

## 有線・無線を統合した WDM 方式光給電型ファイバセンサ網

WDM fiber sensor network with optical power supply for driving both wired and wireless sensors

農工大工, ○杉山 裕亮、小林 周平、塩道 明優、田中 洋介、黒川 隆志

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., ○Yusuke Sugiyama, Shuhei Kobayashi, Akimasa Shiomichi, Yosuke Tanaka, Takashi Kurokawa

E-mail: tyosuke@cc.ac.tuat.jp

### 1. はじめに

光ファイバ給電型センサ網は、温度、湿度、ガス等、多種多様な電子式センサを多数、光ファイバにぶら下げ、光による給電と信号伝送を行うシステムである。光ファイバの低損失性により、長距離給電と信号伝送ができ、センサを長距離配置できる。また、レーザー光により、40%程度の高効率な光電変換が容易に実現するため、低電力なシステムとなる。例えば、1W の光源で、 $10^3$  オーダーのセンサヘッドを動かすシステムも可能である[1]。これまで、単一波長光源と有線センサノードを用いた環境監視や、センサ配置の柔軟性を向上するための無線センサノード等について検討してきた[2-4]。また、信号光パワーを大きくとれる波長分割多重(WDM)方式についても検討を進めている。今回、これらの成果をもとに、有線、無線を統合した低電力な WDM 方式光給電型ファイバセンサ網の原理確認実験に成功したので報告する。

### 2. 原理

Fig.1に有線、無線を統合した WDM 方式光給電型センサ網の概念図を示す。幹線から分岐した各光ファイバの末端にセンサノードがあり、これらが監視側から送られた波長  $1.5 \mu\text{m}$  のレーザー光を光電変換して動作する。監視側からは、波長  $1.3 \mu\text{m}$  のレーザー光も送られる。これは、センサノード内の MEMS 光変調器により、センサ信号で変調され、監視装置に信号として送り返される。各波長の光は、ノード内の WDM カプラにより、合分波される。有線型センサノードには、デジタルセンサが直結しており、無線型では無線送受信回路経由で、外部の無線センサとつながる。何れのノードでも、マイクロプロセッサにより、信号出力タイミングや、ノードの動作モード(active, sleep)の切り替えを制御して、消費電力を抑えている。

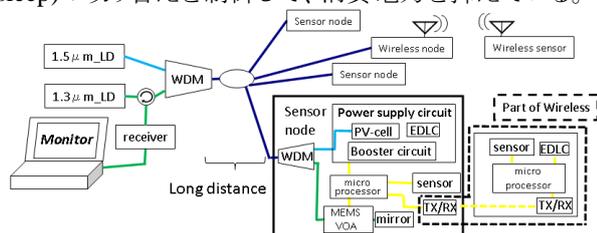


Fig.1. WDM fiber sensor network with optical power supply.

### 3. 実験

Fig. 2の実験系で、有線、無線を統合した WDM 式光給電型センサ網の原理動作を確認した。有線型センサノードはデジタルセンサにより、温度および湿度を計測する。無線型センサノード(W/O IF)は、それ自体も温度センサと直結していると共に、外部の無線センサ(WS)と通信を行う。有線型センサノードに入射する波長  $1.5 \mu\text{m}$  の光は  $1.6 \text{mW}$ 、信号用に入射する  $1.3 \mu\text{m}$  の光は  $1.4$

$\text{mW}$  とした。このシステムで、約 24 時間に渡り、10 秒毎に連続計測を行った。このとき、作製した無線ノードの平均消費電力は  $510 \mu\text{W}$ 、有線センサノードは  $118 \mu\text{W}$  であった。Fig.3 に測定結果を示す。(a)は各センサノードからの温度信号、(b)は有線型センサノードからの湿度信号である。測定環境は、エアコンにより常時ほぼ一定温度が保たれていたが、測定結果もそれを示している。信号取得成功率は約 99.6%であった。信号取得失敗は、有線型センサノードからの信号と無線型センサノードからの信号衝突によるものであり、同期動作の調整により更に改善できると考えられる。なお、今回の実験は 24 時間であったが、これ以上の時間でも計測可能である。

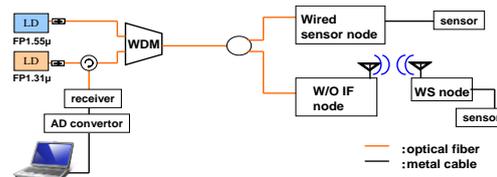
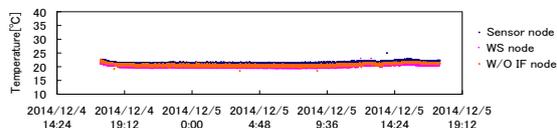


Fig. 2. Operation check of sensor network.



(a) Temperature.

(b) Humidity.

Fig.3. Long-term measurement of temperature and humidity.

### 4. まとめ

有線、無線を統合した WDM 式光給電型センサ網について、原理確認のための実験系を構築し、低電力での長期動作確認を行った。

### 参考文献

- [1] Y.Tanaka, M.Kinoshita, A.Takahashi, T.Kurokawa, JJAP, vol.50,ID112501,2011.
- [2] K.Saito, Y.Tanaka, T.Kurokawa, CLEO-PR & OECC/PS,ThF1-5,2013
- [3] 小林、斎藤、田中、黒川、第 61 回応物春季講演会、17p-E4-5、2014 年 3 月。
- [4] 塩道、田中、黒川、第 61 回応物春季講演会、17p-E4-6、2014 年 3 月。