました

検証から学んだこと③

OSNRには種類(In-bandとOut-of-band)がある

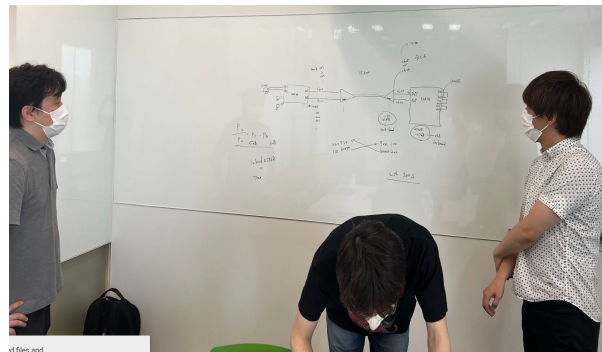
- OSNRの定義や、どの値を測定しているか正しく理解しないと、データシートとの不整合が発生
- 赤(CLI)と青(WA)は同じOSNRだと思ったら違うものだった...



検証から学んだこと④

BoostAMP(送りのパワー)を 上げれば良いわけではない

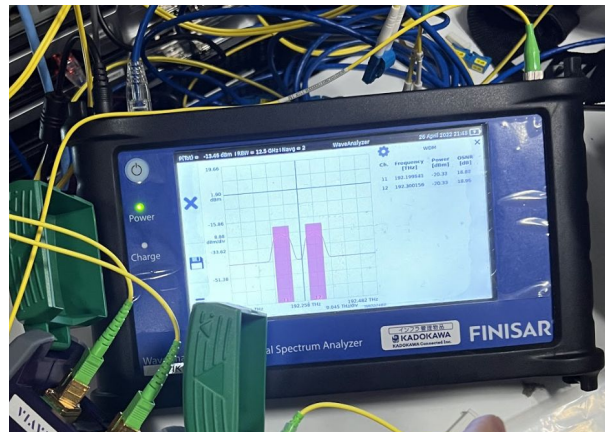
- 送信側でAMPを大きくして、受信側のAMP値を下げて、ある値以降はOSNRが改善しなくなる
- ちょうどOSNR&BERが一番良くなる BoostAMP/PreAMPの組み合わせを見つけることが必要 (AMPの特性かも?)



検証から学んだこと⑤

400G-ZR(+スイッチのCLI)で
みられる値が、かなり正確

- 馴染みのあるデータRx/Tx/Tempに加えてOSNR、PDL、DGD、etc..
- 光スペアナ測定値・CLIの差が1dB程度(実測)



```
00:relsho:pt 1 0/27: transceiver
transceiver type : 400GSR4C-2R-OSFP-00
connector type : LC
wavelength(nm) : 1550.88
wavelength tolerance(nm) : (+/-)0.02
transfer distance :
SMF fiber :
-- 120km
Digital Diagnostic Monitoring : YES
Vendor Serial Number : L212800253

Current diagnostic parameters[L1:L0:Label - Lane0 AP:Average Power]:
temp(Celsius) Voltage(V) Bias(mA) RX power(dBm) TX power(dBm)
33(OK) 3.33(OK) 42.00(OK[L1]) -9.98(OK[L1/AP]) -11.54(OK[L1])

Transceiver current alarm information:
none

Current versatile diagnostics parameters[MC:Module L1:Lane]:
Differential Dispersion(ps/nm) Differential Group Delay(ps) Polarization Dependent Loss(dB) Thermoelectric Cooler Current(mA)
298.00(L1) 7.82(L1) 0.70(L1) 9.56(L1)

Carrier Frequency Offset(MHz) Laser Frequency Error(MHz) Optical Signal to Noise Ratio(dB) Electrical Signal to Noise Ratio(dB)
101.0(L1) 0.0(L1) 24.90(L1) 18.90(L1)

Pre-FEC BER Value Host Input Errored Frames Value Host Input Pre-FEC BER Value Media Input Errored Frames Value Media Input
0(L1) 0(L1) 0.0054(L1) 0(L1)

Laser Temp(Celsius) Rx Total Power(dBm) Rx Signal Power(dBm)
33.0(L1) -8.98(L1) NA
```

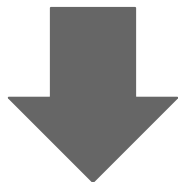
※ ただしリンクアップしていないとCLIからはshowできないので、
物理測定手段を持っておく必要あり

検証の振り返りとモチベーション

よかった点 - 検証の環境

- 一般的に想像する検証

わからないこと・ハマリポイント



問い合わせ窓口へメールを送信。
N営業日後に回答

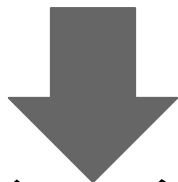
よかった点 - 検証の環境

- 今回の持ち寄り検証

多種多様な検証メンバー

- 光通信のプロ
- WDM構築経験
- OTDR使い
- テスター使い
- スイッチ開発者

わからないこと・ハマリポイント

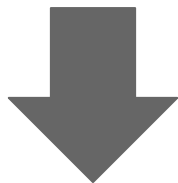


Slackの検証メンバーがいるチャンネルで
発言。すぐに“わかる人”が回答。

よかった点 - 検証の環境

- 一般的に想像する検証

得られた結果や理解の確認・共有



社外用レポートを作成。
「内容ご確認いただきたく～」

よかった点 - 検証の環境

- 今回の持ち寄り検証

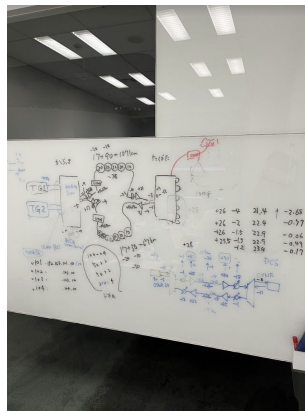
得られた結果や理解の確認・共有

SlackでCLIコピーと写真を添付。
各自視点での確認・学び合いが可能

参加者がそれぞれ知見を得られる、
一社ではリソース限界のある規模の検証を、
スピード感を持って、実現

最後に - 検証のモチベーション

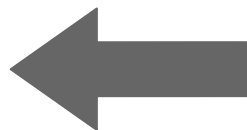
- なぜ、学習コストを払ってでも、技術検証をやるのか？



最後に - 検証のモチベーション

- 持ち寄り検証の技術レベル

- プロにおまかせする
- プロに相談する
- 自分達で使う
- 自分達で作る



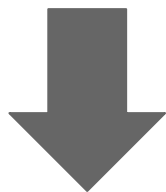
このスキル獲得

最後に - 検証のモチベーション

- なぜ、学習コストを払ってでも、技術検証をやるのか？

- ❖ プロにおまかせする
- ❖ プロに相談する
- ❖ 自分達で使う
- ❖ 自分達で作る

どれもメリットデメリットが存在
状況に応じた選択が可能に



最終的なコスト最適化





持ち寄り検証にご協力くださいました皆さま
ありがとうございました！

