

# フレキシブル・グリッド型光ノードシステムの研究開発 (115106001)

Development on a Flexible Grid based Optical Node System

## 研究代表者

上原 昇 s a n t e c株式会社 光部品ビジネスユニット  
Noboru Uehara Santec Corporation, Optical Component Business Unit

## 研究分担者

渡部 洋己† 藤沢 宣†† 佐藤 健一††† 長谷川 浩†††  
Hiroki Watanabe† Toru Fujisawa†† Ken-ichi Sato††† Hiroshi Hasegawa†††  
†株式会社住田光学ガラス ††DIC 株式会社 †††国立大学法人名古屋大学  
†Sumita Optical Glass, Inc. ††DIC Corporation †††Nagoya University

研究期間 平成 23 年度～平成 25 年度

## 概要

今日の高度情報通信技術(ICT)社会では、各種モバイル端末の急増やLTEなど第4世代通信技術の拡大などにより、モバイル通信を支える光ネットワーク網への爆発的な需要拡大が予測されている。本研究開発では従来装置比2倍の処理能力をもつフレキシブル・グリッド型光ノードシステムを目指す。ノード処理能力増強は装置台数の削減、ひいてはCO<sub>2</sub>ガス排出量の削減につながる。具体的には日本が得意とする液晶ディスプレイ技術の一つであるLCOSプロセッサと国産技術による光伝送機器を融合することで、処理能力2倍の光ノードシステムを目指した。その結果、当初計画より2年前倒して本研究期間内の実用化に成功した。国内外の光伝送装置企業各1社で採用されている。今後、市場顧客への普及に努めることで、市場シェア10%@2020年、25%@2030年を目指す。当該光ノードシステムの導入により地球温暖化対策として、CO<sub>2</sub>ガス排出削減量36万トン@2020年、145万トン@2030年をそれぞれ見込む。

## 1. まえがき

インターネットに代表される今日の ICT 社会は、スマートフォンやタブレット型 PC などの多機能携帯電話の需要拡大、クラウド・コンピューティングなどのトラフィック量が格段に増えるソリューション、Google や YouTube などの動画配信による大容量データを扱う企業団体の増加など、光ネットワーク網の爆発的な拡大が予測されている。

今日の ICT 社会を支える高速大容量フォトニックネットワークは WDM と呼ばれる波長多重通信技術が利用されている。フォトニックネットワークの分岐点に相当する光ノード装置(WSS)では、複雑な光信号処理機能を備えた光ノードシステムの導入が進められている。

図 1 (a)に従来方式の WDM 信号の周波数割り当てを示す。複数の信号チャンネルは固定グリッド上に配置されるため周波数の空スペースが発生する課題があった。図 1 (b)に示す次世代方式では伝送容量の拡大と無駄の無い周波数利用の観点で、国内外で“フレキシブル・グリッド(Flexible Grid)”、あるいはエラスティック光ネットワーク(EON)と呼ばれるフレキシブル・ネットワークが提案されている。そのためフレキシブル・グリッドに対応する光ノードシステムの実用化が急務である。

我々はフレキシブル・グリッドを実現しうるキーデバイスとして LCOS (Liquid crystal on silicon) に着目した。LCOS は液晶ディスプレイ技術で生まれた光表示デバイスで、半導体プロセスのため低コスト化が容易で低消費電力の特長がある。また、LCOS 方式は、唯一フレキシブル・グリッド機能に対応するキーデバイスである。

本研究開発では日本が世界をリードしている液晶ディスプレイ技術とテレコム品質で定評のある国産光伝送機器を融合することで、オールジャパンテクノロジーによる次世代光ノードシステムの実現を目指す。高度 ICT 社会を支える今日の光ノード装置は実に 90%が海外ベンダー製品で占められている状況にある。

そのため、(省エネルギー効果) × (処理能力) × (国産

シェア)の3つの観点で次世代の光ノード装置の登場が強く望まれている。

次世代の高速大容量ニーズに応える飛躍的に処理能力の高い光ノードシステムの導入により、光ネットワークシステム全体の装置台数を削減(スリム化)し、電力削減ひいては CO<sub>2</sub>排出量の削減を通して地球温暖化対策をおこなうことを研究目的とする。

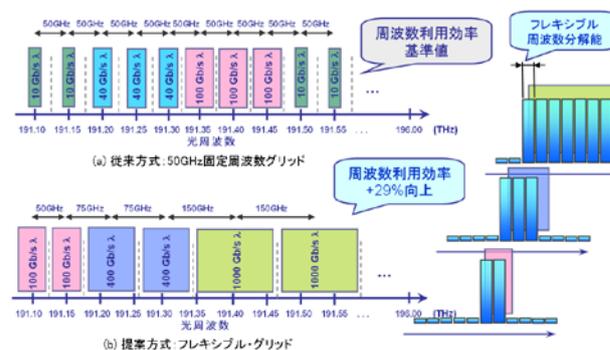


図 1 波長多重通信(WDM)における光周波数利用図。(a)従来方式の 50GHz 固定グリッド、(b)提案方式(次世代方式)のフレキシブル・グリッド。

## 2. 研究開発内容及び成果

表 1 に申請当時の研究目標と実績を示す。参画した 4 機関の緊密な連携により、研究項目 10 項全てにおいて目標を達成した。さらに 5 項目は超過達成した。

図 2 に本研究成果のフレキシブル・グリッド型光ノード装置(WSS)を示す。実用化については図 2 (a)に示す出力ポート数 4 までの光ノード装置が国内 1 社と海外 1 社で採用され実用化に成功した。申請時の実用化目標年度は平成 27 年度であったが、それより 2 年前倒しの平成 25 年度の実用化達成である。

図 2 (b)に示す出力ポート数 9 の規模の大きい光ノード

装置は、平成 25 年度の研究成果により実用化レベルに達している。現在、国内外の複数顧客で実用化に向けて評価検討されている。

本研究開発では毎年密に複数の市場顧客よりヒアリングをおこなった。スーパーチャンネルを用いた 400 Gb/s ~ 1 Tb/s の超高速・大容量光伝送では周波数利用効率を極限まで高める目的で、フレキシブル周波数分解能を標準規格の 12.5 GHz より高分解能な 3 GHz 以下を求める強いニーズが多数寄せられていた。3 年間の研究成果として、0.5 GHz の世界最高性能が達成された。

表 1 研究目標と実績。  
10 項目中、5 項目で超過達成“◎”した。

研究開発課題名称 研究項目	項	目標項目	本研究開発 最終目標 平成26年度 2019年度		評価結果 ◎:達成率>100% ○:達成率100%~105% △:達成率<95% ×:大規模未達<80%	実用化目標 平成27年度 2018年度		研究開発 実施者
			目標	実績				
1-1. フレキシブルグリッド型光ノード装置の研究開発	(1)	フレキシブル周波数分解能 (GHz)	≦3	0.5	◎	≦3	santec	
	(2)	出力ポート数	2-20	2-20	○	2-20		
	(3)	光学損失 (dB)	≦8	≦5	◎	≦8		
	(4)	システム実用度 (dB)	≦0.3	≦0.1	◎	≦0.3		
1-2. 最適非線形レンズ設計と高集積光学モジュール開発	(5)	出力ポート数	2-20	2-20	○	2-20	住田光学ガラス	
	(6)	最大結合効率 (%)	≧70	≧90	◎	≧70		
1-3. 高集積非線形材料の研究	(7)	集積効率 φ1.55 μm	≧0.20	≧0.2	○	≧0.20	DIC	
	(8)	帯域幅 φ22 μm	≧30	≧83	◎	≧30		
1-4. フレキシブルネットワークアーキテクチャの研究	(9)	最適アーキテクチャの検討	2-20	2-20	○	2-20	名古屋大学	
	(10)	実験検証	試験	試験	○	-		
総合評価					◎			



(a)



(b)



(c)

図 2 研究開発成果のフレキシブル・グリッド型光ノード装置(WSS)。(a)実用化モデル 1x4 WSS、(b)実用化モデル 1x9 WSS、(c)研究モデル 1x20 WSS。

今後は市場顧客への普及に努めることで市場シェア 10% @ 2020 年、25% @ 2030 年を目指す。当該光ノードシステムの導入により CO<sub>2</sub> ガス排出削減量として、36 万トン @ 2020 年、145 万トン @ 2030 年を見込む。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発で得られた研究開発成果は、そこで開発された液晶材料及び LCOS デバイスの派生として、3D-TV や車載用ディスプレイ、あるいは次世代の光クロスコネクタやホログラフィック・光データストレージなどへの展開が期待できる。

### 4. むすび

本研究開発では日本が得意とする液晶ディスプレイ技術の一つである LCOS プロセッサと国産技術による光伝送機器を融合することで、フレキシブル・グリッド型光ノードシステムの研究開発に成功した。その結果、当初計画より 2 年前倒しで本研究期間内の実用化に到達した。これまで国内外の光伝送装置企業各 1 社で採用されており、現在も採用に向けて複数の市場顧客企業で導入評価が進められている。今後、市場シェア拡大により CO<sub>2</sub> ガス排出削減を通して、地球温暖化対策に貢献していく所存である。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] 上原 昇, “次世代大容量光ネットワークで用いられる液晶デバイスを用いた光分岐装置の開発”, 日本液晶学会誌 2014 年第 18 巻第 1 号 P33~P38, (平成 26 年 1 月)
- [2] 桜井 康樹, “LCOS を用いたグリッドレス波長選択スイッチ技術”, 日本光学会誌, (平成 25 年 5 月)
- [3] H. Ishida, H. Hasegawa and K. Sato, “Hardware scale and performance evaluation of compact OXC add/drop architecture,” OFC/NFOEC 2014, W1C.7, San Francisco, March 9-14, 2014.

#### 【申請特許リスト】

- [1] 桜井康樹, Wavelength Selective Optical Switching Devices、米国、平成 24 年 7 月 13 日
- [2] 上原昇、堀田雄二、低フリッカー光ノード装置、日本、平成 24 年 7 月 18 日
- [3] 堀田雄二、Wavelength Selective Optical Switch Devices and Method of controlling characteristics thereof、米国、平成 24 年 10 月 1 日

#### 【登録特許リスト】

- [1] Y. Sakurai, WAVELENGTH SELECTIVE OPTICAL SWITCH DEVICE, US8,437,634.
- [2] Y. Sakurai, OPTICALLY VARIABLE FILTER APPARATUS AND FILTER CHARACTERISTIC CONTROL METHOD THEREOF, US8,441,726.

#### 【報道掲載リスト】

- [1] “Santec to Show New WSS at ECOC”, LightReading, 平成 24 年 9 月 6 日
- [2] “SANTEC intros 1x2 and 1x4 flexible grid wavelength selective switches”, LIGHTWAVE, 平成 24 年 9 月 7 日

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.santec.com/jp/16052>