

SKA EWG



河野裕介 (国立天文台)
&SKA-JP-EWG

VERA UM

2015.09.25

❖ チェア: 青木さん(早稲田大)

- SKYPEベース会議
 - 5月18日～
- フロントエンド班
 - 光学系、受信系(アンテナ、フィード、受信機など)
- データ処理・運用班
 - 較正、像合成、カタログ、スケジューラー
- バックエンド班 [河野]
 - AD変換、信号伝送、相関器など
 - SKAプロジェクトの研究、議論
 - » 以下、私見

SADT, SCP, DISH



SaDT (通信、基準信号伝送) WP

- ❖ **8.1 Digital Data Backhaul SKA.TEL.SADT.DDBH**
 - Workpackage: SKA.TEL.SADT.DDBH
 - Workpackage lead institution: University of Manchester, UK
 - Organisations involved: ASTRON (Netherlands), IT (Portugal)
 - Potential industry involved: Large telecommunications industries

- ❖ **8.2 CSP to SDP Data Transmission SKA.TEL.SADT.CSP**
 - Work package: SKA.TEL.SADT.CSP
 - Work package lead institution: CSIRO, Australia
 - Organisations involved: SKA South Africa, NRENs
 - Potential industry involved: Large telecommunications industries

- ❖ **8.3 SDP Interfaces and Data Transmission - SKA.TEL.SADT.SDP**
 - Work package: SKA.TEL.SADT.SDP
 - Work package lead institution: CSIRO, Australia
 - Organisations involved: SKA South Africa, NRENs
 - Potential industry involved: Large telecommunications industries

Work package

- ❖ **8.4 Synchronisation and Timing: Clock Design – SKA.TEL.SADT.SAT.CLDES**
 - Workpackage : SKA.TEL.SADT.SAT.CLDES
 - Workpackage lead institution: National Physical Laboratory
 - Organisations involved: University of Manchester

- ❖ **8.5 Synchronisation and Timing: Clock System – SKA.TEL.SADT.SAT.CLSYS**
 - Workpackage : SKA.TEL.SADT.SAT.CLSYS
 - Workpackage lead institution: National Physical Laboratory
 - Organisations involved: University of Manchester

- ❖ **8.6 Synchronisation and Timing: Distribution of Time, Frequency and Phase - SKA.TEL.SADT.SAT.STFR**
 - Workpackage : SKA.TEL.SADT.SAT.STFR
 - Workpackage lead institution: UMAN, United Kingdom
 - Organisations involved: NPL, Tsinghua University, Peking University, UGR, JIVE

Work package

- ❖ **8.7 SAT Local Monitoring and Control SKA.TEL.SADT.SAT.LMC**
 - Work Element : SKA.TEL.SADT.SAT.LMC
 - Work Element lead institution: NCRA, India
 - Academic Organisations involved: TRDDC, India; UGR Spain

- ❖ **8.8 Telescope Management Networks – SKA.TEL.SADT.TM**
 - Work Element: SKA.TEL.SADT.TM
 - Work Element lead institution: NCRA, India
 - Academic Organisations involved: TRDDC, India.

- ❖ **8.9 Network Architecture (NWA) – SKA.TEL.SADT.NWA**
 - Workpackage : SKA.TEL.SADT.NWA
 - Workpackage lead institution: ASTRON
 - Organisations involved: University of Manchester

- ❖ **8.10 Network Management – SKA.TEL.SADT.NMGR**
 - Work Element : SKA.TEL.SADT.NMGR
 - Work Element lead institution: NCRA, India
 - Academic Organisations involved: TRDDC, India

- ❖ **8.11 Signal and Data Transport Local Infrastructure – SKA.TEL.SADT.LINFRA**
 - Work Element : SKA.TEL.SADT.LINFRA
 - Work Element lead institution: SKASA, South Africa
 - Organisations involved: CSIRO

Work package

❖ 微細化されている

❖ メリット

- ピンポイントの技術優位性で他国にアドバンテージをとれる
 - 総合力はあまり問われない

❖ デメリット

- 干渉計の総合的経験を積みにくい。
 - 飛翔体VLBIで人材育成

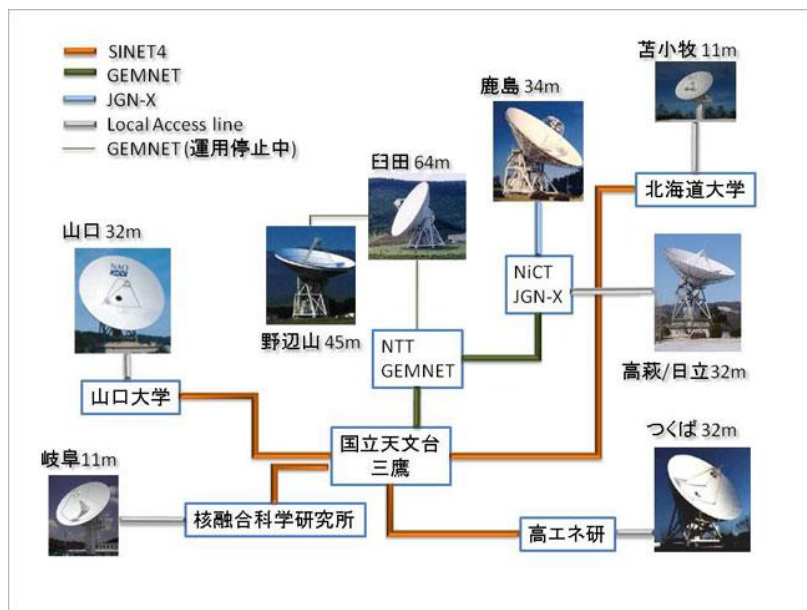
❖ 部分的で局所的

- 技術的に優位な分野
- パスファインダがあるもの

SKAパスファインダ

- APERTure Tile In Focus (APERTIF)
- Arecibo Observatory
- Allen Telescope Array (ATA)
- electronic European VLBI Network (eEVN)
- Electronic MultiBeam Radio Astronomy ConcEpt (EMBRACE)
- e-MERLIN
- Expanded Very Large Array (EVLA)
- LOw Frequency ARray (LOFAR)
- Long Wavelength Array (LWA)
- SKA Molonglo Prototype (SKAMP)

日本のパスファインダ



(中西2012)

Correlators for OCTAVE

❖ Real time correlator

- FPGA correlator
 - FX and XF type
 - 2Gbps/baseline/ch

❖ Post processing correlator

- Software correlator
 - Engine(GICO3) by NICT
 - Integration by NAOJ with NICT



Work by
Dr Oyama (NAOJ)
Mr Kimura (NICT/KS)

Soft Correlators Hard Correlators

❖ Modes

Speed	IF numbers	Bandwidth (MHz)	Sampler, DSP
1 Gbps	1, 2, 4, 8, 16	256, 128, 64, 32, 16	VERA, KVN, ADS, OCTAD
2 Gbps	1, 2, 4, 8, 16	512, 256, 128, 64, 32	ADS1000, 3000+, OCTAD
4 Gbps	1, 2, 4	1024, 512, 256	ADS3000+, OCTAD
8 Gbps	1, 2, 4	2048, 1024, 512	ADS3000+, OCTAD
16 Gbps	2, 4, 8	2048, 1024, 512	OCTAD
32 Gbps	4, 8, 16	2048, 1024, 512	OCTAD
64 Gbps	8, 16, 32	2048, 1024, 512	OCTAD(pairs)

❖ High Speed

❖ In operation

- 1Gpbs 5stations (now)
-

Work by
Dr Oyama (NAOJ)

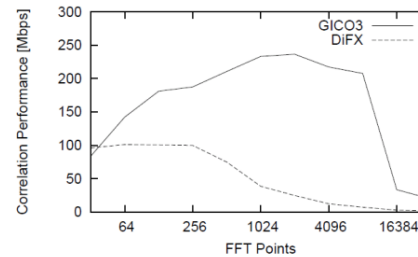
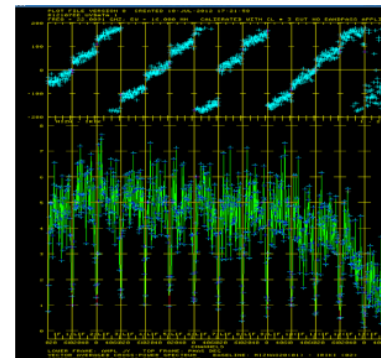
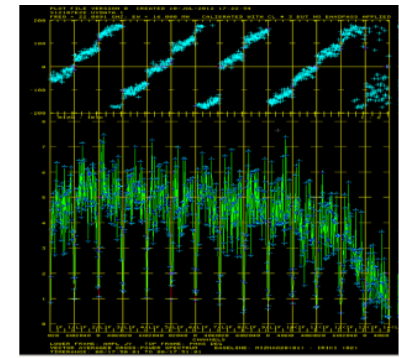


Fig. 8.— Correlation performance using 6 stations data: In order to compare with the performance of the DiFX, the correlation speed of GICO3 were measured on the same conditions. Although the overall tendency are well alike, the GICO3 has high processing speed as compared with DiFX, and it is 10 times faster than DiFX at 2k fft point.

Kimura +(priv.)



Mitaka-FX(Hard correlator)

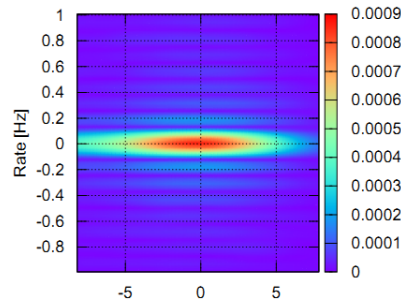
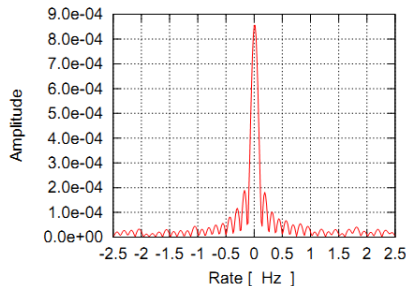
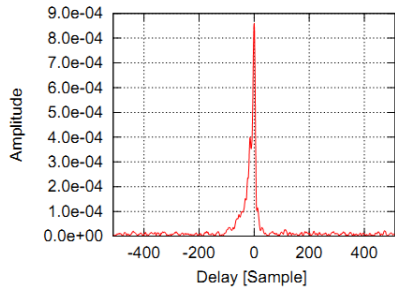


Software correlator(OCTACOR2)

講演会議名と会場(フッター)

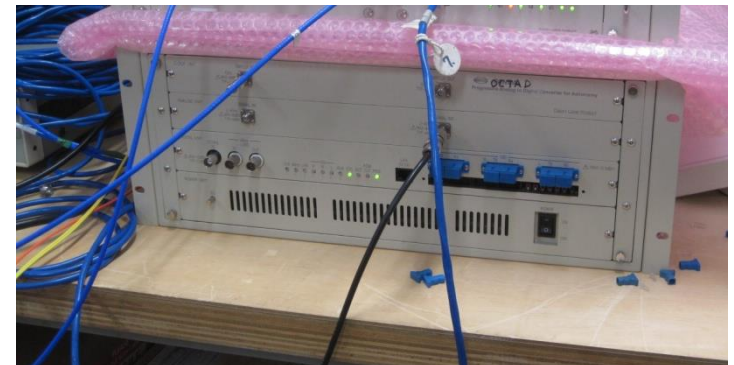
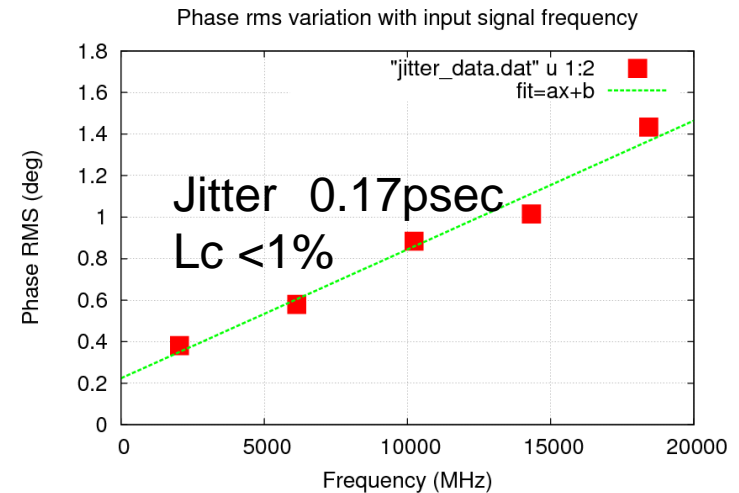
Wideband AD Converter

- OCTAD (OCTAVE AD)
- 8.192Gbps - 3bit - 4ch
- BBC



```

Epoch      : 2012/250 13:27:01
Station-1  : MIZNAO10
Station-2  : MIZNAO20
Source     : CYGA
Length     : 1.000000 [sec]
Sampling   : 8192000000 [sps]
Frequency  : +20480.000000 [MHz]
Peak Amp   : 0.086095 [%]
Peak Phs   : 115.261909 [deg]
Delay      : -0.183731 [spl]
Rate       : +7.795332 [mHz]
SNR        : 101.115901
    
```



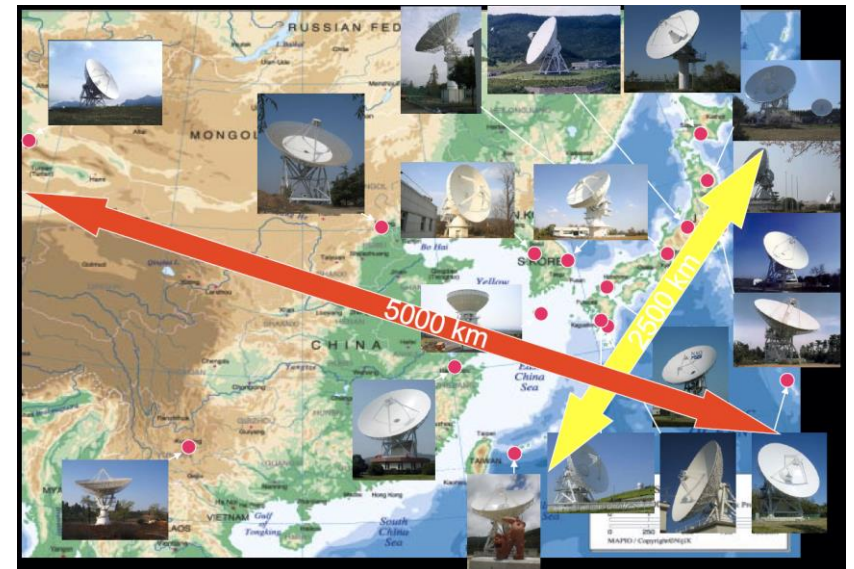
❖ Correlator

- KASI
- FPGA

❖ Data Buffer

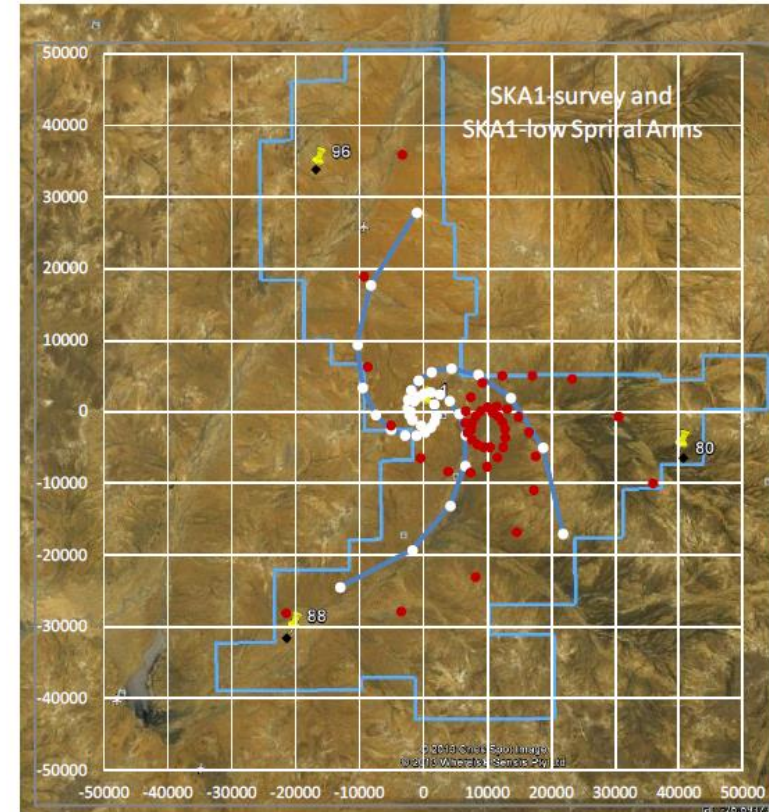
- NAOJ
- FPGA, HDD, 10GbE

❖ In Operation



- ❖ **新参者: SKAプロジェクトキャッチアップが必要**
- ❖ **SKAの文書: 非常にオープン**
 - 一部を除く
 - 詳細設計、コスト、SKA2への展開(PDR文書等)
 - WPCに参加しなければ肝要な情報にたどり着けない
 - 2018 SKA2 Detail design スタート
- ❖ **参加を仮定して、SKAの核心に入り込む必要がある**
- ❖ **まずはSaDT (通信) で確実に切り込む**
 - 日本のフォトニクスネットワーク

Station diameter	35m	20-100m	The "station" diameter, particularly in core, can be varied to suit the experiment. This is managed by the station processing. The variable station diameter should be able to mitigate central processing requirements for many of the experiments.
Polarisations	2 – linear	2 – linear	Essential to have a dual polarisation system
Number of bands	1	2	The full available bandwidth is divided into 2, which handle mutually exclusive science cases. This is similar to switching feeds on a dish.
Max instantaneous Bandwidth	250-300MHz	335MHz & 300MHz	Because the full frequency range is covered in two bands, the output bandwidth is essentially the same as the Baseline Design but is reused through using a switched-in first alias on the digitisation.
Data rate into Correlator/ Beamformer	10Gb/s per 35m Station 10Tb/s total	≥10Tb/s total	The performance of the SKA-low depends on the total data rate to the central processing. This can be increased as required.
Data flexibility	1 beam/station	Flexibly assigned to beams within a band	A great benefit of an AA is that data output can be assigned to arbitrary beamlets in arbitrary directions up to the total designed data rate. Then each experiment can be optimised, or concurrent experiments run.



❖ データレート

– 50~100Gbps x 200

~ 17 Tbps



Band #.	Band (GHz)	RF BW (MHz)	IF BW (GHz)	# of lfs	# of bits	Data Rate Gb/s
1*	0.35 – 1.05	700	1	2	8	48
2*	0.95 – 1.76	808	1	2	8	48
3	1.65 – 3.05	1403	2.5	2	6	90
4	2.8 – 5.18	2380	2.5	2	4	60
5	4.6 – 13.8	9200	2.5	4	3	90

SKA1-MID 南ア

15mSKA鏡 133台

13.5m MeerKAT鏡 64台

赤堀さん資料

❖ アンテナ→相関器

❖ DWDM

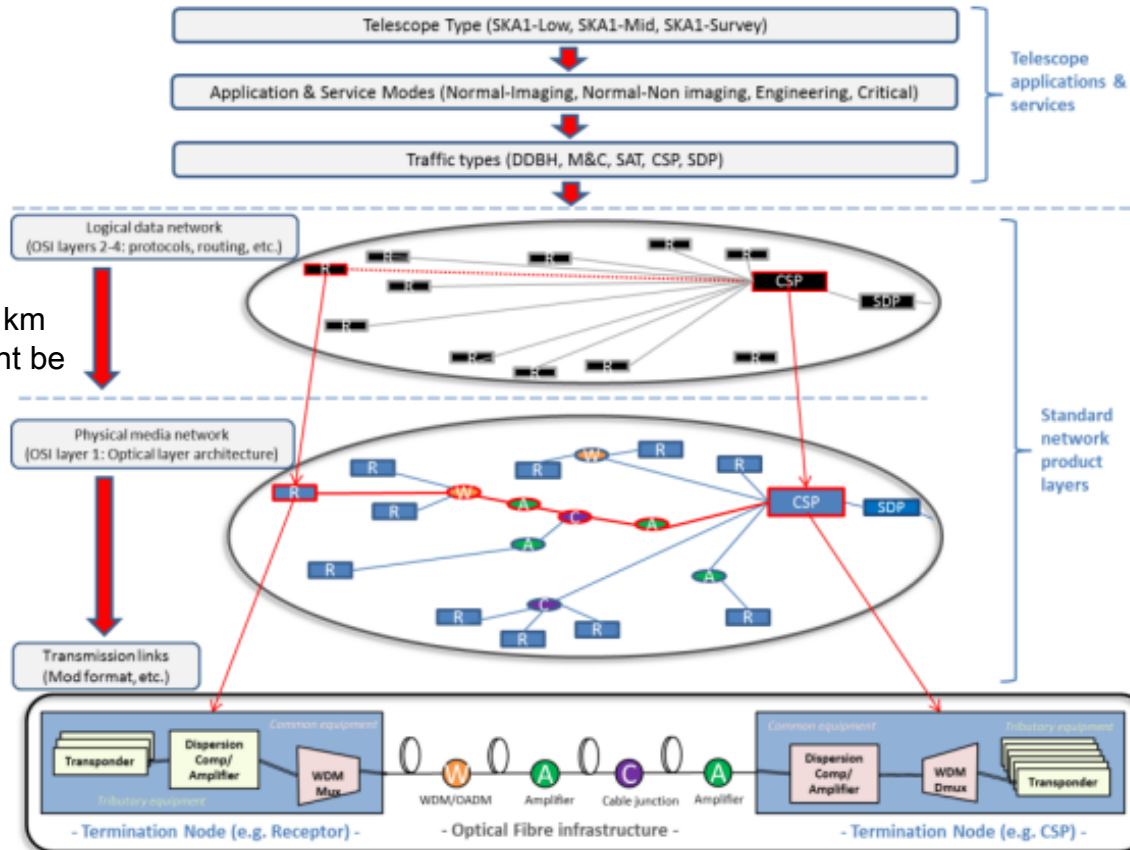
- 10GbE x N

❖ シングルモードファイバ

- G.652

❖ 光増幅

- Optical amplifiers required every 70-80 km (£5-10k each). Clean-up repeaters might be required (£30k-40k each).



❖ 片方向

- 運用回線(10Mbps) は双方向

❖ Point-to-point & 事前に既知

❖ レート固定、非バースト的

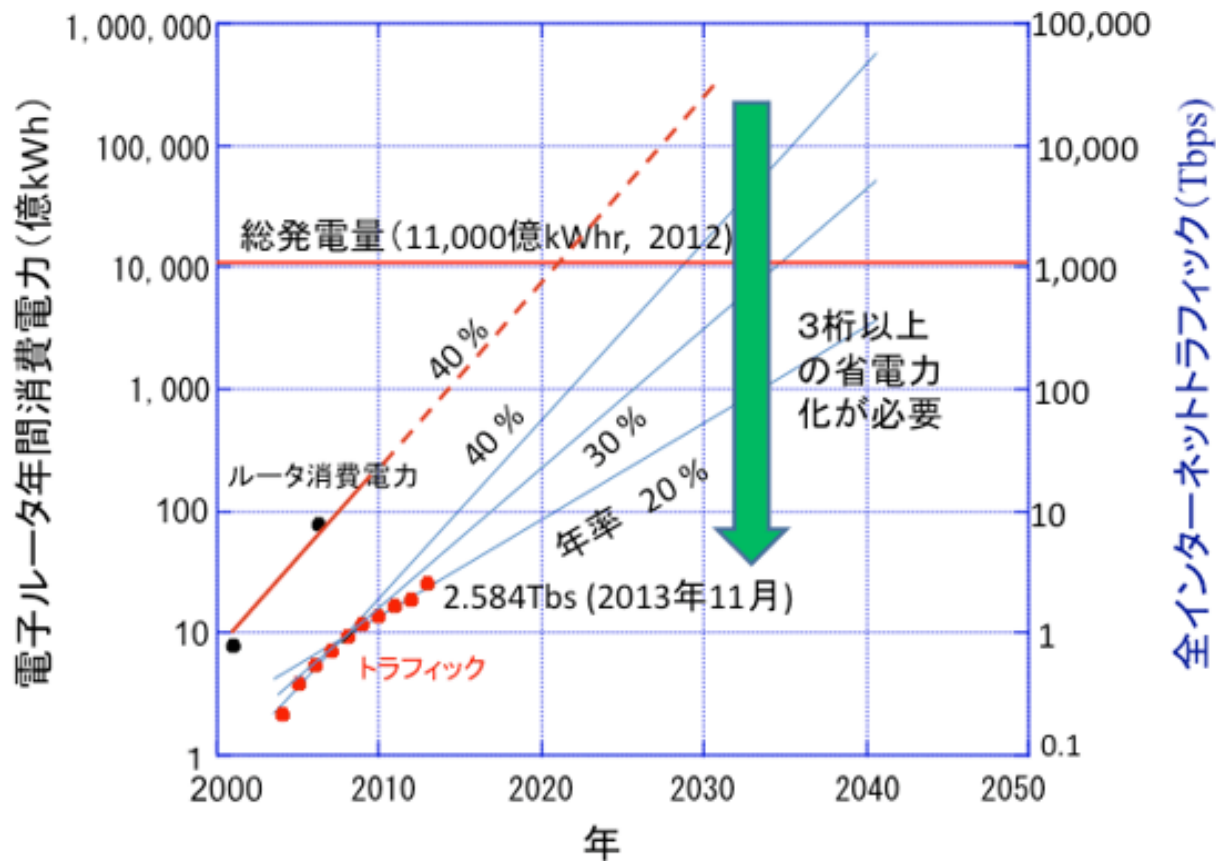
❖ 非圧縮

❖ 高ビットエラーレート耐性

- noise-like, loss rate of 0.1%

一般回線と同じ： 省電力

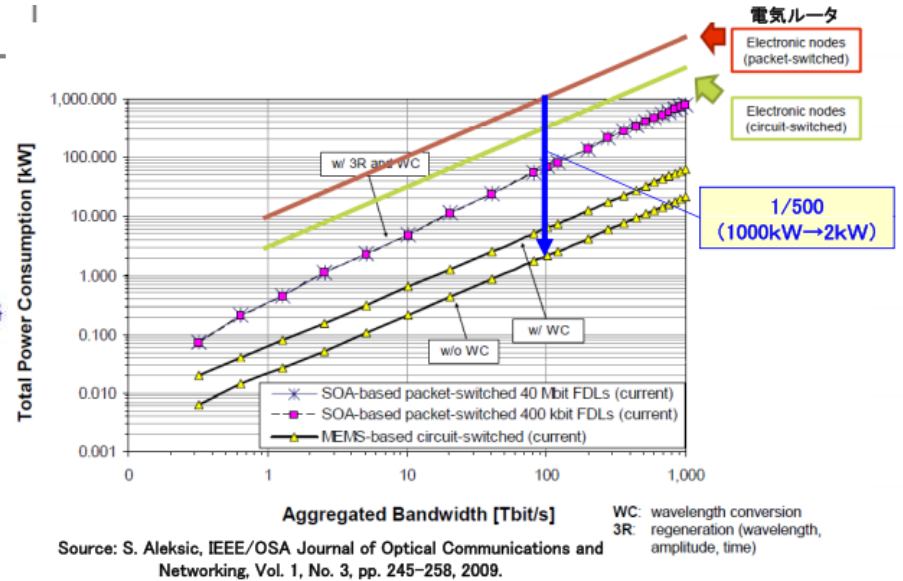
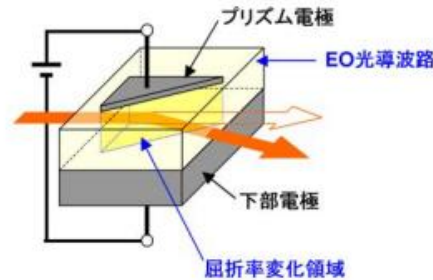
❖ 2020年にルータ消費電力が国内総発電量を超える？



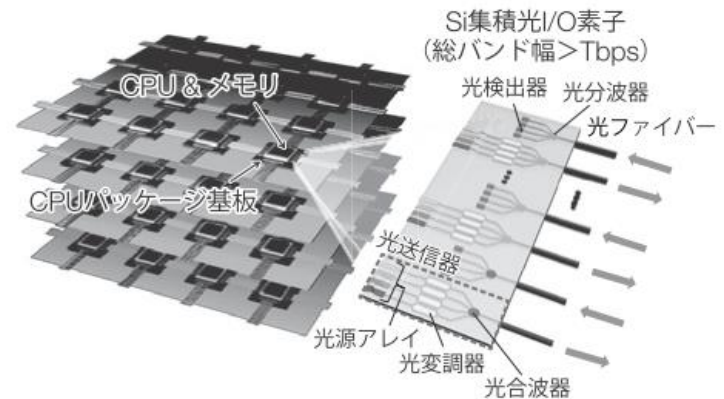
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2014/pr20141001_2/pr20141001_2.html

❖ 光スイッチ

- PLZT, Yamanaka et al 2011



❖ シリコンフォトニクス



田中他, FUJITSU 64, 5 (2013,09)

図-1 Si集積光I/O素子を用いた大容量CPU間光インタコネク

講演会議名と会場(フッター)

NEDOについて

事業一覧

NEDOライブラリ

お問い合わせ窓口一覧(公募・制度・資料等)

事業一覧

● エネルギー・環境技術

→ エネルギー

→ 環境

● 産業技術

→ 電子・情報通信

→ バイオテクノロジー

→ 機械システム

→ 材料・ナノテクノロジー

◎ 国際実証・連携

◎ 京都メカニズム

◎ 分野横断的公募事業

◎ 産学連携・人材育成

● 調査・評価等その他事業

→ 調査等

→ 招へい事業

| 同一事業の情報

- 世界最小5mm角の超高速・低消費電力光トランシーバを開発
- 100ギガ動作の小型デジタルコヒーレント光トランシーバを開発

ホーム > 事業一覧 > 電子・情報通信 > ネットワーク/コンピューティング > 超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発

超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発

基本情報

技術分野	◎ ネットワーク/コンピューティング	プロジェクトコード	P13004
担当部署	電子・材料・ナノテクノロジー部(TEL: 044-520-5210)		

事業・プロジェクト概要

事業期間:平成25年度～平成29年度、平成27年度予算:25.0億円
PL:荒川 泰彦(東京大学 教授)

クラウドコンピューティングの進展によりデータセンター等における情報処理量や通信トラフィックが指数関数的に増大し、それに係る電力消費量も急増することが予想されています。このため、情報通信機器等の高速化と低消費電力化を両立できる技術の実現が望まれています。

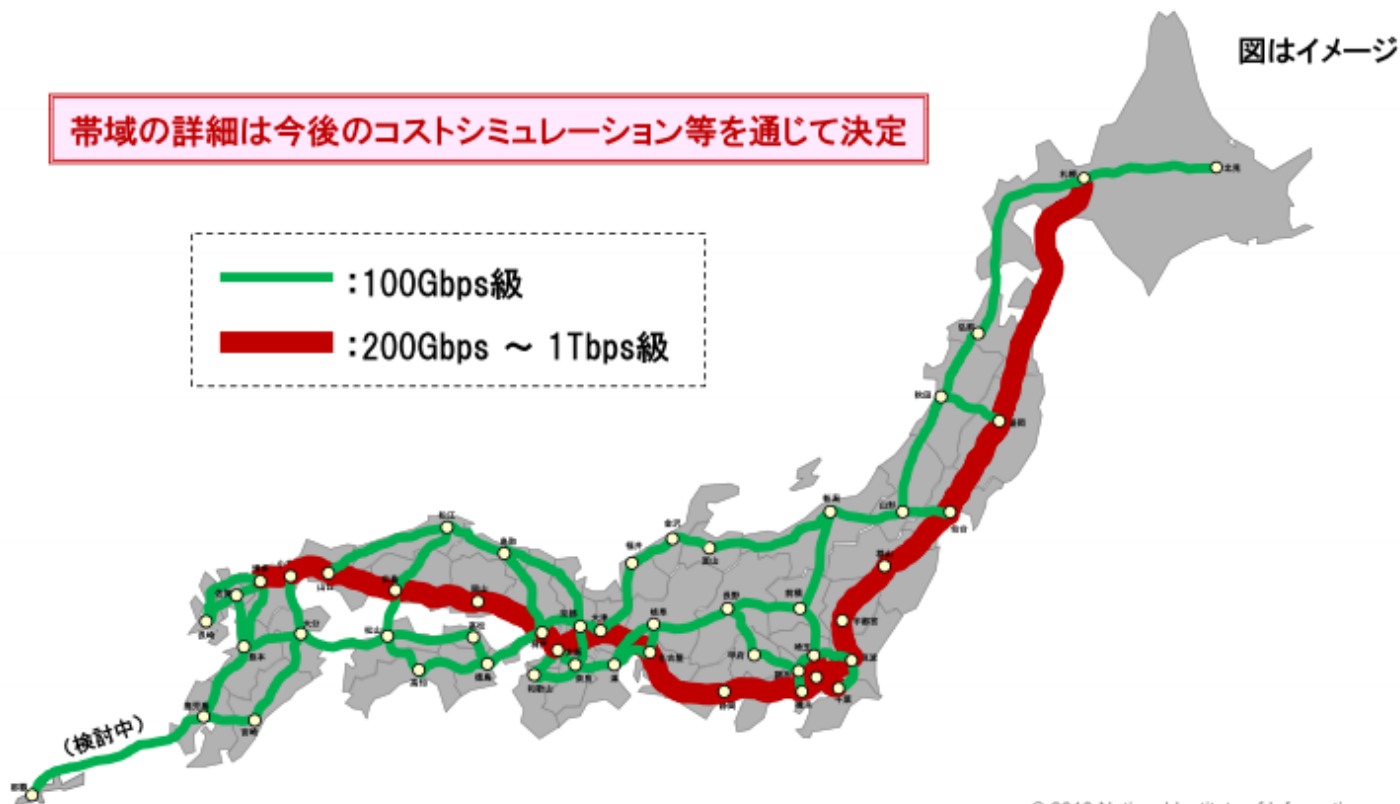
情報通信機器を含めた今の電子機器では、情報処理を行うためのLSIチップ間や回路基板間の情報伝達には電気信号が用いられており、機器の情報処理速度を高めるためにその伝送速度の高速化が進められています。しかし、電気信号を伝える電気配線には電気抵抗等が存在し、電気信号の伝送速度が速くなるにつれて配線における発熱量等が増加するため、電気信号の伝送速度を高速化すると本質的に消費電力が増加します。

本プロジェクトでは、電気信号通信を用いるより高速かつ低消費電力で情報伝達を行うことが出来る光信号通信を情報通信機器内のLSIチップ間等の情報伝達に用い、情報通信機器の高速化と省電力化を両立するとともに、情報通信機器を超小型化する技術の実現を目指します。このため、LSIチップ等で入出力される電気信号を光信号に変える電気・光変換技術や高速の光信号を伝えるための光配線技術、伝送技術等の要素技術とそれらを集積化する技術を開発し、電子回路技術と融合させた光電子融合システム技術を実現するための基盤技術を確立します。

■光配線の特徴



❖ 全国に100GEを展開



Guinness World Record



- Amsterdam to Hamburg
- Provision 8Tb/s in 19min with ONE engineer
- Production equipment
- GÉANT Production link



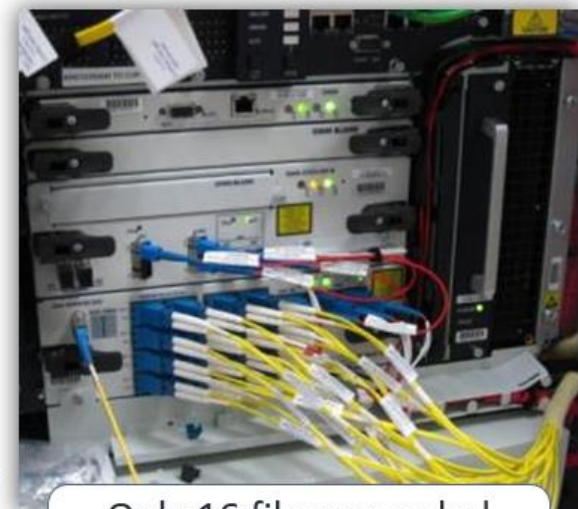
8Tb/s = *Average global internet traffic in 2005*

The Guinness World Record

26.02
Tb/s per hour



2 DTN-X racks like this one were used at each end



Only 16 fibers needed into the line system

Guinness World Record



- Amsterdam to Hamburg
- Provision 8Tb/s in 19m with ONE end
- Provision 8Tb/s in 19m with ONE end
- Provision 8Tb/s in 19m with ONE end
- Provision 8Tb/s in 19m with ONE end

NRENs have done this with today's technology. Risks much reduced.



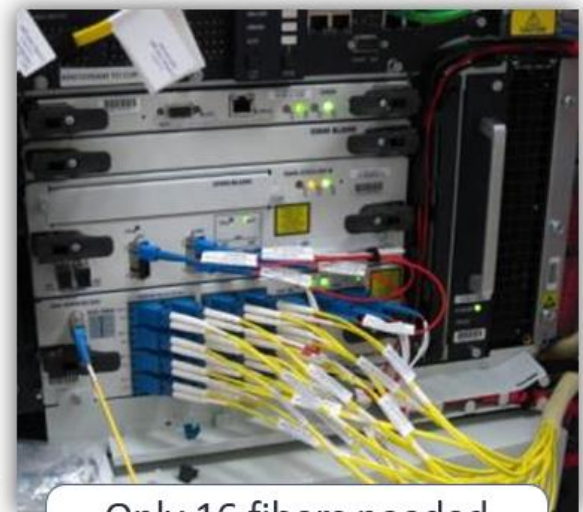
8Tb/s = *Average global internet traffic in 2005*

26.02
Tb/s per hour

The Guinness World Record



2 DTN-X racks like this one were used at each end

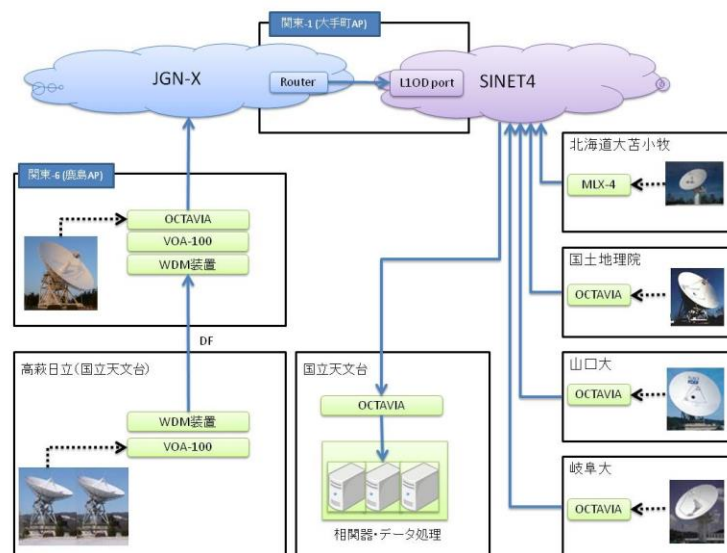


Only 16 fibers needed into the line system

OSP (Octave for SKA PF)

- ❖ 高速ネットワークを使った光結合ネットワーク
- ❖ 超広帯域32Gbps(4GHz-BW x 2ch)
 - OCTADベース
 - SINET5, 次期JGN
 - 光スイッチによるプロセッサ制御

❖ SKAサイエンステストベッドに:



- ❖ **EWG 参加の技術分野の検討中**
- ❖ **SKA2はすぐにスタート**
- ❖ **核心の情報が必須**
- ❖ **SaDTで参加に切り込み他の分野へ**