

IEEE1888テクニカルワークショップ

第1回 電力計測インターネット化の実践



講師 落合秀也

(東京大学大学院 情報理工学系研究科 講師)

主催：東大グリーンICTプロジェクト

2014年10月31日 13:00 ~ 17:00 @ 工2号館 10階 電気系会議室5

本テクニカルワークショップ開催の目的

- 技術を身につける
 - ビル設備のインターネット・オンライン化の技術
 - 電力計測データの収集ネットワークの技術
- 実物を見て、触れ、体で覚える
 - Modbusデバイス/RS485とはどんなもの？
 - M2Mゲートウェイってどんなもの？
- システムの原理・仕組みについて考える
 - なぜ、そのような構成なのか
 - 「システムのあるべき姿」の感覚を養う

テクニカルワークショップのコース

- 第1回目

日時: 10月31日 13:00 – 17:00

テーマ: 電力計測インターネット化の実践

- 第2回目

日時: 11月12日 13:00 – 17:00

テーマ: M2Mゲートウェイのプログラミング入門

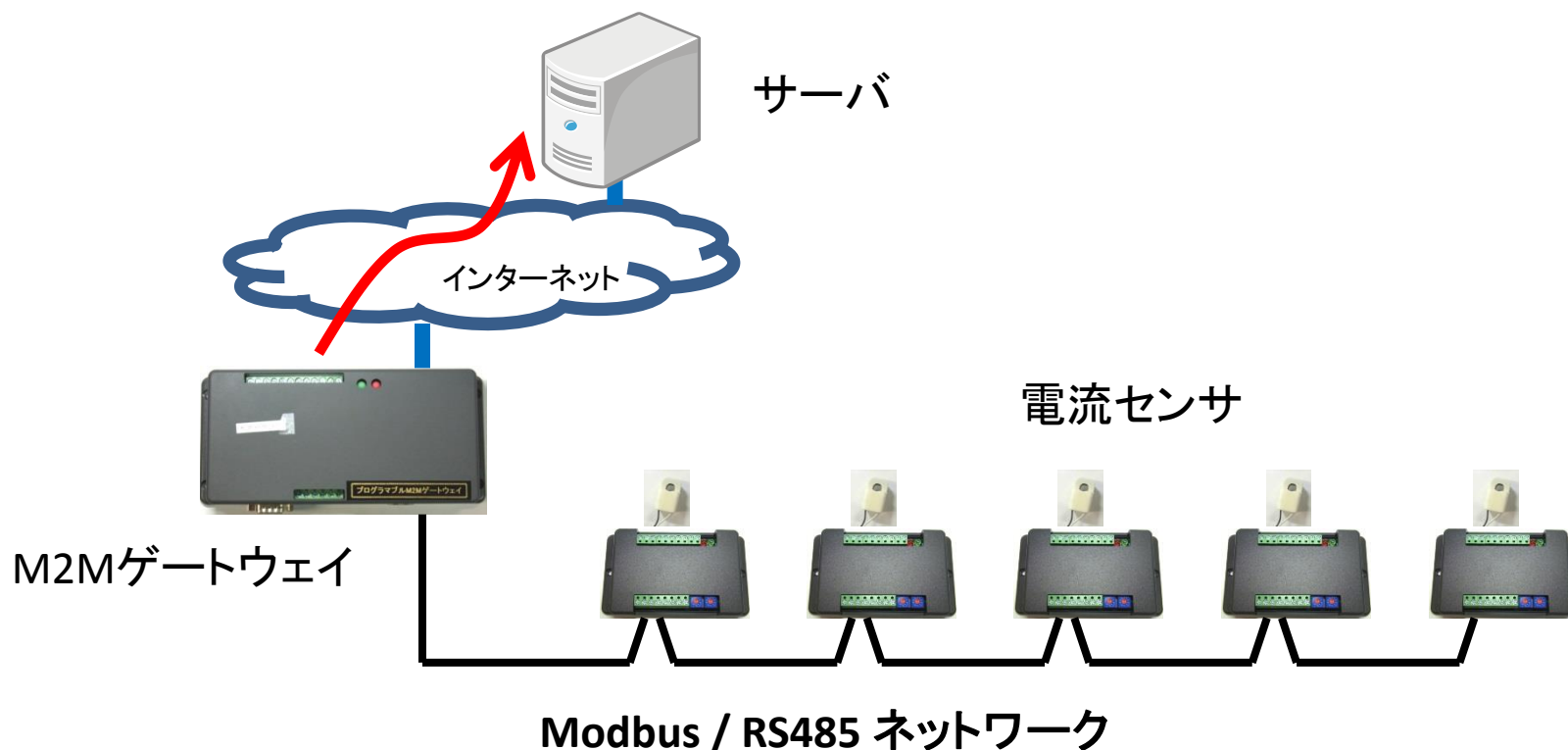
- 第3回目

日時: 12月12日 13:00 – 17:00

テーマ: システム設計の実践

電力計測インターネット化の実践

Modbus/RS485電流センサから取得した計測値を、M2Mゲートウェイを介して、インターネット上のサーバに送信。これにより、システムの原理を、体で理解する。



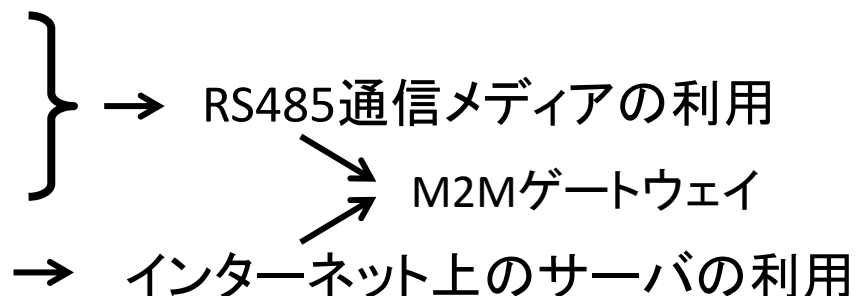
電力計測とエネルギー診断

- 電力計測の目的

- 課金
- ピークカット・ピークシフト(デマンド制御)
- エネルギー診断(見える化など)

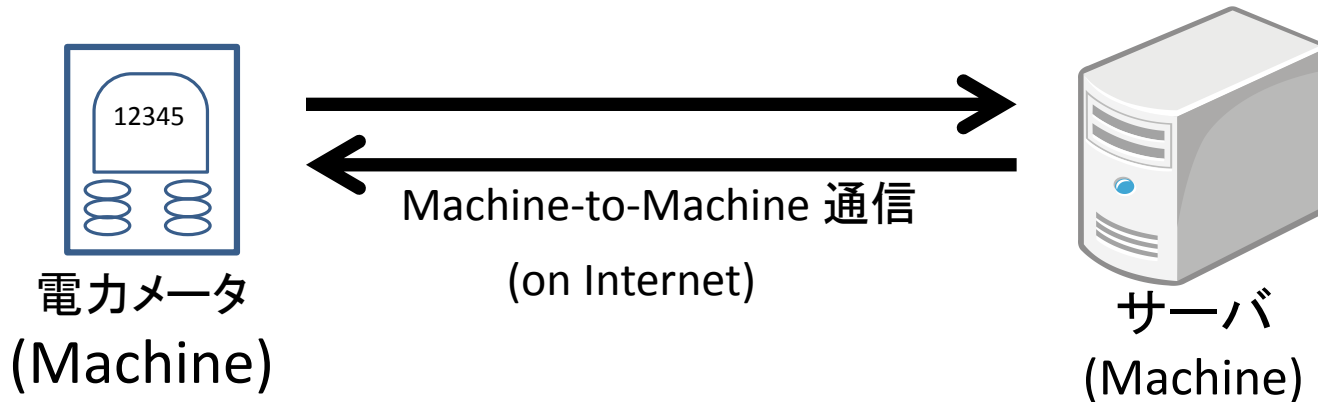
- エネルギー診断では

- 多数の分電盤で計測
- 計測値を自動で収集する
- リモート診断をしたい

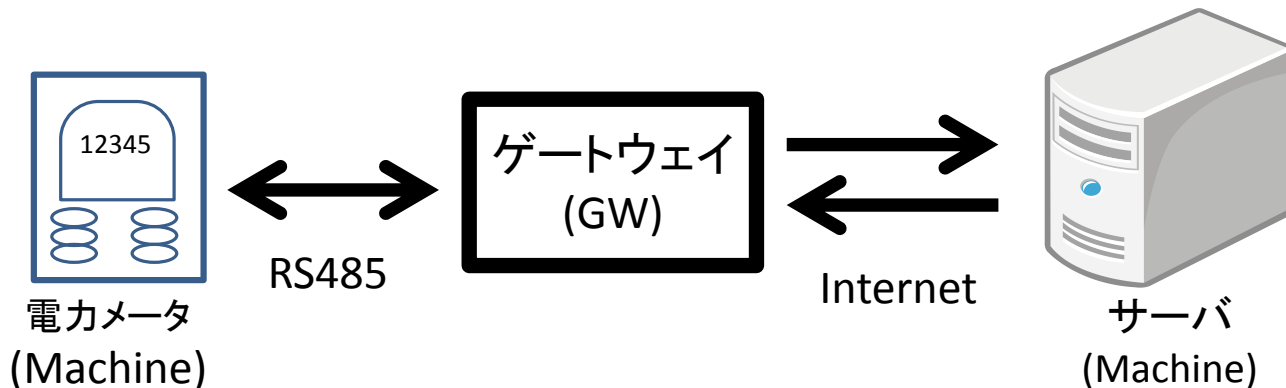


M2Mゲートウェイとは

- M2Mとは、Machine-to-Machine (機械間)の意味
– M2M通信 = 機械間通信 と呼ぶ



- 実際には、末端の機器(e.g., 電力メータ)は、インターネット・プロトコルを話さない



本日のゴールと作業のステップ

IEEE1888サーバ

IEEE1888 Modbus電流計 GW
(M2Mゲートウェイ)

Sensors in this FIAPStorage		
Point ID	Time	Value
http://futaba-kikaku.jp/3GT-CT00	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	215
http://futaba-kikaku.jp/3GT-CT01	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	175
http://futaba-kikaku.jp/3GT-CT02	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT-CT03	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT-CT04	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT-CT05	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT-CT06	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	1

IEEE1888送信

⑤データの確認

インターネット

④ GWの設定

①CTの取付

Modbus
電流計

② RS485ケーブルの配線

③ ModbusデバイスIDの設定

本日の流れ

- Modbus電流計のセットアップ
 - CTの取付
 - RS485ケーブルの配線
 - デバイスIDの設定
- IEEE1888 Modbus電流計 GWのセットアップ
 - セットアップの前準備
 - コマンド / 設定パラメータを理解する
 - 設定を入れる
 - サーバのデータを確認
- まとめ

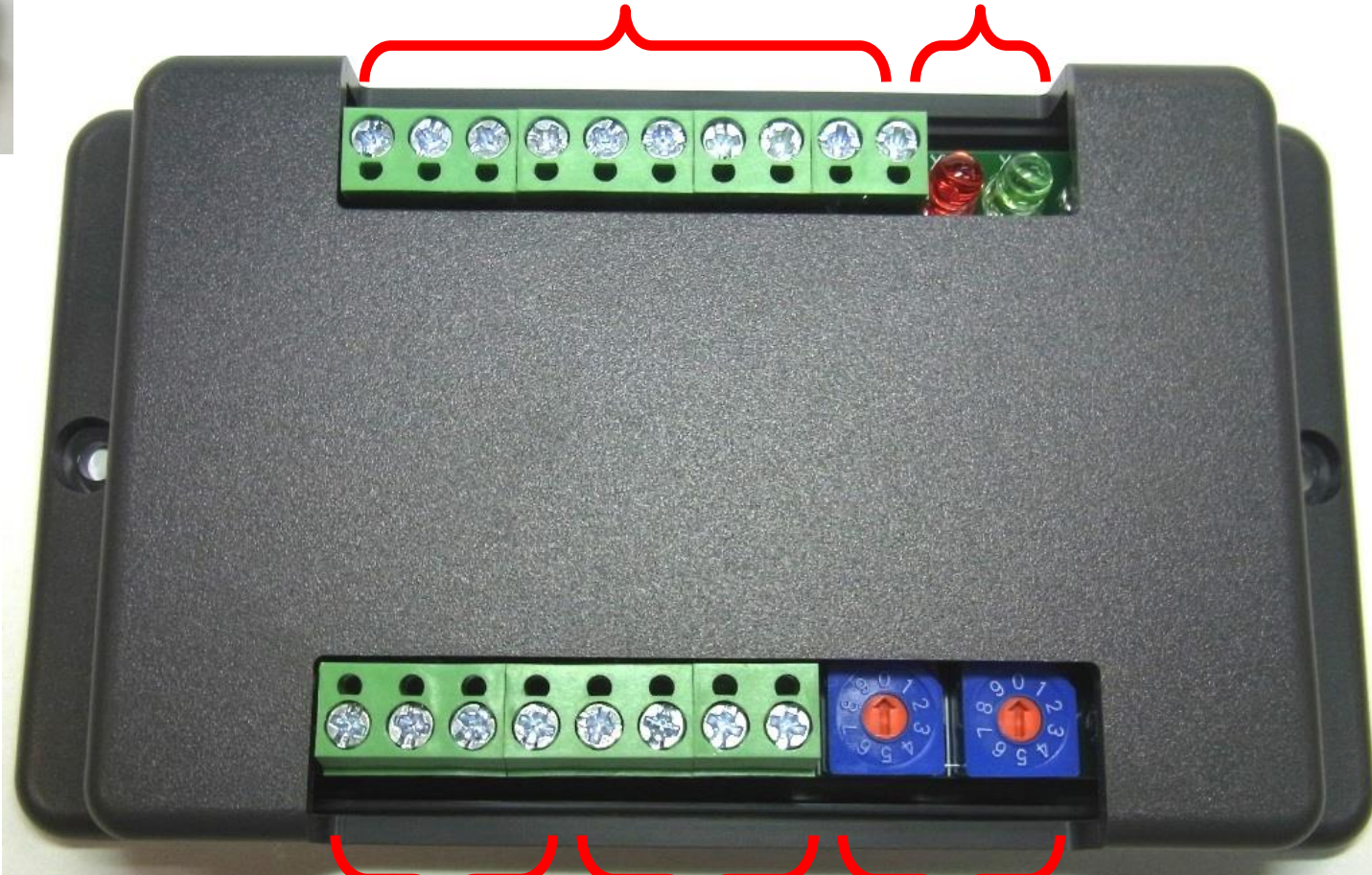
本日の流れ

- Modbus電流計のセットアップ
 - CTの取付
 - RS485ケーブルの配線
 - デバイスIDの設定
- IEEE1888 Modbus電流計 GWのセットアップ
 - セットアップの前準備
 - コマンド / 設定パラメータを理解する
 - 設定を入れる
 - サーバのデータを確認
- まとめ

Modbus 電流計

CT

CT接続インタフェース 通信インジケータ



(株)フタバ企画 製造

<http://www.futaba-kikaku.jp/>

電源+通信線 電源+通信線 デバイスID(二桁)
(入力) (出力) の指定

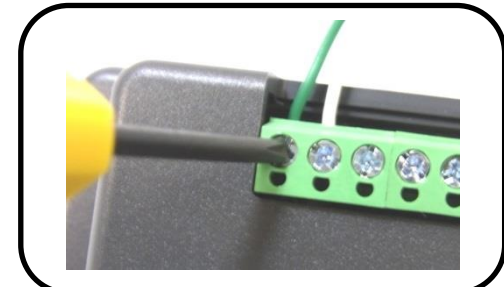
電流のみの計測に対応。電圧、力率、有効電力、有効電力量は計測できません。

Modbus電流計へのCTの取付



CT

延長ケーブル



ドライバで固定



ポート番号

CT0

CT1

CT2

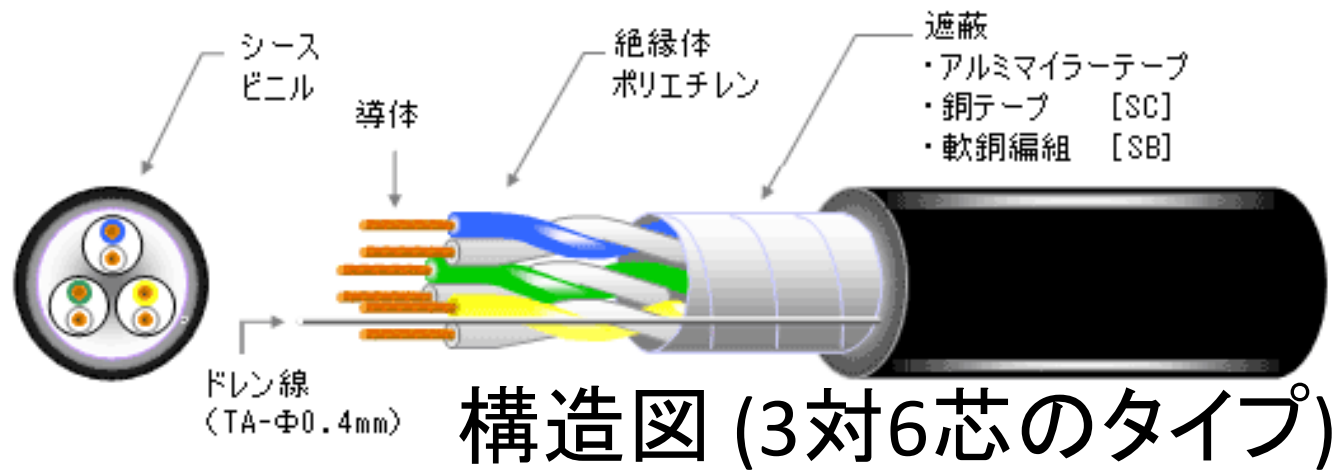
CT3

CT4

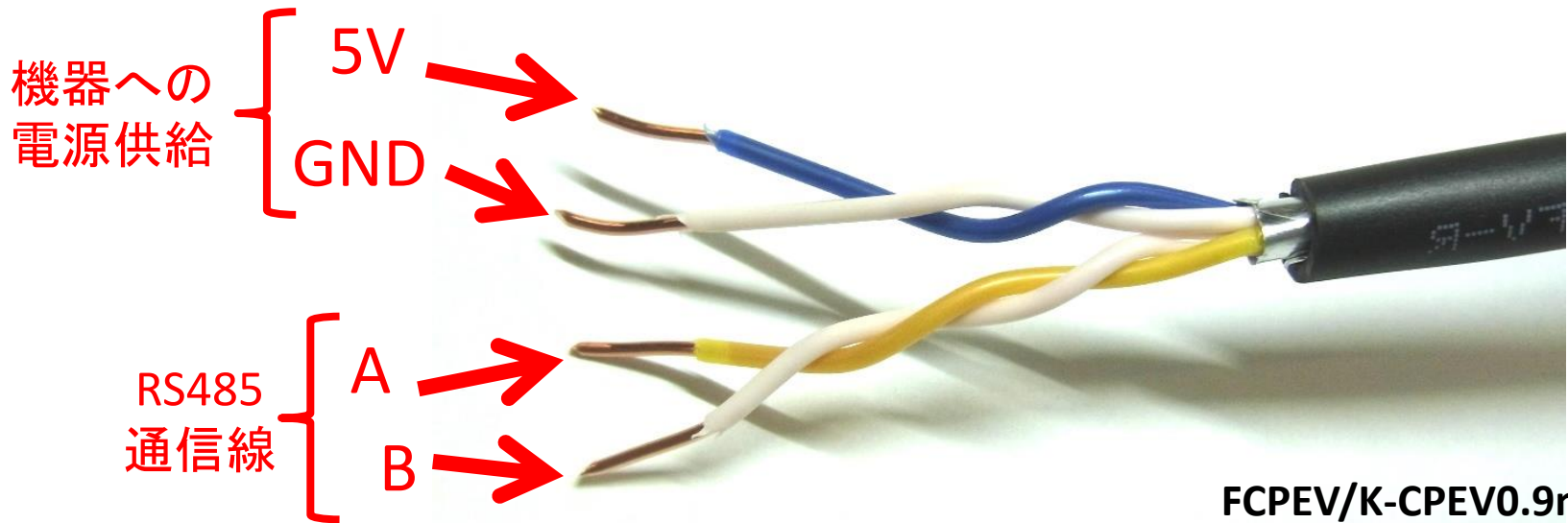
本日は CT0 につないでください
(それぞれ2台とも)

電流の絶対値を計測するため、
「緑線と白線」の向き(極性)は関係無し

RS485通信ケーブル (電源供給も同時に行う)

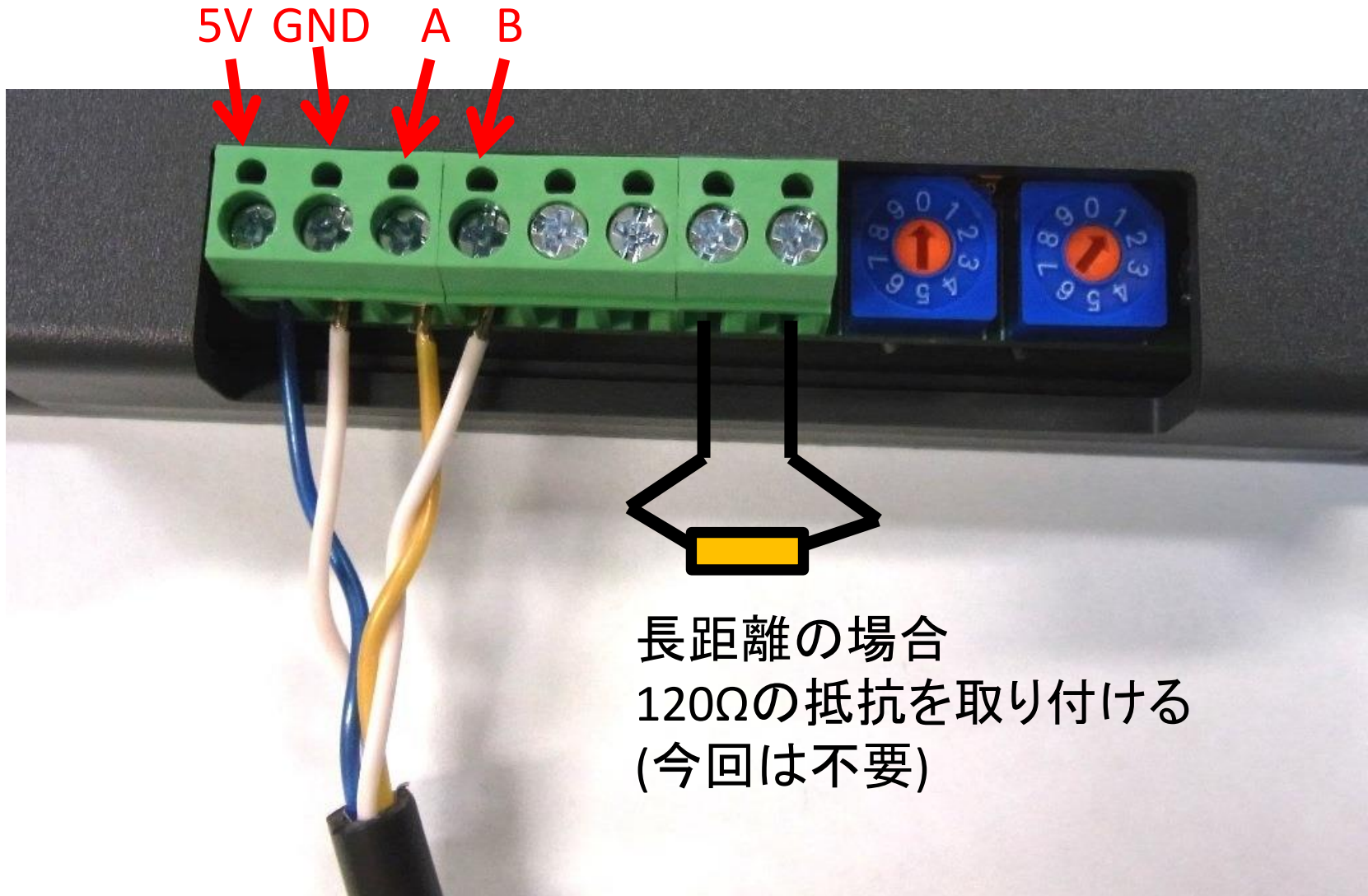


今回使用する物



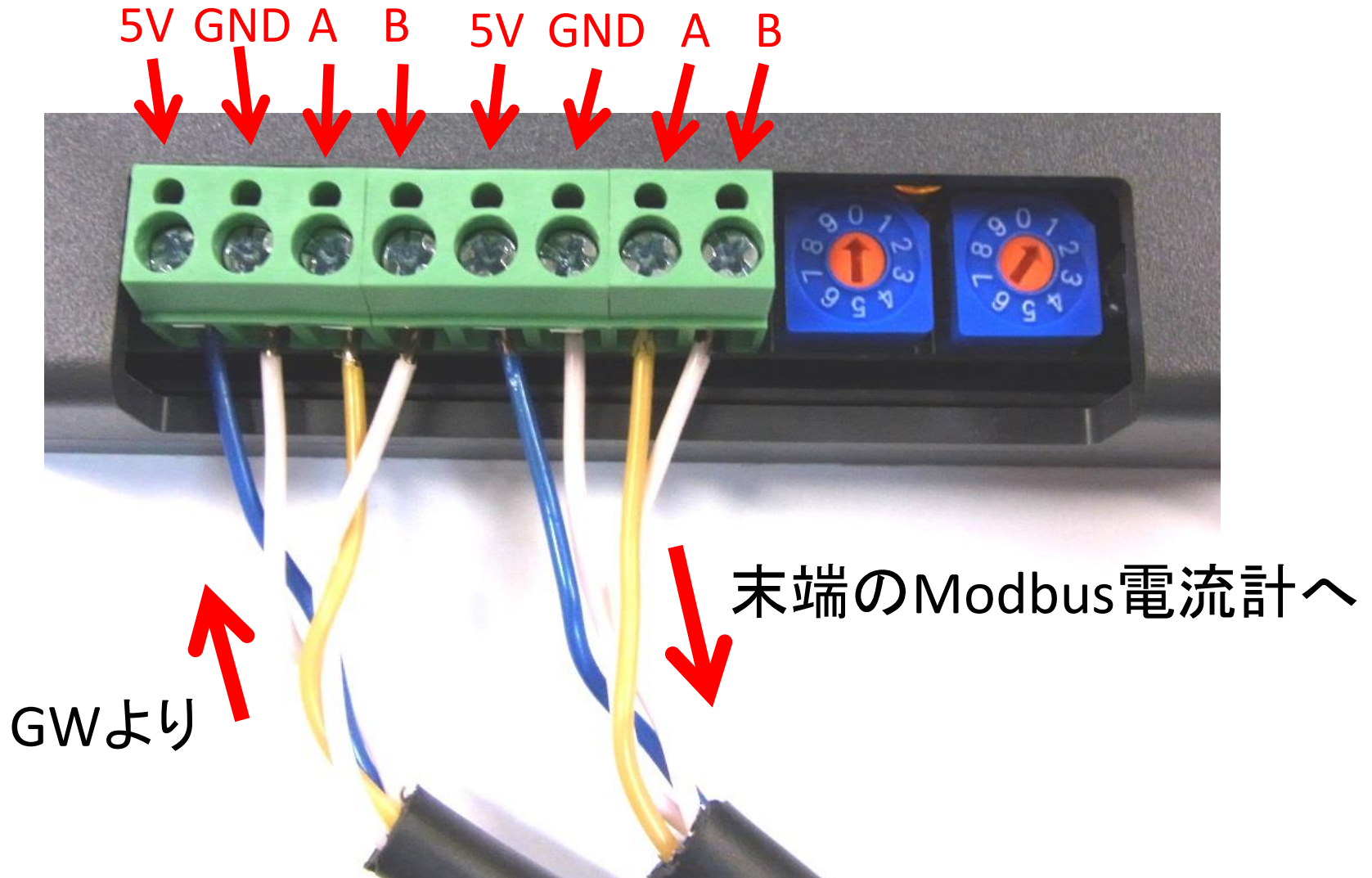
RS485ケーブルの配線 (1/3)

Modbus 電流計 (末端のノード)



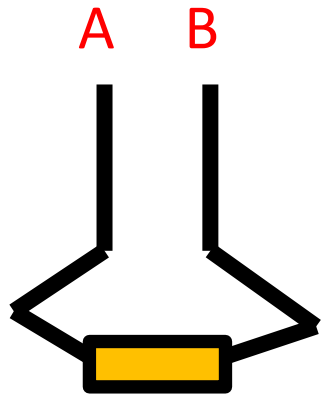
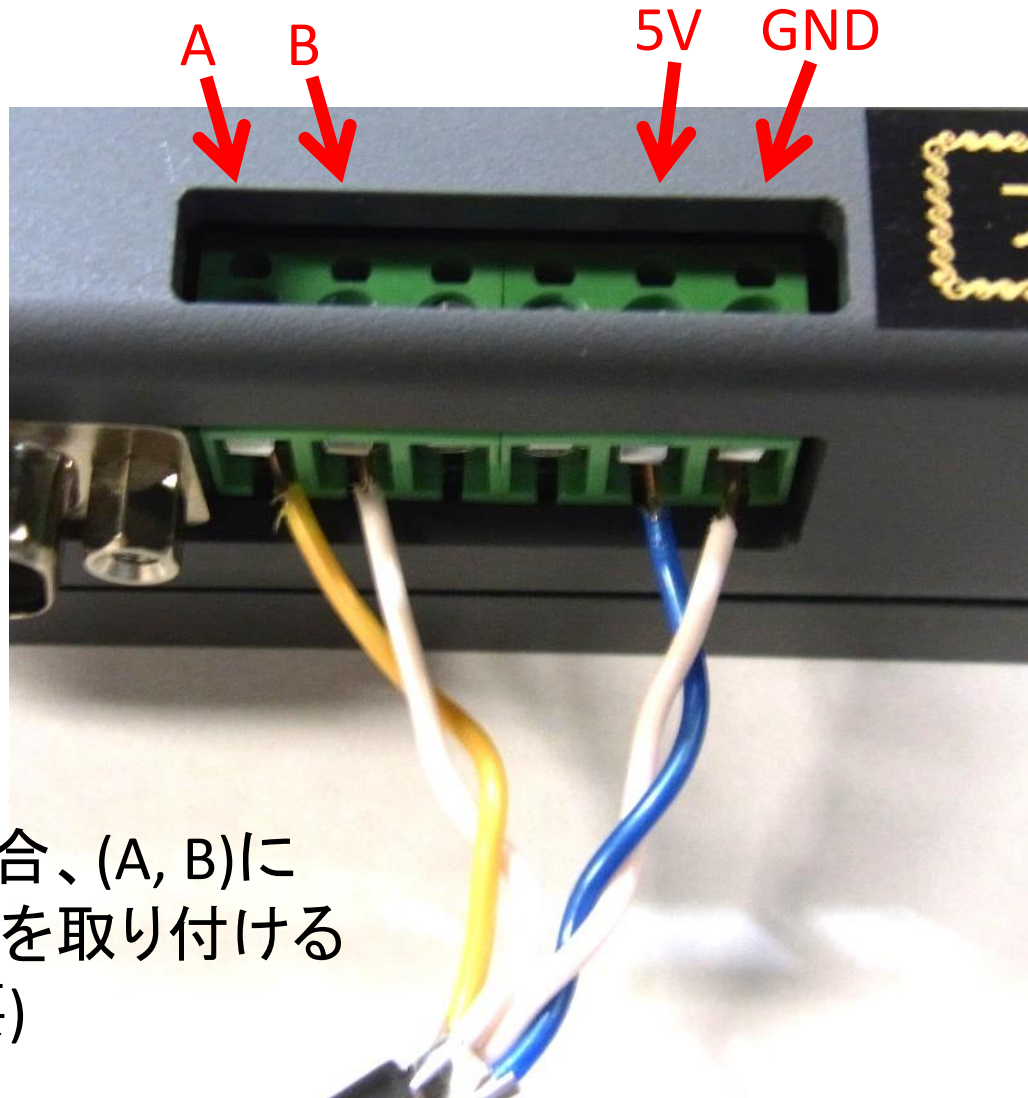
RS485ケーブルの配線 (2/3)

Modbus 電流計 (中間のノード)



RS485ケーブルの配線 (3/3)

ゲートウェイ



長距離の場合、(A, B)に
120Ωの抵抗を取り付ける
(今回は不要)

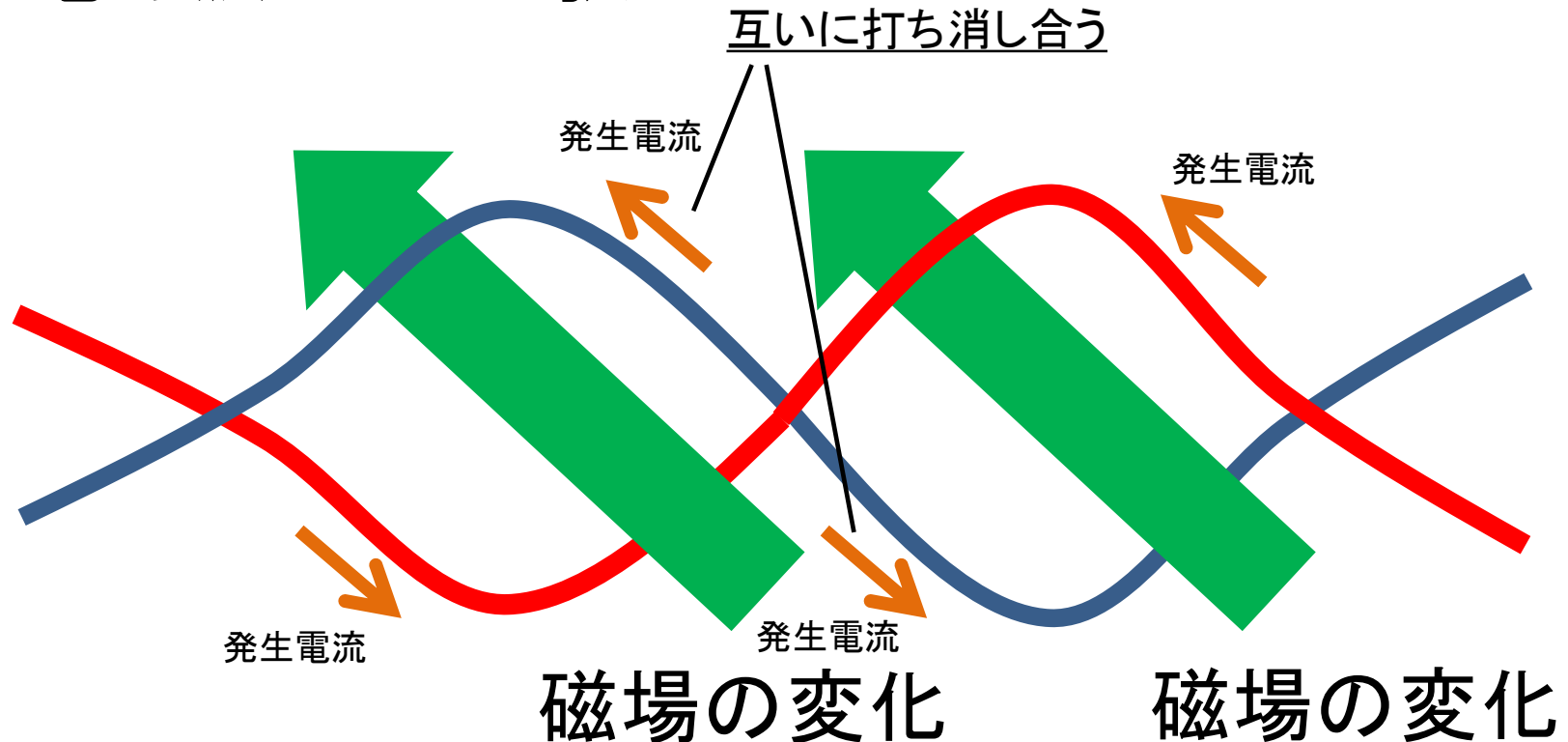
RS485はビルに適した通信メディア

- 2線式 (差動方式)
 - ツイストペア線で利用する (1.2km以上も伸ばせる)
- マルチドロップ接続
 - 同時に32ノード以上を接続可能
- 半二重通信方式
 - 送信モード or 受信モード を切り替えて通信を行う
- シリアル通信
 - 通常: 9600bps, 19200bps (高速 100kbps, 10Mbps)



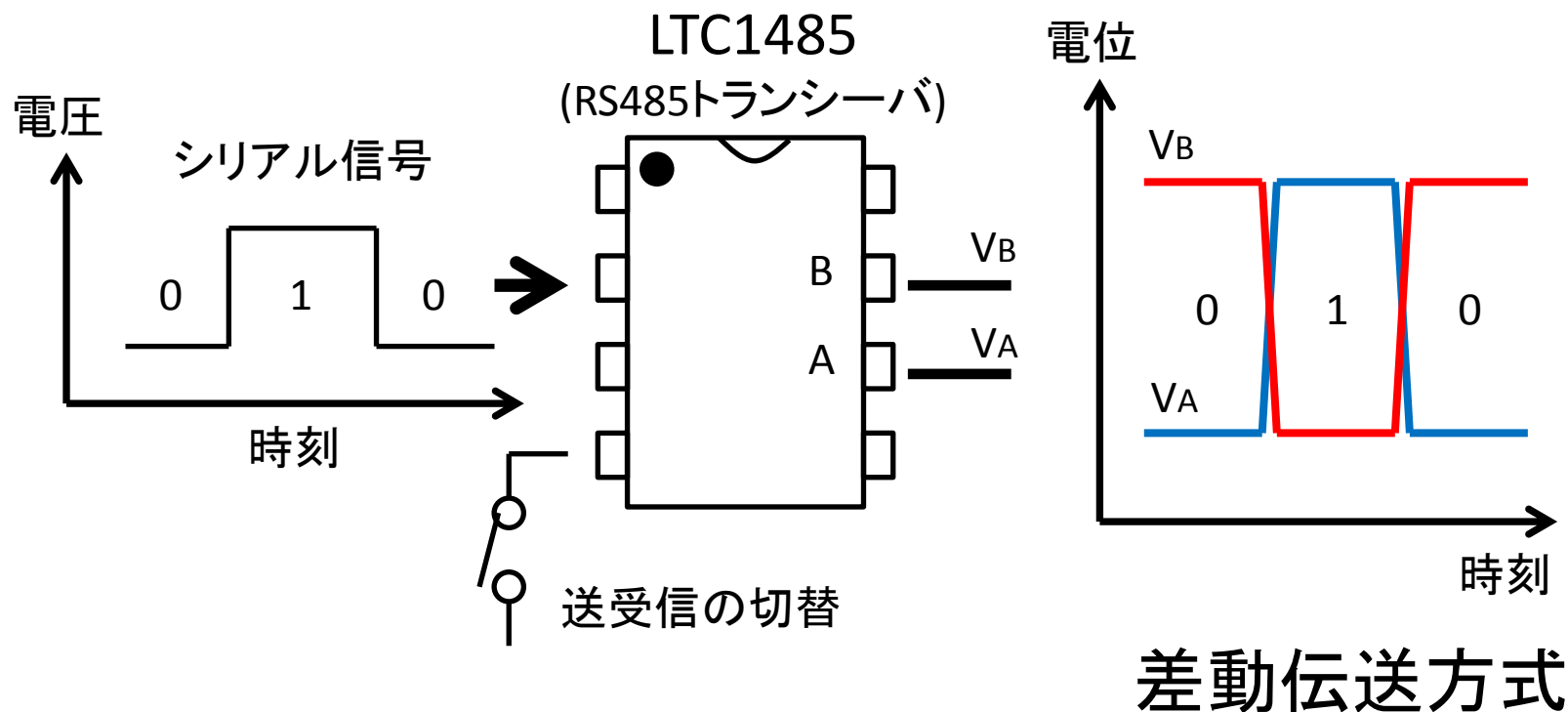
ツイストペア線の特徴

- 電磁波ノイズに強い



RS485の通信ケーブル以外にも、
Ethernetケーブルなどにも使われている

RS485はシリアルデータを 差動信号に変えて伝送する



遠く離れた地点(信号線の電位に揺らぎが生じることもある)でも、
相対的な電位差で0 か 1 かを判断できる。

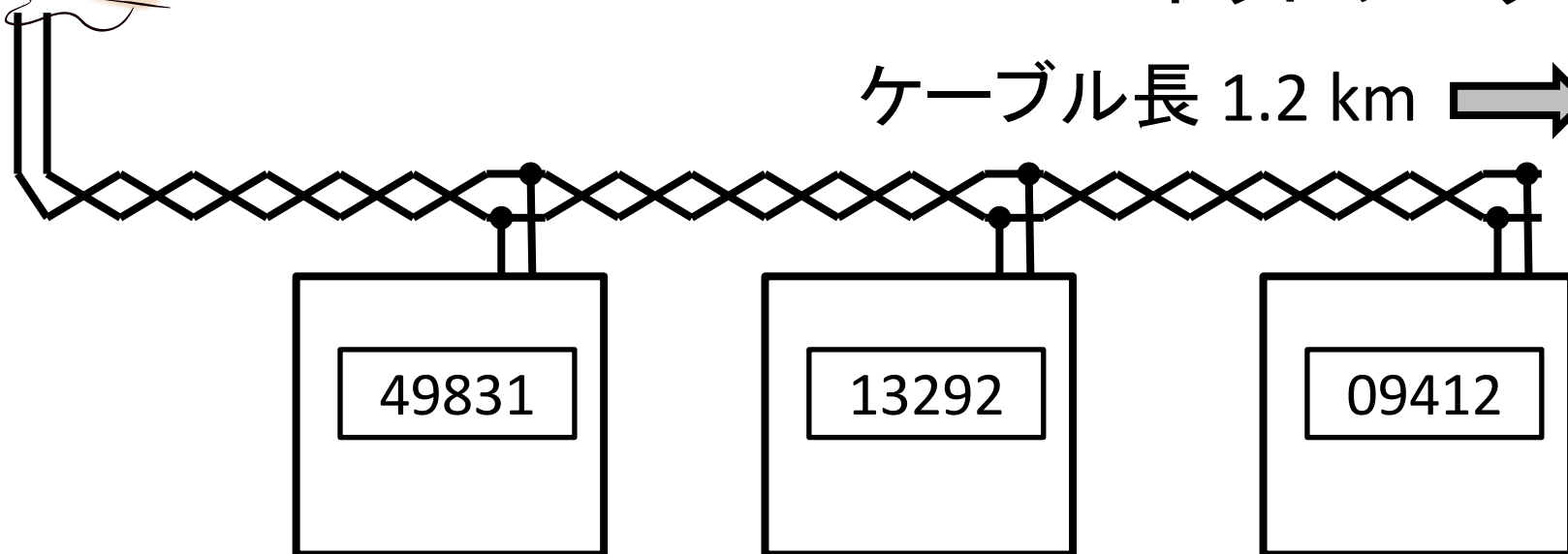
マルチドロップ方式でネットワーク構築



ビル管理室

RS485ネットワーク

ケーブル長 1.2 km →



部屋 101
電力メータ

部屋 102
電力メータ

部屋 103
電力メータ

半二重方式で通信を行う

(Modbus: マスター・スレーブの例)

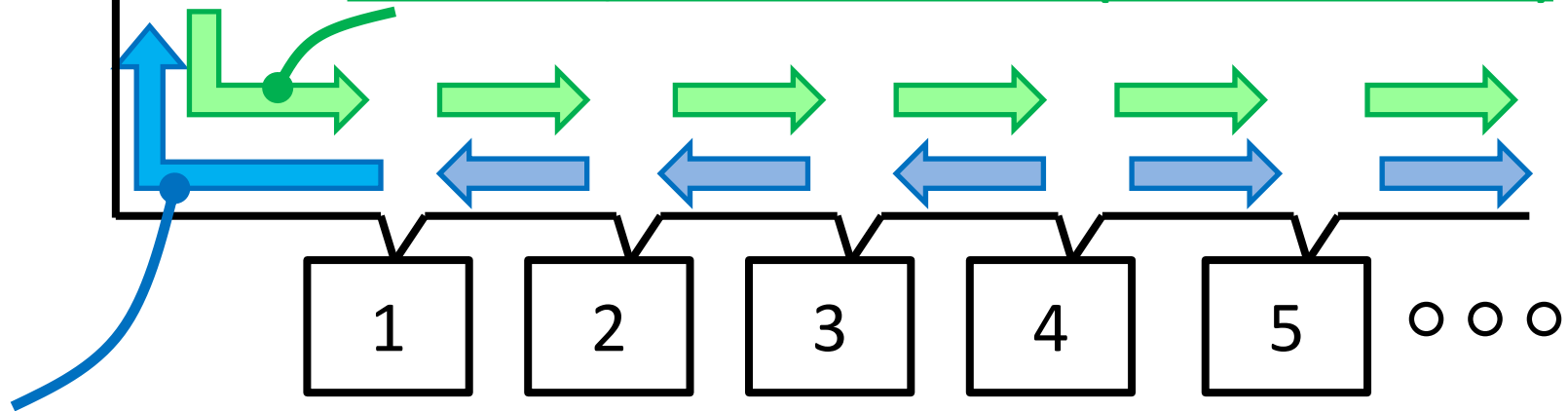
通信の主導権は
Masterにある

Slave は自分が呼ばれるのを
待って応答する

Slave

Master

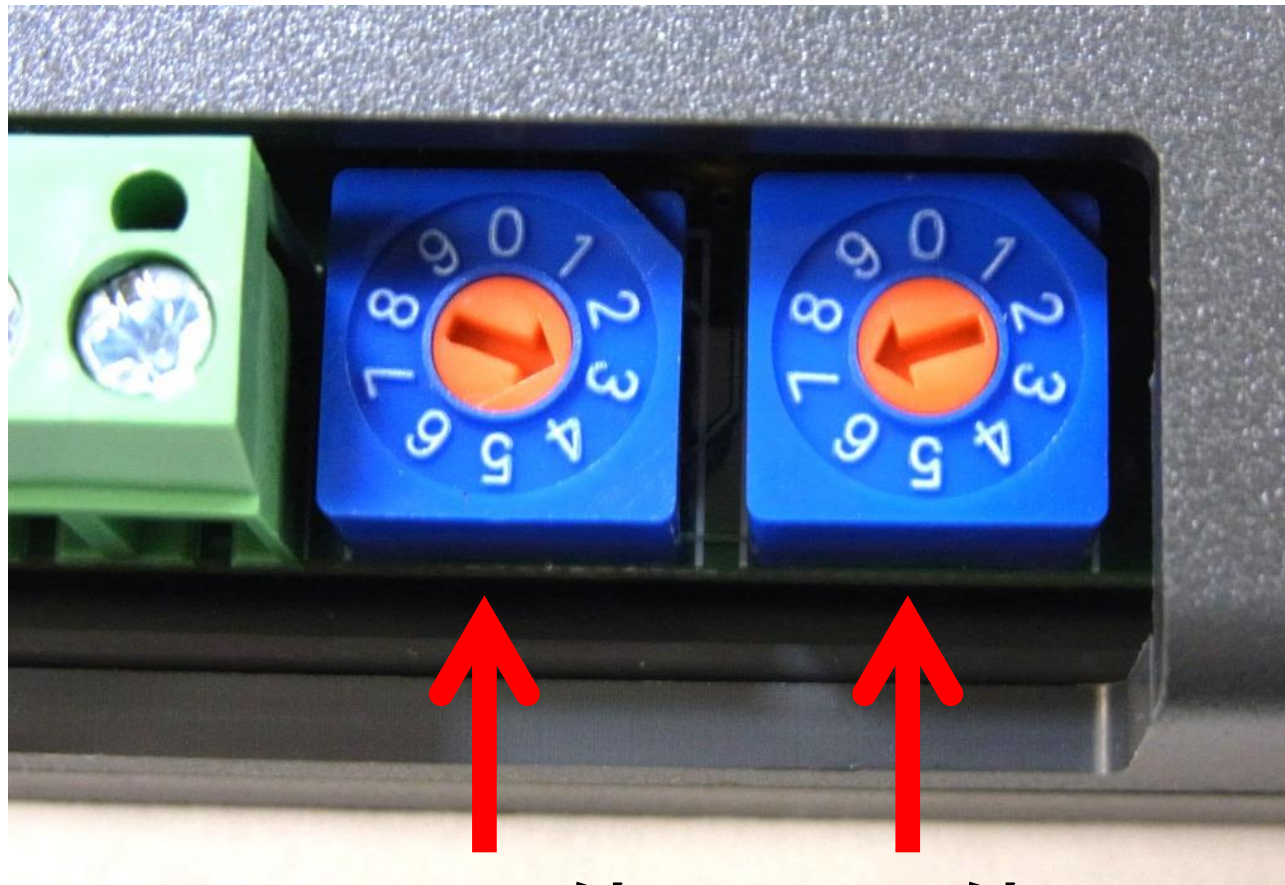
① ノード4, 電力量をください (Masterから同報)



② ノード4です。電力量は 87392 kWh です (ノード4から同報)

これを、対象となる Slave ノードに対して、順に行うことで
すべてのノードとの通信ができる

ModbusデバイスID の設定方法



ロータリ・スイッチの設定で、
ModbusのデバイスIDを設定

写真の場合は 37

10の位 1の位

本日のModbusデバイスIDの設定 (& 現在のセットアップ状況の確認)

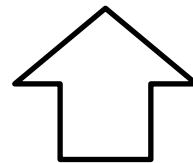
IEEE1888 Modbus電流計 GW



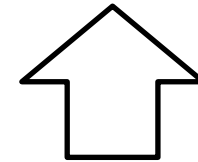
Modbus電流計



Modbus電流計



デバイス1



デバイス2

現在: セットアップ完了範囲

本日の流れ

- Modbus電流計のセットアップ
 - CTの取付
 - RS485ケーブルの配線
 - デバイスIDの設定
- IEEE1888 Modbus電流計 GWのセットアップ
 - セットアップの前準備
 - コマンド / 設定パラメータを理解する
 - 設定を入れる
 - サーバのデータを確認
- まとめ

IEEE1888 Modbus電流計 GWの 設定準備 (機器側)



パソコンのUSBポート

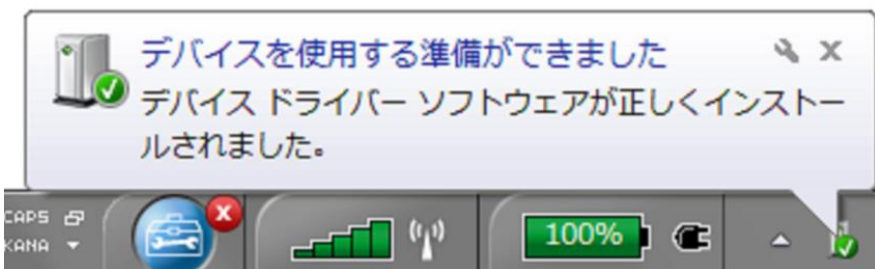
LAN

ACアダプタ

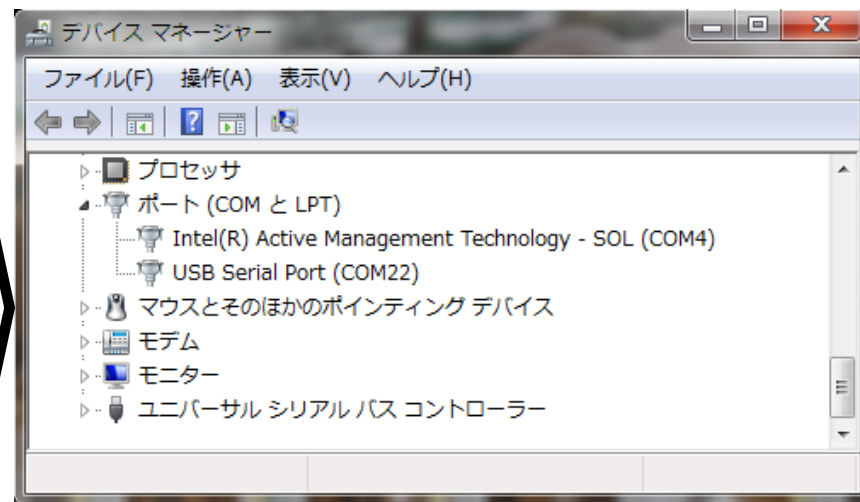
プログラマブルM2Mゲートウェイには、本日の演習用に、すでにGWプログラムがインストールされています

IEEE1888 Modbus電流計 GWの 設定準備 (パソコン側) (1/3)

①USB接続



② パソコンにデバイスドライバが インストールされます(自動)



③ デバイスマネージャを開き、 COMポート番号を調べます。 (この例ではCOM22)

☆ うまく行かない場合

<http://www.ftdichip.com/FTDrivers.htm> から、
適切なバージョンのソフトウェアをダウンロードして
インストールしてください。

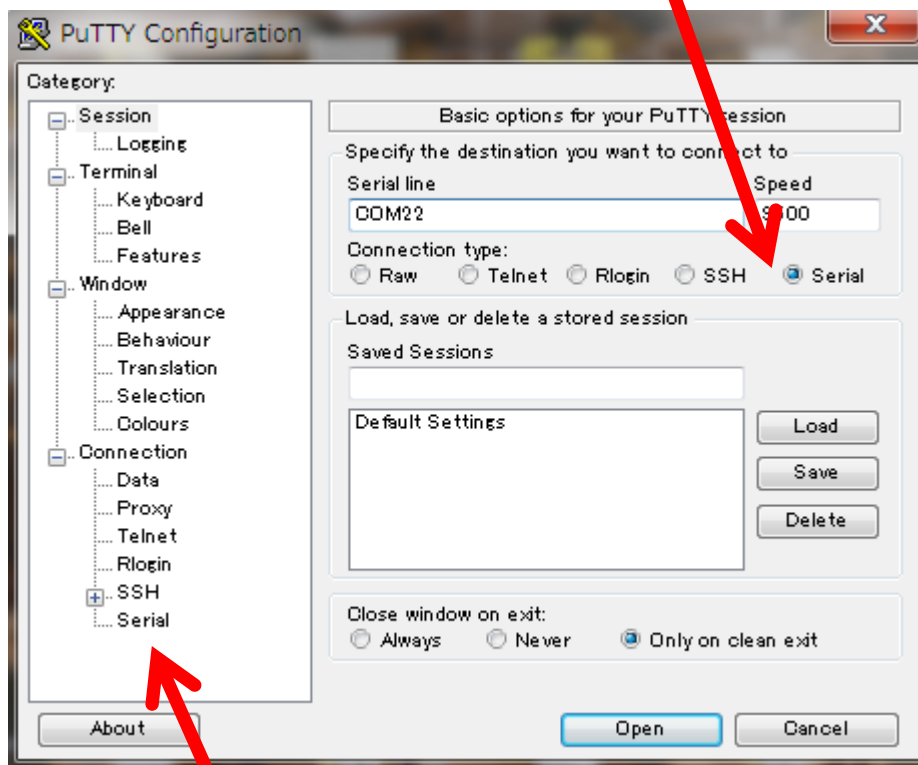
(*) デバイスマネージャは、
(コントロールパネル→システム)
から開くことができる

IEEE1888 Modbus電流計 GWの 設定準備 (パソコン側) (2/3)

Putty.exe プログラムを利用する場合

(Puttyは <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html> からダウンロード可能)

① シリアル通信モード(Serial)を選択



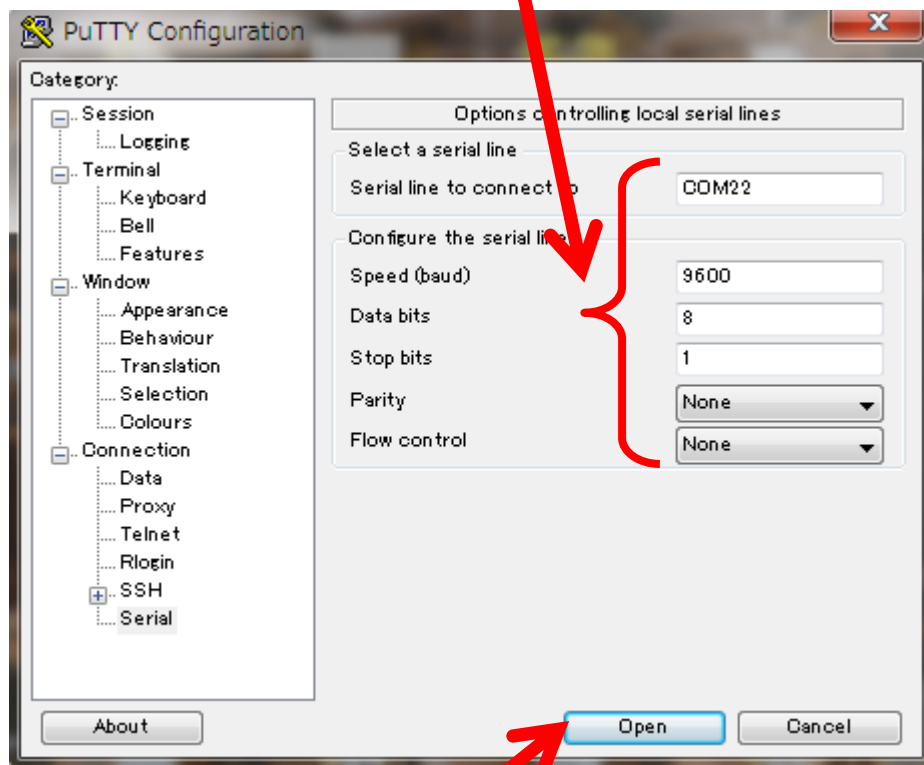
② Serial詳細設定を選択



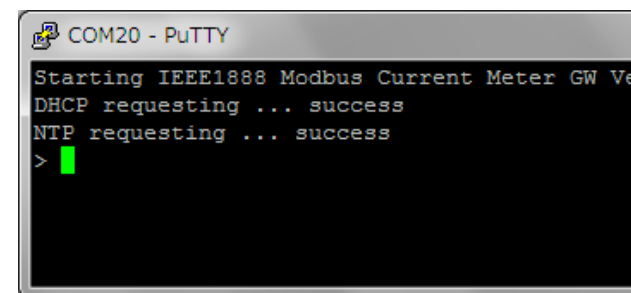
次スライドへ

IEEE1888 Modbus電流計 GWの 設定準備 (パソコン側) (3/3)

③ この内容を設定する



前スライドより



⑤ 接続完了

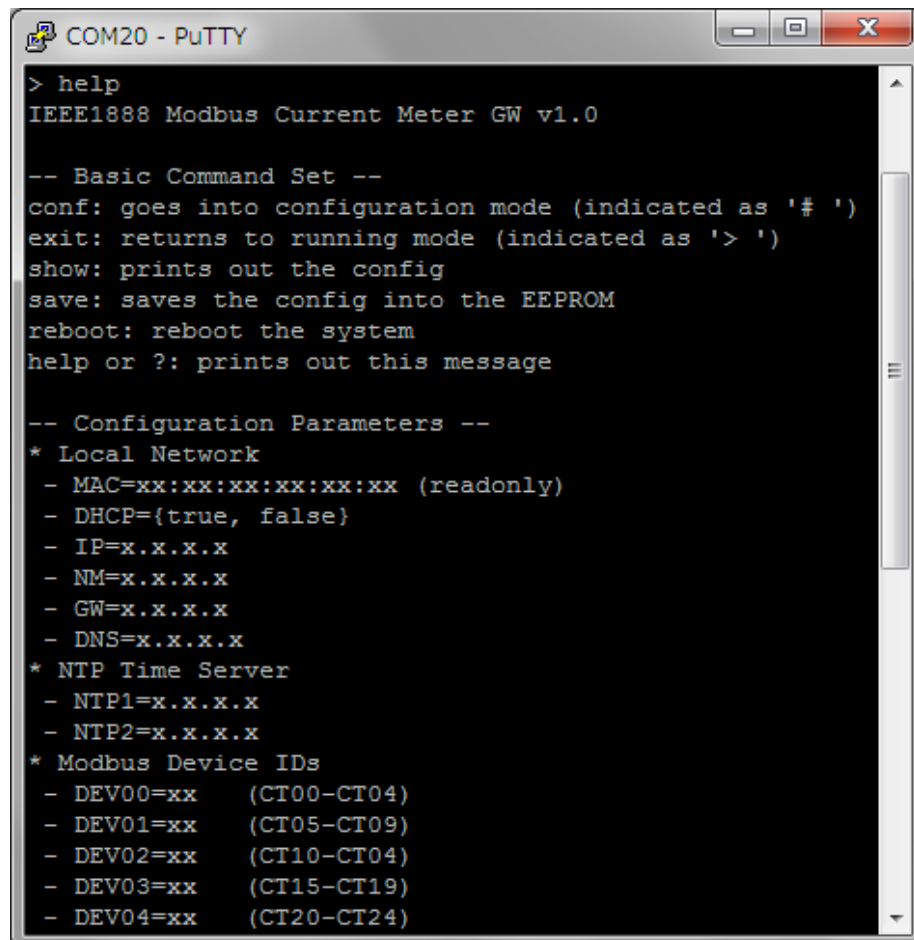
④ Openをクリックして接続開始

利用可能なコマンド

conf: 設定モードに入る ('#' 入力になる)
exit: 実行モードに戻る ('>' 入力になる)
show: 設定内容・システム状態を表示する
save: 設定内容を不揮発性メモリに保存する
reboot: 再起動する
help or ?: コマンド & パラメータを表示する

IEEE1888 Modbus電流計 GWの コマンド練習

helpコマンドを実行してみる！！



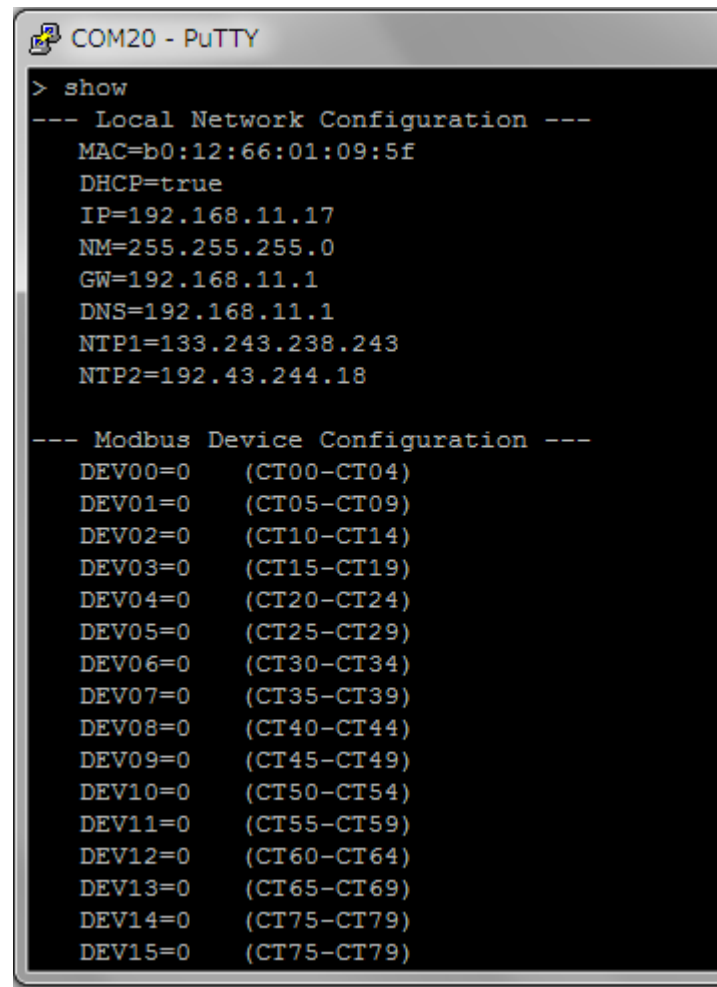
```
> help
IEEE1888 Modbus Current Meter GW v1.0

-- Basic Command Set --
conf: goes into configuration mode (indicated as '# ')
exit: returns to running mode (indicated as '> ')
show: prints out the config
save: saves the config into the EEPROM
reboot: reboot the system
help or ?: prints out this message

-- Configuration Parameters --
* Local Network
- MAC=xx:xx:xx:xx:xx:xx (readonly)
- DHCP={true, false}
- IP=x.x.x.x
- NM=x.x.x.x
- GW=x.x.x.x
- DNS=x.x.x.x
* NTP Time Server
- NTP1=x.x.x.x
- NTP2=x.x.x.x
* Modbus Device IDs
- DEV00=xx (CT00-CT04)
- DEV01=xx (CT05-CT09)
- DEV02=xx (CT10-CT04)
- DEV03=xx (CT15-CT19)
- DEV04=xx (CT20-CT24)
```

コマンド&設定パラメーター一覧が表示されます。

show コマンドを実行してみる！！



```
> show
--- Local Network Configuration ---
MAC=b0:12:66:01:09:5f
DHCP=true
IP=192.168.11.17
NM=255.255.255.0
GW=192.168.11.1
DNS=192.168.11.1
NTP1=133.243.238.243
NTP2=192.43.244.18

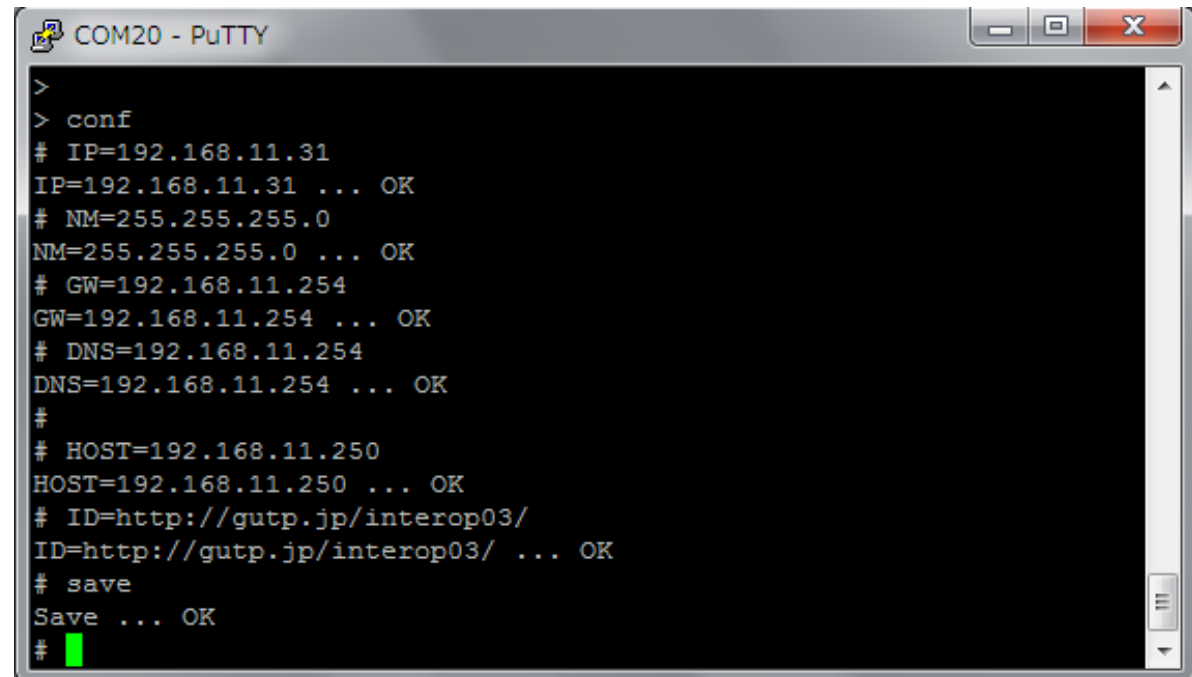
--- Modbus Device Configuration ---
DEV00=0 (CT00-CT04)
DEV01=0 (CT05-CT09)
DEV02=0 (CT10-CT14)
DEV03=0 (CT15-CT19)
DEV04=0 (CT20-CT24)
DEV05=0 (CT25-CT29)
DEV06=0 (CT30-CT34)
DEV07=0 (CT35-CT39)
DEV08=0 (CT40-CT44)
DEV09=0 (CT45-CT49)
DEV10=0 (CT50-CT54)
DEV11=0 (CT55-CT59)
DEV12=0 (CT60-CT64)
DEV13=0 (CT65-CT69)
DEV14=0 (CT75-CT79)
DEV15=0 (CT75-CT79)
```

現在の設定内容が表示されます。

IEEE1888 Modbus電流計 GWの 設定変更方法

■設定内容を変更するには

1. conf コマンドを実行 (送信動作が止まり、設定モードになる)
2. パラメータを設定する (必要に応じてshowコマンドで設定内容を確認する)
3. saveコマンドを実行 (これにより設定内容を保存する)
4. 再起動 (rebootコマンド)



```
>  
> conf  
# IP=192.168.11.31  
IP=192.168.11.31 ... OK  
# NM=255.255.255.0  
NM=255.255.255.0 ... OK  
# GW=192.168.11.254  
GW=192.168.11.254 ... OK  
# DNS=192.168.11.254  
DNS=192.168.11.254 ... OK  
#  
# HOST=192.168.11.250  
HOST=192.168.11.250 ... OK  
# ID=http://gutp.jp/interop03/  
ID=http://gutp.jp/interop03/ ... OK  
# save  
Save ... OK  
#
```

一連の設定変更の流れ

ネットワーク設定

--- Local Network Configuration ---

MAC=b0:12:66:01:09:5f

DHCP=true

IP=192.168.11.17

NM=255.255.255.0

GW=192.168.11.1

DNS=192.168.11.1

NTP1=133.243.238.243

NTP2=192.43.244.18

Modbusデバイス設定

--- Modbus Device Configuration ---

DEV00=0 (CT00-CT04)

DEV01=0 (CT05-CT09)

DEV02=0 (CT10-CT14)

DEV03=0 (CT15-CT19)

DEV04=0 (CT20-CT24)

DEV05=0 (CT25-CT29)

DEV06=0 (CT30-CT34)

DEV07=0 (CT35-CT39)

DEV08=0 (CT40-CT44)

DEV09=0 (CT45-CT49)

DEV10=0 (CT50-CT54)

DEV11=0 (CT55-CT59)

DEV12=0 (CT60-CT64)

DEV13=0 (CT65-CT69)

DEV14=0 (CT75-CT79)

DEV15=0 (CT75-CT79)

このModbus 電流計 GWは、
最大で 16台のModbusデバイス
に対応することができる

$$\text{DEVxx} = y$$

を指定することで、GWの内部で、
 $xx * 5 \sim xx * 5 + 4$
にCT番号を対応付けする

例えば、DEV08に指定された
Modbus電流計のCTには、
40, 41, 42, 43, 44
という番号が与えられる

なお =0 となっているDEVxxは
無効な(=使われていない)もの
として扱われる

IEEE1888通信設定

--- IEEE1888 Configuration ---

HOST=fiap-sandbox.gutp.ic.i.u-tokyo.ac.jp

PATH=/axis2/services/FIAPStorage

PORT=80

ID=http://gutp.jp/GroupX/A

HOST, PATH, PORTで指定される IEEE1888サーバに対して、
WRITEでデータを送信することを意味する。

IDには、ポイントIDのプレフィックスを指定する。
ポストフィックスには、CT番号が自動的に付与される。
例えば、CT番号が40のポイントは、上記の場合、
http://gutp.jp/GroupX/A40
というポイントIDとなる

なお、無効なデバイスに関しては
送信されない。

システム状態

--- System Status ---

UPLOAD=OK

TIME=2014-10-29 22:45:27

INT=60

TIMEは
現在時刻(日本時間)を表す

INTは送信間隔(秒)を表す
(*) 今回は60に固定

UPLOADは、送信状態を示す。

OK: 前回の送信操作で成功した

NG(xxx):前回の送信操作でxxxの理由で失敗した

NG(NTP): 時刻合わせに失敗している

NONE: まだ送信操作を行っていない

課題

- 以下のように、GWを設定してみよう
 - ネットワーク接続
 - DHCP を利用
 - NTPは 133.243.238.243 と 192.43.244.18 を利用
 - Modbusデバイス設定
 - DEV00にデバイス1
 - DEV01にデバイス2
 - IEEE1888設定
 - 送信先: <http://133.11.168.98/axis2/services/FlAPStorage>
 - ポイントID: <http://gutp.jp/GroupX/A>

- Xにはグループの番号を設定する

設定が完了したら

- 設定内容を確認しよう
 - showコマンドを実行
- 設定内容を保存しよう
 - saveコマンドを実行
- 再起動しよう
 - rebootコマンドを実行
- 状態を確認しよう
 - showコマンドを実行し、System Statusを確認

サーバのデータを確認

ワークショップ用に立ち上げているサーバ、

http://133.11.168.98/

を確認する

Sensors in this FIAPStorage

<u>Point ID</u>	<u>Time</u>	<u>Value</u>
http://gutp.jp/GroupX/A00	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A01	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A02	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A03	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A04	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A05	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A06	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A07	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A08	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0
http://gutp.jp/GroupX/A09	2014-10-30T12:09:00.000+09:00	0

TIPS: 電流を計測してみよう



本日の流れ

- Modbus電流計のセットアップ
 - CTの取付
 - RS485ケーブルの配線
 - デバイスIDの設定
- IEEE1888 Modbus電流計 GWのセットアップ
 - セットアップの前準備
 - コマンド / 設定パラメータを理解する
 - 設定を入れる
 - サーバのデータを確認
- まとめ

Modbus 電流計の設定から サーバへのデータ送信までの設定

IEEE1888サーバ

Sensors in this FIAPStorage		
Point ID	Time	Value
http://futaba-kikaku.jp/3GT/CT00	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	215
http://futaba-kikaku.jp/3GT/CT01	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	175
http://futaba-kikaku.jp/3GT/CT02	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT/CT03	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT/CT04	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT/CT05	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	0
http://futaba-kikaku.jp/3GT/CT06	2014-10-28T22:54:00.000+09:00	1

IEEE1888 Modbus電流計 GW
(M2Mゲートウェイ)



IEEE1888送信

⑤データの確認

インターネット

④ GWの設定

①CTの取付

Modbus
電流計

②RS485ケーブルの配線

③ModbusデバイスIDの設定

ビル内に RS485が用いられる理由

通信メディア		施工性	安定性	汎用性	速度
有線	Ethernet (LANケーブル)	△	○	○	◎
	RS485	○	○	△	△
無線	Wi-Fi (無線LAN)	○	△	○	○
	ZigBee	◎	△	△	△

重要なポイント

施工性、安定性の優れるRS485が歴史的に良く用いられている

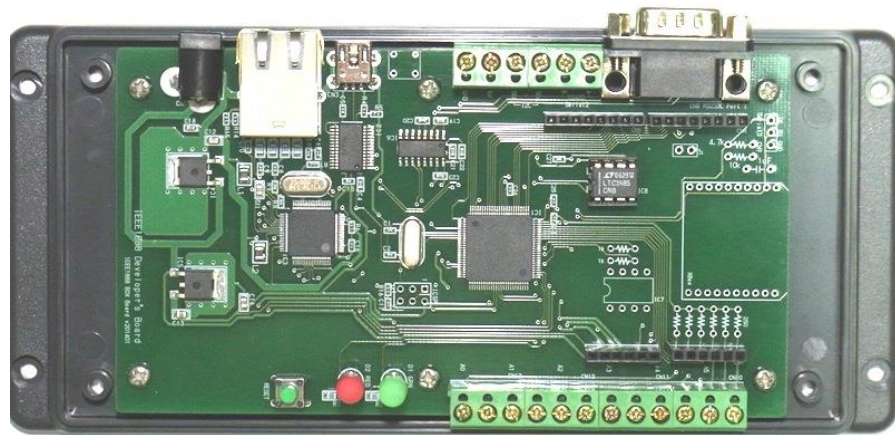
汎用的でない(家電量販店では買えない)ので、馴染みはない、かもしれない。
速度は出ないが、センサデータのやり取りには十分であることも多い。

(*) 他にもたくさんあるが、ここでは割愛する

M2Mゲートウェイの役割

- インターネット・プロトコルを話さない機器と対話しつつ、インターネット上のサーバとM2M通信を行う
- 今回のケース
 - 電流計とModbus(RS485上)で対話し、読み出したデータを、IEEE1888方式で、インターネット上のサーバに送信。
- 機器がインターネット・プロトコルを話さない理由
 - RS485通信メディアの方が施工性が良い
 - RS485では、低速のシリアル通信が主流 (IP over RS485方式は、現在、研究段階)

次回: M2Mゲートウェイのプログラミング入門



プログラマブルM2Mゲートウェイ



- 日時: 11月12日 13:00 – 17:00
- 場所: 東京大学 工2号館 10階 電気系会議室5
- 詳細: <http://www.gutp.jp/event/event1.html>