

#####

<yasuhito@gmail.com>

#

#

#

#

#

#

#

#

#####

1. #####	1
1.1. #####	1
1.2. ###: #####	2
1.3. #####	3
1.3.1. #####	3
1.3.2. #####...	5
1.3.3. #####	5
1.3.4. #####	6
1.4. #####	8
1.4.1. #####	8
1.4.2. #####	9
1.4.3. #####	9
1.4.4. #####	9
1.5. #####	10
1.6. ###	10
2. #####, #####!	11
2.1. #####	11
2.2. #####	11
2.3. #####	13
2.3.1. #####	14
2.3.2. #### #####	14
2.4. #####, #####!	14
2.4.1. #####	14
2.5. #####	17
2.6. #####	18
2.6.1. ##	19
2.6.2. #####	20
2.6.3. #####	21
2.6.4. #####	22
2.7. ###	25
2.8. #####	26
#. #####	27

#####

1.1. ##### 4

1.2. ##### 5

1.3. ##### 7

1.4. ##### 8

2.1. ##### 13

2.2. ##### 17

2.3. #####_##### 23

#####

1.1. #1#1 ##### 4

1.2. #1#2 ##### 5

1.3. #1#3 ##### 6

1.4. #1#4 ##### 7

1.

#####? #####



1.1. #####

(#####): #####

#####

#####Perl#(####)

#####1#####

#.....#####

#####

###

1. #####¹#####
#####

2. #####
#####²#####

3. ### (#####) #####
#####³#####

#####

#####

#####

#####



#####15#####16#####

1.2. ###:

#####1#####

#####1#####1#####

(#####)

#####

#####?#####

#!#####

#####

#####

- #####

¹ #####:#####.###.###/###/####/#####/###/#####/#####/#####

² #####:#####.###.###.###/#####/

³ ### 2324#####:#####.###/###/###2324.###

- #####
- #####

#####?#####
#####!#####

#####1#####

#####

1.3.

#####?

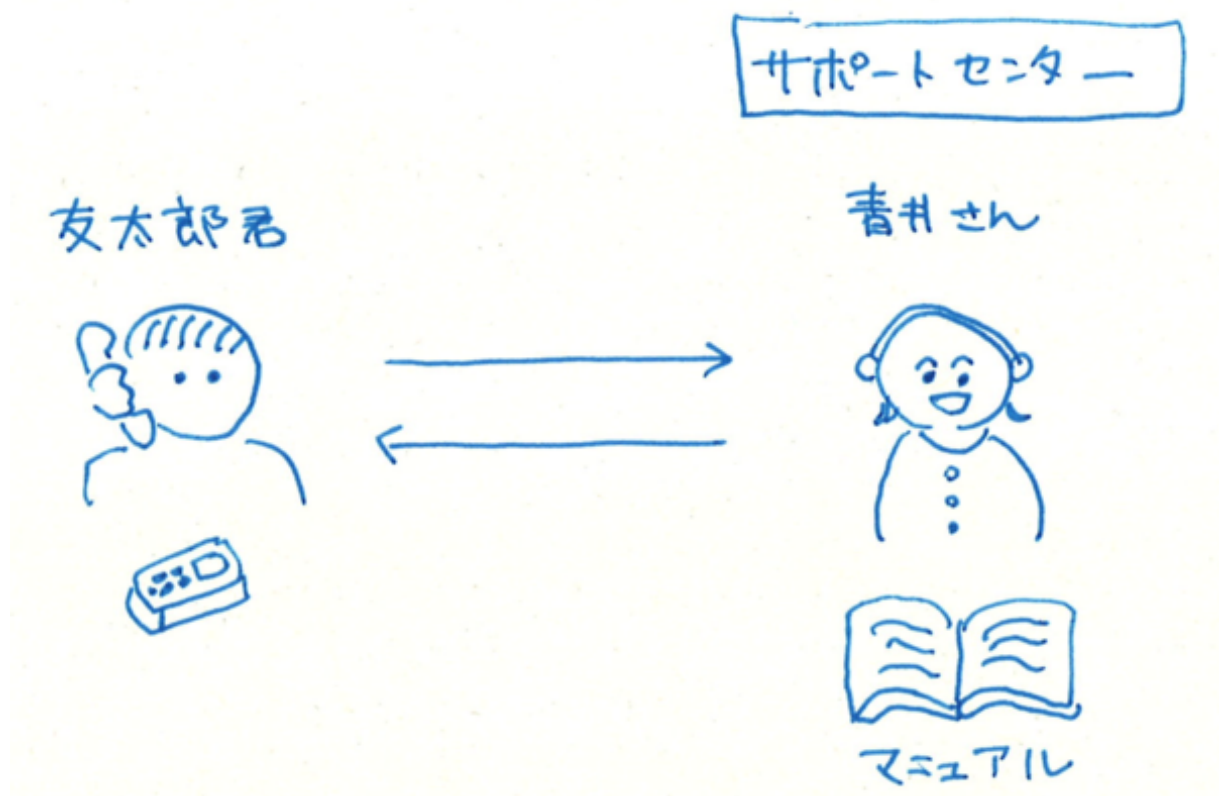
#####95%
#####(#####)
##3#####

1.3.1.

#####

#####?#

, #####
###([1#1](#))#



1.1.

#####?#

(#1#1)#####
#####

1.1. #1#1

#####	####	#####
#####	#####	8 #
#####	#####	6 #
#####	#####	4 #
#####	####	2 #

#####

#####

#####8##9#####(#1#2)#

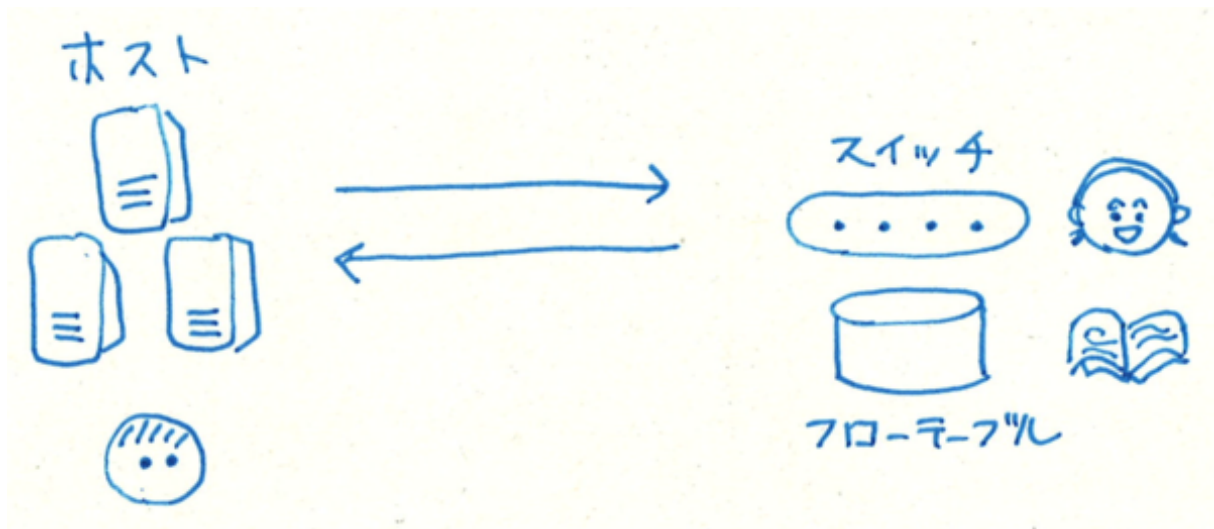
1.2. #1#2

#####	####	#####
#####	#####	9 #
#####	#####	6 #
#####	#####	4 #
#####	####	2 #

#####

1.3.2. #####...

##(#1#2)#####
#####



1.2. #####
#

#####

1.3.3.

#####

#####1#3#####1#####
#####3#####

1.3. #1#3

#####	#####	####
##### = 192.168.1.00	###8####	80####
#### # = 10	###10####	64####
##### = 00:50:56:#0:00:08	#### # = 2 #####8####	24####
##### = 27.55.0.0/16	#####	10 ####

- #####:

#####
- #####:

#####8#####
- ####:
#####9#####
#####80#####

#####?#####
##

1.3.4.

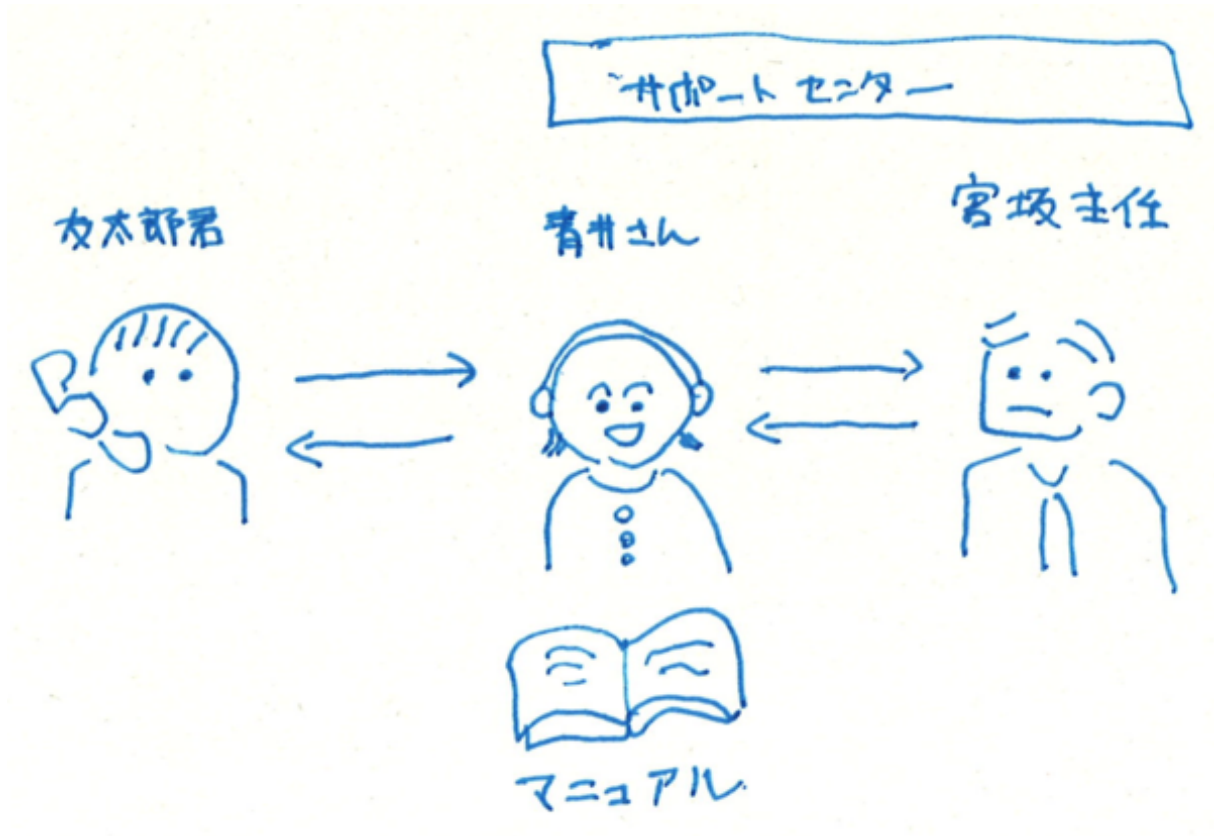
#####1#####

#####

#####

#####

#####



1.3.

#####(#1#3)#

#####?#

#####

#####

#####

#####

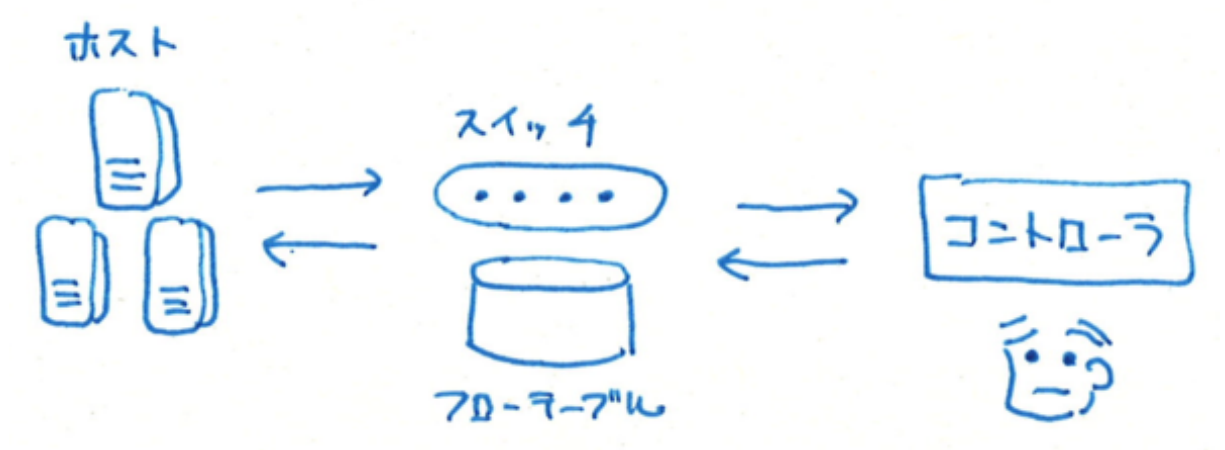
(#1#4)#####

1.4. #1#4

#####	#####	#####
#####	#####	9 #
#####	#####	6 #
#####	#####	4 #
#####	#####	2 #
#####	#####	1 #

#####...

#####(#1#4)#####
#####



1.4.

#####?
#####

#####



#####?

#####?

##5#####
#####

1.4. #####

#####?

1.4.1. #####

#####

#####



#####(#####)#####
####14#####15####16
#####

1.4.2.

#####

#####



#####4#####13#####

1.4.3.

#####

- #####
#####
- #####
#####
- #####
#####



#####7#####

1.4.4.

#####

#####(#####
#####)#####



####100#####10#####100#####

#####5#####6#####
##9#####10, 11#####

1.5.

#####

#####

1.6.

#####

#####!

2. #####, #####!

#####(###)#####!

2.1.

#####

###2#####
#####

- ##### (##): ##### # #####
- #####
(3#): #####
- ##### (4#): #####
- ##### (5#):
#####
- #####
(6#): ###2#####
- ##### (7#): #####
- ##### (8#): #####
- ##### (9#): #####
- ### (10#,11#): #####3### (###)
- ##### (12#): #####
- ##### (13#): #####2###
- ##### (14#): #####

#####

2.2.

#####2#####
#####

#####

- #####: #####://#####.#####.###/#####/
- #####: #####://#####.###/#####/
- #####: #####://#####.#####.###/#####/#####/
- #####: #####://#####.###/#####_#####

#####?

¹#####
#####90#####
#####2000##### # #

#####1#####

#####2011###

#####

#####

#####



#####?

(#####://###.#####.###/
#####)
#####

#####

¹ #####://#####.###/



2.1.

```
#####2#####  
#####! #####  
#####
```

2.3.

```
#####
```

- ##### (#386/###64)
- ##### ###/##### (#386/###64)

```
#####
```

```
trema ##### ##### sudo ##### sudo ###  
#####
```

```
sudo #####
```

- ##### : #####2.0#####
- ##### (#####.##/) : #####
#####
- ##### (#####.##/) :

#####

2.3.1.

#####²#####
#####

.....
\$ curl -sSL https://get.rvm.io | bash -s stable --ruby

.....
#####

.....
\$ gem install bundler

.....
`gem` ##### `.gem` ##### `.gem` #####
#####

2.3.2.

`apt-get`

.....
\$ sudo apt-get install openvswitch-switch

.....
#####

#####

2.4. #####, #####!

#####!#####, 0#####!(0#####
##)#####
#####

2.4.1.

#####!#####
#####_#####_#####/##### `mkdir -p` #####

.....
\$ mkdir -p hello_trema/lib

²#####:./###.##/

```
$ cd hello_trema
```

```
#####
```

```
#####.#####  
#####
```

```
#####/#####_#####(#####:/#####.###/#####/  
#####_#####) #####
```

- #####.##: #####
- #####: #####
- #####.##: ###
- #####: #####
- #####: #####
- #####/: #####
- #####/: #####
- #####/: #####
- #####/: #####

```
#####
```



```
#####(#####/, #####/, #####/)#####7#####  
#####
```

```
#####
```

```
#####_#####/#####_#####.#####.#####  
#####
```

```
###/#####_#####.##
```

```
# Hello World!
```

```
class HelloTrema < Trema::Controller
```

```
  def start(_args)
```

```
    logger.info 'Trema started.'
```

```
  end
```

```
  def switch_ready(datapath_id)
```

```
    logger.info "Hello #{datapath_id.to_hex}!"
```

```
  end
```

end

#####

#####1#####
#####.

#####.###

vswitch { datapath_id 0xabc }

#####0#####1#####
#####

#####

#####

#####

source 'https://rubygems.org/' ❶

gem 'trema' ❷

❶ #####://#####.

❷ #####

#####/#####

\$ bundle install --binstubs

\$./bin/trema --version

trema version 0.5.1

#####

#####(##### ###)

trema run #####

0#####!#####

\$./bin/trema run ./lib/hello_trema.rb -c trema.conf

Trema started.
Hello, 0xabc! ❶
\$

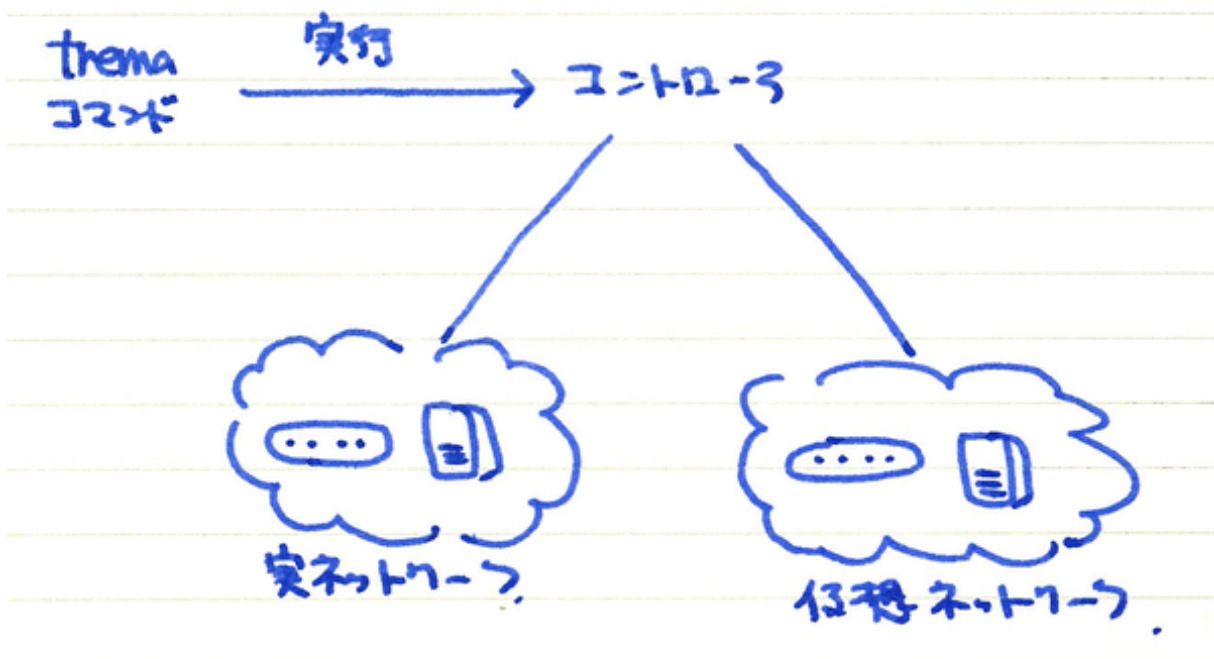
❶ Ctrl + c #####

trema ##### trema #####
#####

2.5.

trema #####

#####, #####!##### trema run #####
trema run ##### -c (--conf) #####
#####(#2#1)#



2.2.

trema ##### git # svn ##### trema ##### run #####
trema #####
#####

trema help ##### trema help [###
###] ##### trema help #####
#####

- `trema run`
`--daemonize (-d)` ##### (#####
#) #####
- `trema version`
`trema --version`
- `trema killall`
#####
- `trema kill`
#####
- `trema up`
#####)
- `trema send_packets`
#####
- `trema show_stats`
#####)
- `trema reset_stats`
#####(###)
- `trema dump_flows`
#####

#####

2.6.

#####(##)#####
#####

##	#####	#
##	#####	#####, #####:#####
#####	#####	#####
####	:####	:####, :#####



#####

```
#####
#####
#####!#####
```

2.6.1.

```
HelloTrema # Trema::Controller #####
#####
```

```
###/#####_#####.##
```

```
# Hello World!
```

```
class HelloTrema < Trema::Controller ❶
```

```
  def start(_args)
```

```
    logger.info 'Trema started.'
```

```
  end
```

```
  def switch_ready(datapath_id)
```

```
    logger.info "Hello #{datapath_id.to_hex}!"
```

```
  end
```

```
end
```

```
❶ ##### HelloTrema # Trema::Controller ###
```

```
#####(#####)#####
```

```
#####
```

```
#####
```

```
$ irb
```

```
> TokyoTower = "#####4##2-8"
```

```
> TokyoTower = "#####"
```

```
(irb):2: warning: already initialized constant TokyoTower
```

```
(irb):1: warning: previous definition of TokyoTower was here
```

```
=> "#####4##2-8"
```

```
class #####, #####!##### HelloTrema ##### class +#####
```

```
##### end #####
```

```
###/#####_#####.##
```

```
class HelloTrema < Trema::Controller ❶
```

```
  def start(args)
```

```
    logger.info "Trema started."
```

end

```
def switch_ready(datapath_id)
  logger.info "Hello #{datapath_id.to_hex}!"
end
end ❷
```

```
❶ #####
❷ #####
```

#####

```
##### Trema::Controller #####
#### class ##### < ##### #####.
```

```
class HelloTrema < Trema::Controller ❶
  ...
end
```

```
❶ Trema::Controller ##### HelloTrema #####
Trema::Controller ##### HelloTrema #####
##### Trema::Controller #####
```

2.6.2.

```
##### HelloTrema #####? ##### main() #####
#####
#####(#####)#####
```

```
##### def ##### end ##### HelloTrema ##### start # switch_ready #
#####
```

```
class HelloTrema < Trema::Controller
  def start(args) ❶
    logger.info "Trema started."
  end

  def switch_ready(datapath_id) ❷
    logger.info "Hello #{datapath_id.to_hex}!"
  end
end
```


end

```

❶ start #####
❷ switch_ready #####
##### start #####
##### trema run #####(3#)#####
packet_in ##### packet_in #####

#####

```

- start
#####
- switch_ready
#####
- switch_disconnected
#####(4#)
- packet_in
#####(3#)
- flow_removed
#####(6#)



```

#####
#####?#####
#####? #####
#####

#####(#####
#####)#####
##### packet_in #####
#####

##### Trema::Controller #####

```

2.6.3.

```

#####
##

```

alias and BEGIN begin break case class def defined do else elsif END

end ensure false for if in module next nil not or redo rescue retry
 return self super then true undef unless until when while yield

```
#####, #####!### class # def ### end ##### class #####
### ( HelloTrema ) ##### def #####( start ) #####

## def # class ##### end #####
#####
```

2.6.4.

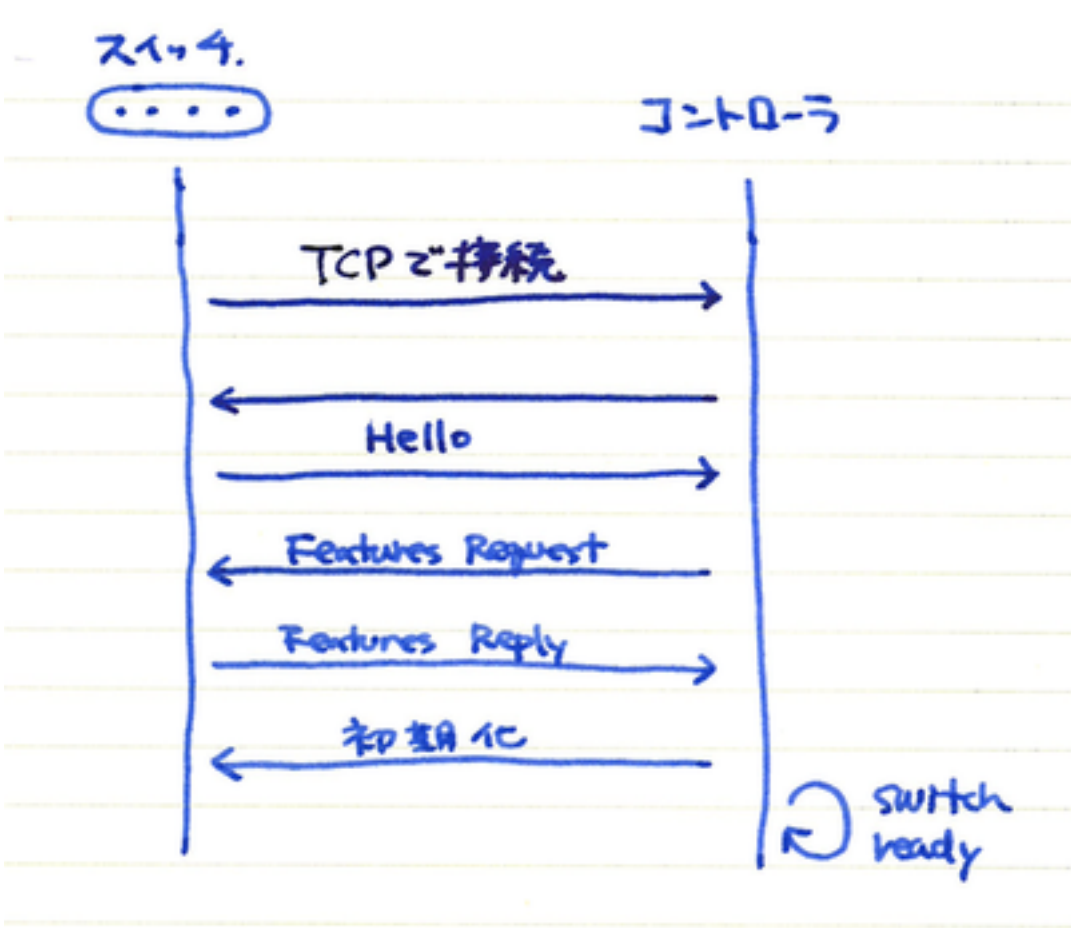
```
##### switch_ready #####
```

```
def switch_ready(dpid)
  logger.info "Hello #{dpid.to_hex}!"
end
```

```
switch_ready ##### ##16###(0#####)#####
```



```
#####_#####
## ##### switch_ready #####
##### switch_ready #####2#####
#####
```



2.3. #####

```
##### ##### ##### #
#####
```

```
##### ##### ## ##### #####
##### ##### # ##### #####
##### ##### ##### #####
##### ##### ##### #####
```

```
#####
#####
```

```
##### switch_ready #####
```

###16#####

```
to_hex ##### switch_ready ##### dpid ###64#####
##### 0xfffb ###16##### to_hex #16#####
#####
```

#####

```
##### trema run # --daemonize ### -
d #####
```

```
##### logger #####
```

```
def start(_args)
  logger.info 'Trema started.'
end
```

```
logger ##### critical (### ##)##
debug (### ##)#####6#####
```

- critical : #####
- error : ###
- warn : ##
- notice : #####
- info : #####
- debug : #####

```
trema run #####
```

```
###_#####.##
```

```
# #####
```

```
class TryLogging < Trema::Controller
  def start(_args)
    logger.critical 'CRITICAL'
    logger.error 'ERROR'
    logger.warn 'WARN'
    logger.notice 'NOTICE'
    logger.info 'INFO'
    logger.debug 'DEBUG'
  end
end
```

```
##### notice ##### info # debug #####
```

```
$ ./bin/trema run try_logging.rb --logging_level notice
```

CRITICAL
ERROR
WARN
NOTICE

```
##### /tmp/[#####].log ##### /tmp/
HelloTrema.log ##### trema run # --log_dir ### -L #####
##### /var/log/HelloTrema.log #####
```

```
$ ./bin/trema run try_logging.rb --log_dir /var/log/
```

#####

```
logger.info ##### #{ } #####
```

```
logger.info "Hello #{dpid.to_hex}!"
#=> Hello 0xabc!
```

#####

```
logger.info 'Hello ' + dpid.to_hex + '!'
#=> Hello 0xabc!
```

```
##### + ##### #{ } #
#####
```

```
#####, #####!#####, #####!#####
#####
```

2.7.

```
#####, #####!#####
#####
```

- ##### Trema::Controller #####
- #####
- ##### trema run #####
- #####

#####

2.8.

#####

- ##### (#####) ##### ## #####(####://#####.#####.###/#####/)

##_#####
#####(#####://##.###.###/#####/
##_#####_#####_##_#####/)
- #####(####://#####.###/)
##_#####
help #####15#####
- #####2##(#### ##### ##### #####)
#####

#. ##### ###

3.0:

- [####://###.###.###/#####/####3.0.###](#)