

添付資料2  
試験結果一覧表

種類	試験番号	試験内容	ページ
船内試験	No1	船内10か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、船橋レセプタクルに親機を接続のうえ、すべての分電箱の一次側に近い回路に中継用PLCを接続し通信状況を確認する。  通信状態が一番良い状態を想定した試験	2-5
	No2	船内10か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、船橋レセプタクルに親機を接続のうえ、すべての分電箱の予備回路に中継用PLCを接続し通信状況を確認する。  No1と同内容であるが中継用PLCの一部が一次側から一番遠い分岐に接続するためNo1と比較して若干通信状態が低下することを想定した試験	7-11
	No3	船内9か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、船橋レセプタクルに親機を接続のうえ、中継用PLCを接続しない状態の通信状況を確認する。  通信状態が一番悪い状態を想定した試験	12-16
	No4	船内10か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、船橋レセプタクルに親機を接続のうえ、L-1分電箱のみ一次側に近い回路に中継用PLCを接続し通信状況を確認する。	17-20
	No5	船内9か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、船員食堂兼休憩室レセプタクルに親機を接続のうえ、L-1分電箱のみ一次側に近い回路に中継用PLCを接続し通信状況を確認する。	21-24
	No6	船内8か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、船員食堂兼休憩室レセプタクルに親機を接続のうえ、L-1及びL-2分電箱の一次側に近い回路に中継用PLCを接続し通信状況を確認する。	25-28
	No7	船内9か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、学生室Dレセプタクルに親機を接続のうえ、L-1分電箱のみ一次側に近い回路に中継用PLCを接続し通信状況を確認する。	29-32
	No8	船内8か所の照明系統レセプタクルにPLC子機を接続、学生室Dレセプタクルに親機を接続のうえ、L-1分電箱のみ一次側に近い回路に中継用PLCを接続し通信状況を確認する。	33-36
参考試験	1	使用メディアの違いによる通信速度の計測  使用メディアの違いで、通信速度に違いがあるか確認する。また、PLCの通信速度の上限値を確認する。	37-38
	2	複数接続による通信速度変化の確認  複数の接続回路を同時に使用した時の速度の変化を確認する。  PLC及びLANケーブルを使用した回路で確認する。	39-43
	3	ホワイトリスト化した時の通信速度を確認する。  ホワイトリストで2系統を設定し同一経路での通信速度を確認する。	44-45

No1 試験結果

(ア) 減衰量推定

通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電 盤経 由*1	分岐数 *2						減衰量予想 (db) *3	
							盤類			送信側		受信側		
送信	受信	送信	受信	送信	受信	給電盤	分電盤1	分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1	支回路2		
M1(操舵室)	T1(操舵室)					×	***	***	***	1	***	1	***	0.0
	T2(調査観測区画)		L1			×	***	***	***	1	***	1	***	-10.0
	T3(無線区画)		L1			×	***	***	***	1	***	1	***	-10.0
	T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)		L1			×	***	***	***	1	***	1	***	-10.0
	T5(研究室)	L1	L2	L1-1	L2-1	○	24	1	1	1	***	1	***	-23.8
	T6(船員食堂兼休憩室)		L2			○	24	1	1	1	***	4	***	-29.8
	T7(事務室)		L4		L4-16	○	24	1	1	1	***	3	2	-31.6
	T8(火災制御スペース仮設)		L5		L5-26	○	24	1	1	1	***	4	3	-34.6
	T9(学生室D)		L6		L6-16	○	24	1	1	1	***	4	3	-34.6
	T10(機関制御室)		L7		L7-2	○	24	1	1	1	***	3	***	-28.6

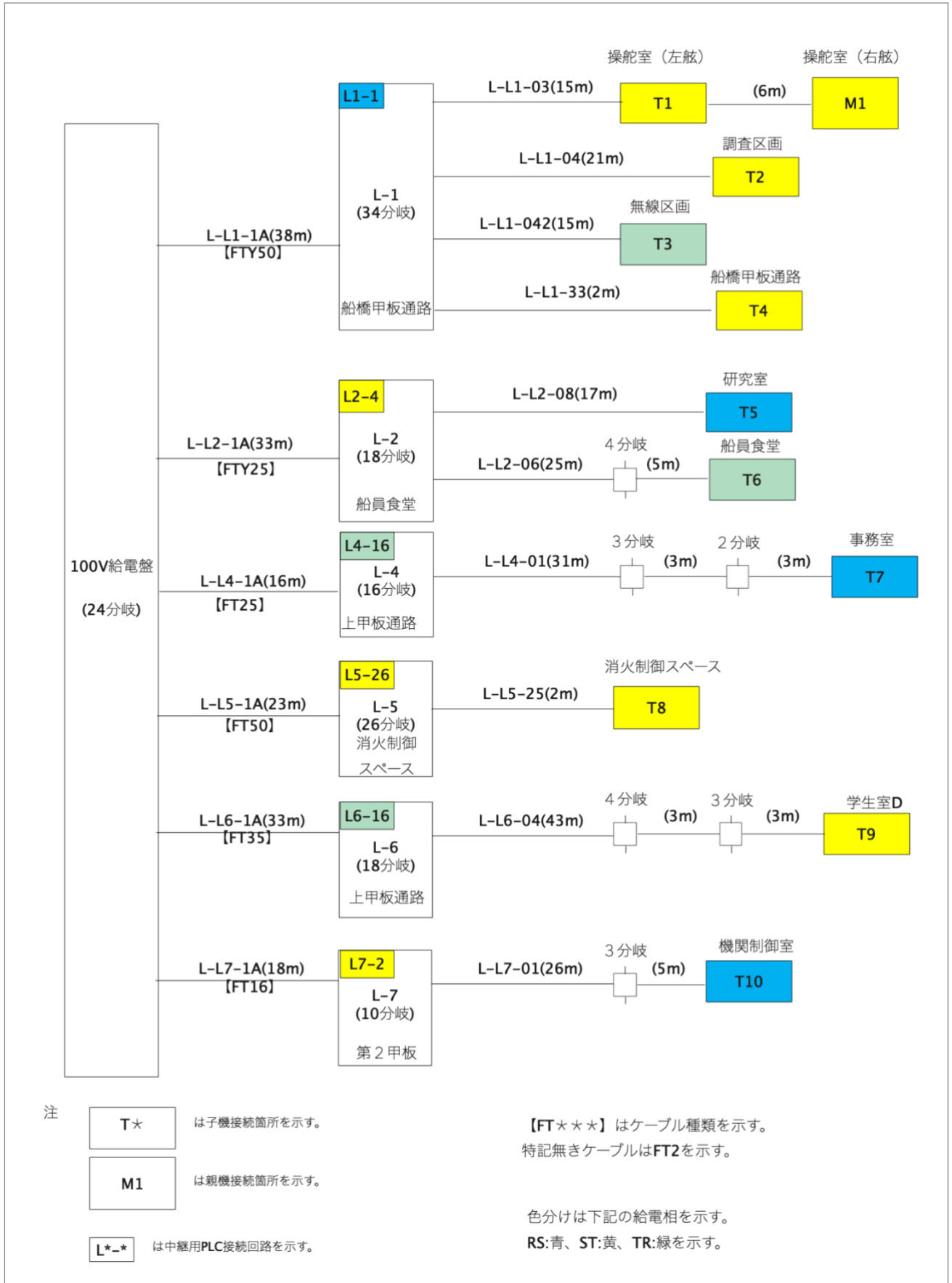
注\*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。

\*2 ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。

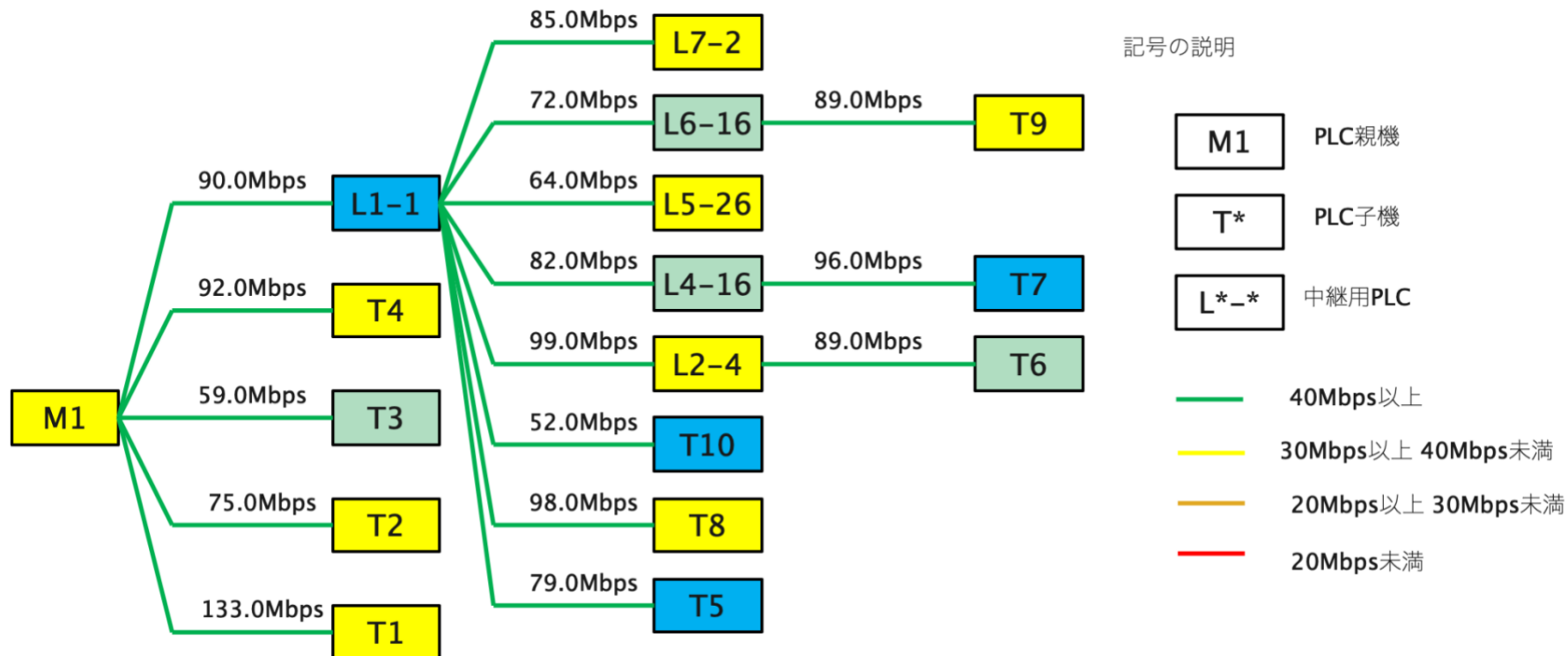
\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

簡易式:  $10 \log_{10}(1/A) + 10 \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \log_{10}(1/n) - 10$       A, B, n は通信経路における分岐数を示す  
ハッチング部は -40db を下回る回路を示す。

(イ) 試験回路



(ウ) 試験結果【トポロジ-計測結果】



注:

- トポロジーは通信経路の状態を示す指標で通信速度ではない。
- トポロジーは親機に接続したパソコンから管理ツール使用して計測した。
- PLCの色分は次の給電相間を示す。

青色:RS相、黄色:ST相、緑色:TR

(エ)試験結果【通信速度計測、動画視聴結果】

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果								
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】 (Mbps)				通信速度 【Speed Test】 (Mbps)		ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴
			親機⇒子機		親機⇐子機		ダウンロード	アップロード		
			UDP	TCP	UDP	TCP				
T1	0.0	133.0	34.2	22.8	37.0	24.5	15.3	10.4		
T2	-10.0	75.0	34.3	19.1	34.5	19.0	21.6	22.1		
T3	-10.0	59.0	20.3	15.8	22.4	15.5	15.1	13.6		
T4	-10.0	92.0	35.7	22.2	38.5	22.5	15.7	7.9		
T5	-23.8	79.0	18.2	11.7	18.8	12.5	15.0	8.1		
T6	-29.8	89.0	11.0	6.6	11.5	6.6	17.9	14.0	良好	
T7	-31.6	96.0	15.5	8.3	15.5	8.5	9.4	6.7		良好
T8	-34.6	98.0	22.7	13.3	25.5	13.5	15.9	12.2		
T9	-34.6	89.0	16.3	8.0	16.0	9.0	11.0	7.4		
T10	-28.6	52.0	14.8	8.3	17.0	9.0	8.2	7.2	良好	良好

- 注 ・Net Test は親機と子機に接続したパソコン間でメーカー提供のアプリケーションを使用して計測(通信速度の絶対値)  
 ・Speed Test は親機に接続した Wifi アンテナを経由して公開アプリケーションを使用して計測(実用状態の通信速度)  
 ・ネット動画視聴は親機に接続した WiFi アンテナを経由して YouTube の絶縁抵抗マニュアル動画を視聴

- ・カメラ動画視聴は親機に接続したネットワークカメラ画像を子機に接続したパソコンで視聴及びカメラ画角制御を実施

(オ) 考察

(オ)-1. 全ての分電盤に中継用 PLC を装備することで良好な通信環境が構築できる。

(オ)-2. 減衰量推定が-40db 以上あればトポロジ-計測結果も 40Mbps 以上が確保できる。

(オ)-3. 親機に近い L1 分電箱の中継が有効に働いていると考えられる。

(オ)-4. L1 の中継用 PLC により他の中継用 PLC が有効に作動していない。

(オ)-5. 通信環境が良くても 25Mbps 程度が PLC の通信速度の最大値と考えられる。

(オ)-6. 親機との相間が違ってても大きな影響は確認されなかった。

トポロジ-計測では親機と同相の子機は概ね数値は大きい。ただし通信速度では異相接続子機との間に明確な差は確認できなかった。

これは L1 の中継用 PLC が大きな影響を及ぼしているものと推察される。

(オ)-7. ネット視聴やネットワークカメラ配信には十分な環境である。



No2.試験結果

(ア)減衰量推定

通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電盤 経由*1	分岐数*2						減衰量予想 (db)*3				
		送信	受信	送信	受信		盤類			送信側		受信側					
送信	受信						給電盤	分電盤1	分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1	支回路2				
M1(操舵室)	T1(操舵室)	L1				×	***	***	***	1	***	1	***	0.0			
	T2(調査観測区画)						***	***	***	1	***	1	***	-10.0			
	T3(無線区画)						***	***	***	1	***	1	***	-10.0			
	T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)						***	***	***	1	***	1	***	-10.0			
	T5(研究室)	L1	L2	L1-33	L2-18	○	24	1	1	1	***	1	***	-23.8			
	T6(船員食堂兼休憩室)					○	24	1	1	1	***	4	***	-29.8			
	T7(事務室)						L4	L4-16	○	24	1	1	1	***	3	2	-31.6
	T8(火災制御スペース仮設)						L5	L5-26	○	24	1	1	1	***	4	3	-34.6
	T9(学生室D)						L6	L6-16	○	24	1	1	1	***	4	3	-34.6
	T10(機関制御室)						L7	L7-10	○	24	1	1	1	***	3	***	-28.6

注\*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。

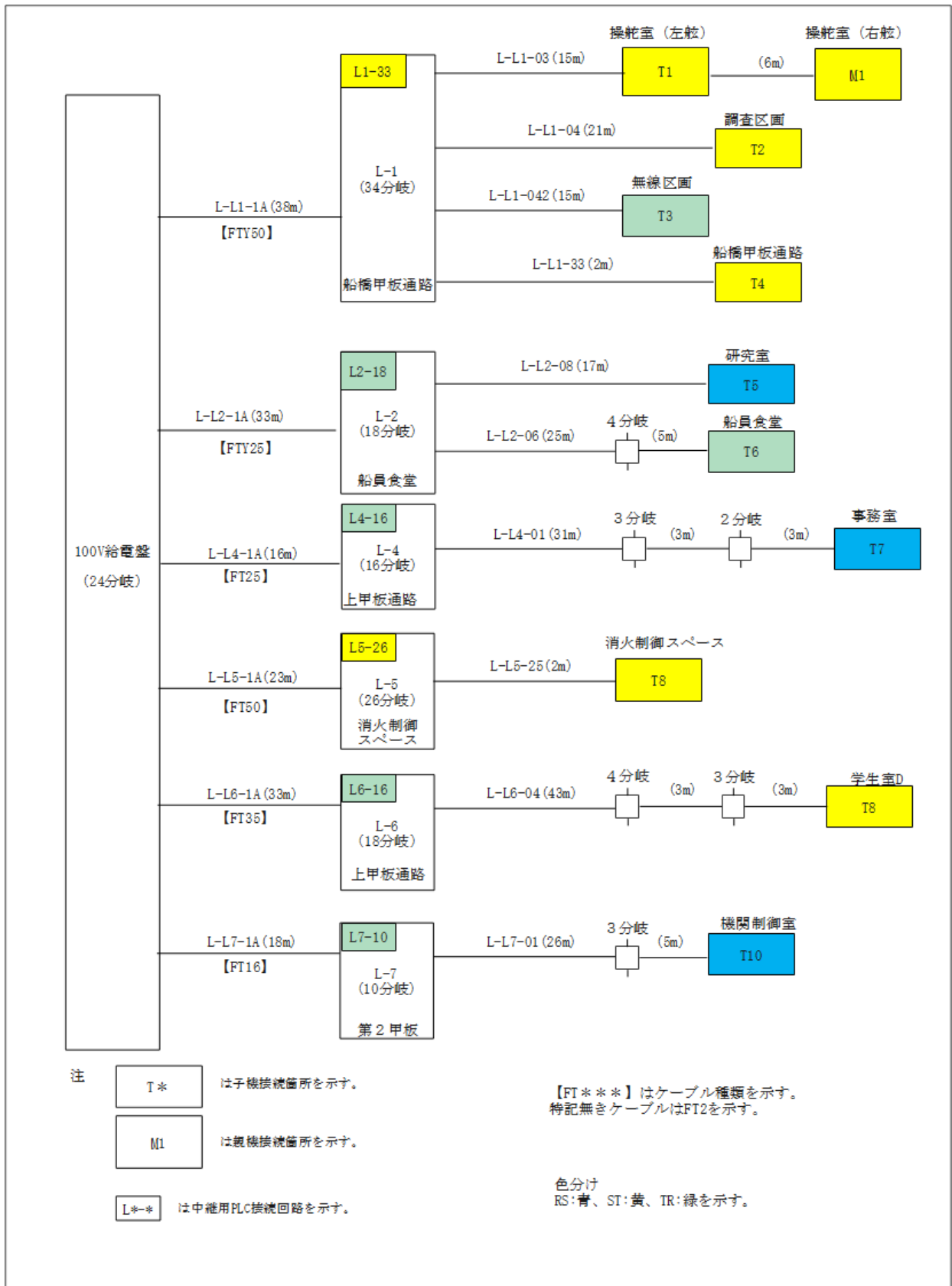
\*2 ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。

\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

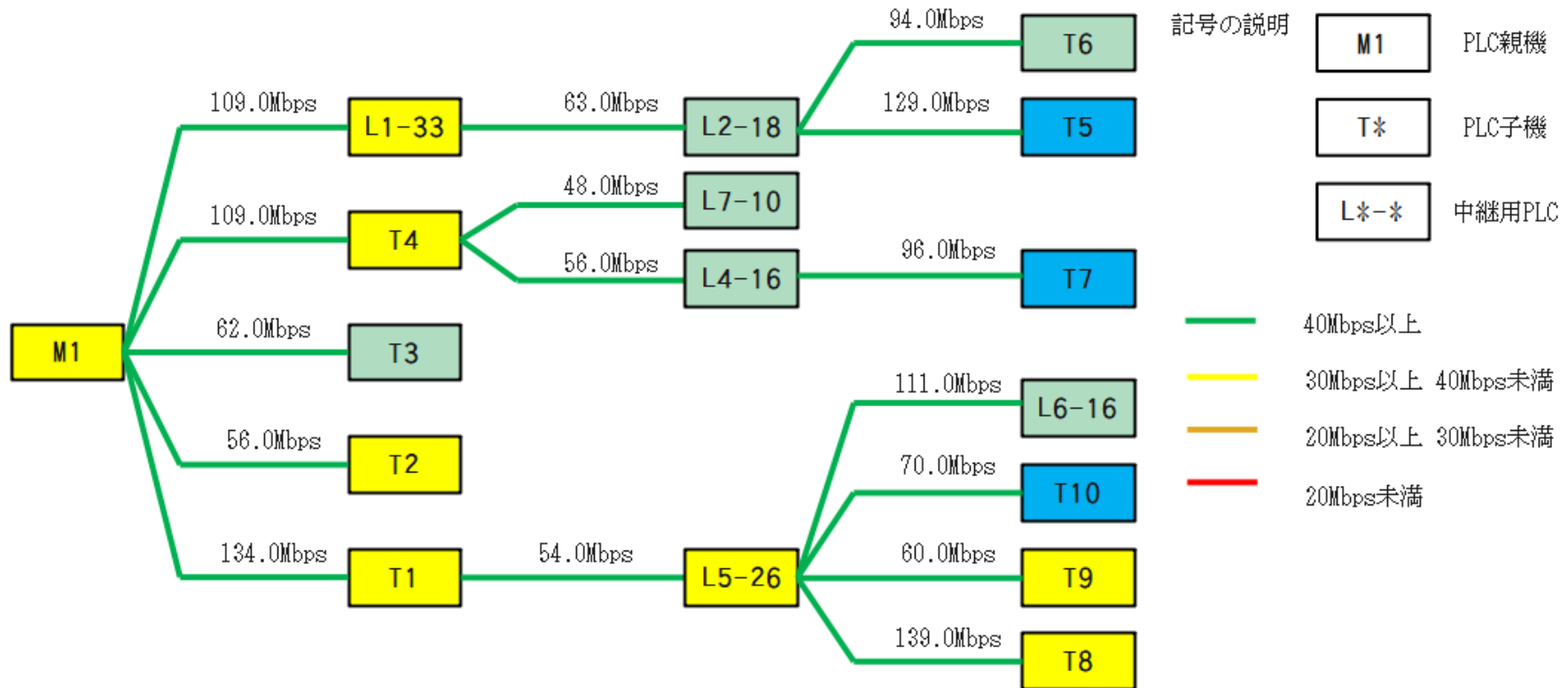
簡易式:  $10 \times \log_{10}(1/A) + 10 \times \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \times \log_{10}(1/n) - 10$  A,B,n は通信経路における分岐数を示す

ハッチング部は-40dbを下回る回路を示す。

(イ) 試験回路



(ウ)試験結果【トポロジ-計測結果】



注:

- トポロジーは通信経路の状態を示す指標で通信速度ではない。
- トポロジーは親機に接続したパソコンから管理ツール使用して計測した。
- PLCの色分は次の給電相間を示す。

青色:RS相、黄色:ST相、緑色:TR

(ウ) 【通信速度計測、動画視聴結果】

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果								ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴	
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】(Mbps)				通信速度 【Speed Test】(Mbps)		ダウンロード			アップロード
			親機⇒子機		親機⇐子機							
			UDP	TCP	UDP	TCP						
T1	0.0	134.0	***	***	***	***	***	***				
T2	-10.0	56.0	***	***	***	***	10.9	3.5				
T3	-10.0	62.0	***	***	***	***	***	***				
T4	-10.0	109.0	***	***	***	***	***	***				
T5	-23.8	129.0	8.6	8.2	8.4	7.3	***	***				
T6	-29.8	94.0	7.6	5.0	6.0	5.1	***	***				
T7	-31.6	96.0	11.3	7.4	12.5	7.7	9.3	2.5	良好	良好		
T8	-34.6	139.0	10.3	7.8	12.5	8.4	***	***				
T9	-34.6	60.0	11.0	8.2	7.8	7.7	***	***				
T10	-28.6	70.0	10.0	7.0	11.5	6.8	7.2	2.4		良好		

(オ)考察

- (オ)-1. 全ての分電盤に中継用 PLC を装備することで良好な通信環境が構築できる。
- (オ)-2. 減衰量推定が-40db 以上あればトポロジ-計測結果も 40Mbps 以上が確保できる。
- (オ)-3. 中継用 PLC が全体的に有効に働いていると考えられる。
- (オ)-4. L1 の中継用 PLC を一次側から離れた L1-33 に接続したことで、試験1より全体的に偏りが小さくなった。
- (オ)-5. 親機との相間が違くとトポロジ-計測では同相の数値が若干高くなる。
- (オ)-6. 親機との相間が違って通信速度では大きな影響は確認されなかった。
- (オ)-7. ネット視聴やネットワークカメラ配信には十分な環境である。

No3 試験結果

(ア)減衰量推定

通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電盤 経由*1	分岐数*2						減衰量予想 (db)*3	
		送信	受信	送信	受信		盤類			送信側		受信側		
送信	受信	送信	受信	送信	受信		給電盤	分電盤1	分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1	支回路2	
M1(操舵室)	T1(操舵室)						***	***	***	1	***	1	***	0.0
	T2(調査観測区画)						***	34	***	1	***	1	***	-25.3
	T3(無線区画)						***	34	***	1	***	1	***	-25.3
	T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)						***	34	***	1	***	1	***	-25.3
	T5(研究室)						24	34	18	1	***	1	***	-51.7
	T6(船員食堂兼休憩室)						24	34	18	1	***	4	***	-57.7
	T7(事務室)						24	34	16	1	***	3	2	-58.9
	T8(火災制御スペース仮設)						24	34	26	1	***	1	***	-53.3
	T9(学生室D)						24	34	18	1	***	4	3	-62.5
	T10(機関制御室)						24	34	10	1	***	3	***	-53.9

注\*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。

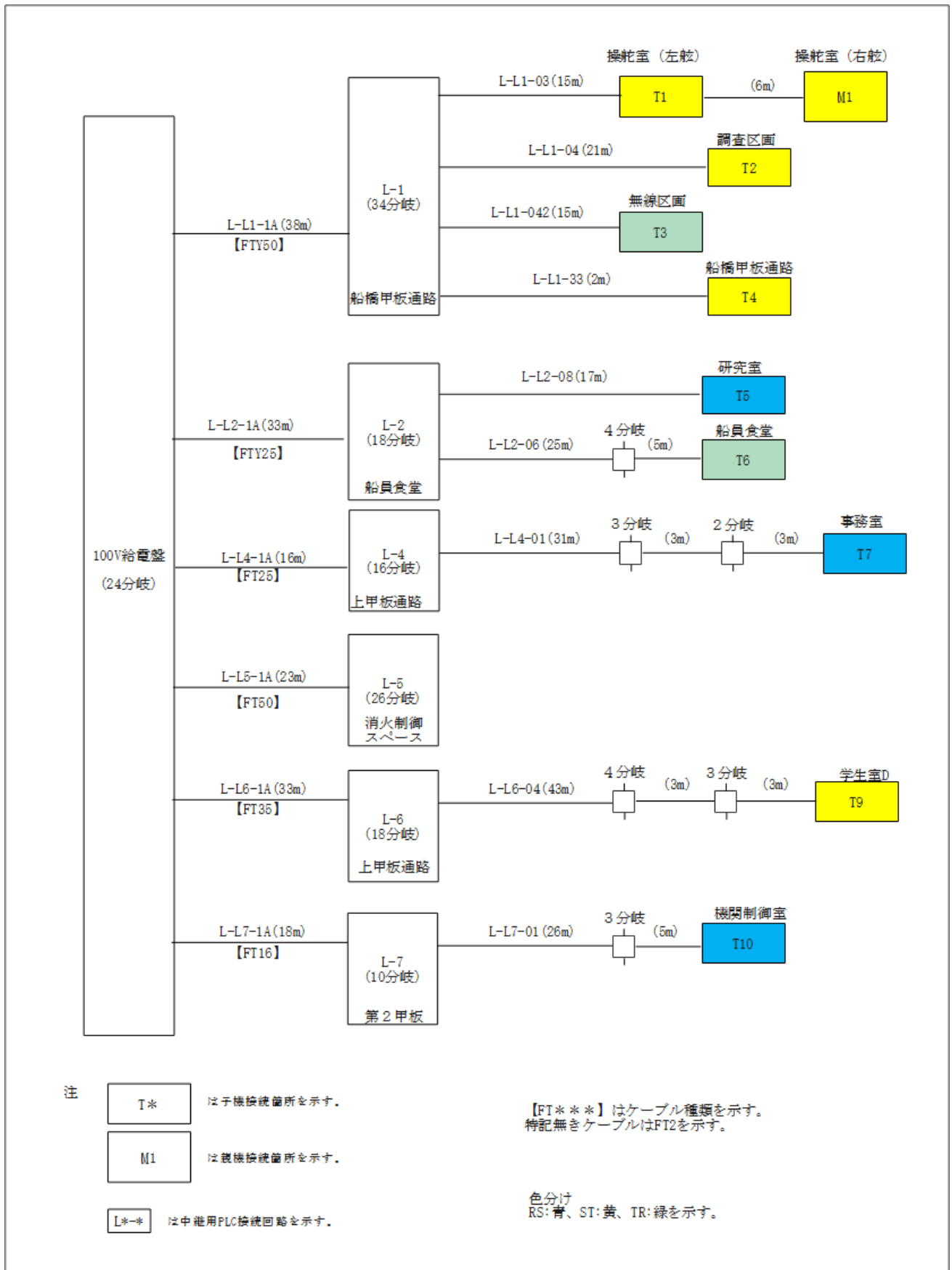
\*2 ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。

\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

簡易式:  $10 \times \log_{10}(1/A) + 10 \times \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \times \log_{10}(1/n) - 10$  A,B,n は通信経路における分岐数を示す

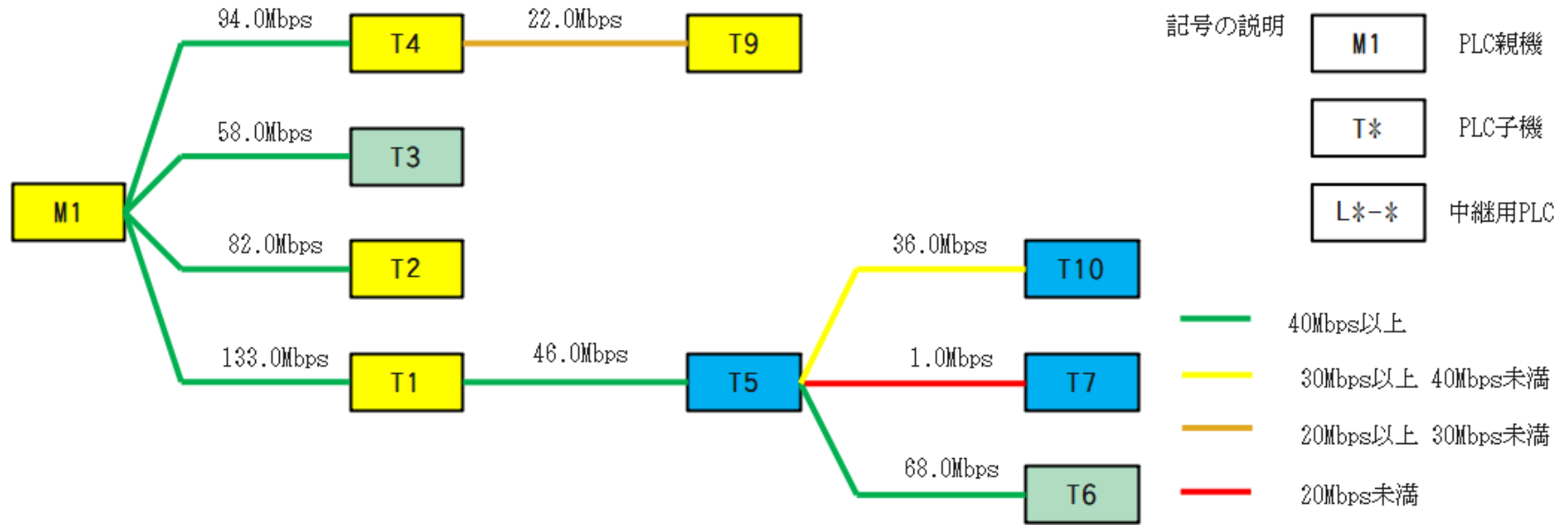
ハッチング部は-40dbを下回る回路を示す。

(イ) 試験回路





(ウ) (試験結果【トポロジ-計測結果】)



注 ・トポロジー計測は親機に接続したパソコンから計測、結果は上表の他に次頁に示す。

- ・Net Test は親機と子機に接続したパソコン間で計測
- ・Speed Test は親機に接続した Wifi アンテナを経由して SpeedTest.net を使用して計測
- ・ネット動画視聴は親機に接続した WiFi アンテナを経由して YouTube の絶縁抵抗マニュアル動画を視聴
- ・カメラ動画視聴は親機に接続したネットワークカメラ画像を子機に接続したパソコンで視聴及びカメラ画角制御を実施
- ・PLC の色分は次の給電相を示す。RS: 青、ST: 黄、TR: 緑を示す。

(エ)【通信速度計測、動画視聴結果】

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果								
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】 (Mbps)				通信速度 【Speed Test】 (Mbps)		ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴
			親機⇒子機		親機⇐子機		ダウンロード	アップロード		
			UDP	TCP	UDP	TCP				
T1	0.0	133.0	***	***	***	***	***	***		
T2	-25.3	82.0	***	***	***	***	23.45	18.83	良好	
T3	-25.3	58.0	***	***	***	***	***	***		
T4	-25.3	94.0	***	***	***	***	***	***		
T5	-51.7	46.0	9.4	7.3	17	10	8.18	6.12	良好	
T6	-57.7	68.0	6.3	4.8	6.4	5.4	***	***		
T7	-58.9	1.0	1.4	0.9	1.1	0.5	4.34	3.06	可	可
T9	-62.5	22.0	11.6	7.5	8.8	6.1	***	***		
T10	-53.9	36.0	6.2	5.5	5.8	5	7.59	4.70	良好	

**(オ) 考察**

- (オ)–1. 分電箱に中継用 PLC を装備しないと通信環境の構築が困難な箇所が発生する。
- (オ)–2. 減衰量推定で $-60\text{db}$ を超える箇所は対処が必須で $-50\text{db}$ を超える箇所についても対処を検討する必要がある。  
ただし、減衰量推定だけではトポロジ-や通信速度を断定することは困難である。
- (オ)–3. 親機との相間が違ってても大きな影響は確認されなかった。
- (オ)–4.  $3\text{Mbps}$  程度の通信環境が確保できればネット動画視聴やネットワークカメラ配信は可能である。

No4 試験結果  
(ア)減衰量推定

No	通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電盤 経由*1	分岐数*2						減衰量予想 (db)*3					
	送信	受信	送信	受信	送信	受信		盤類			送信側		受信側						
								給電盤	分電盤1	分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1		支回路2				
1	M1(操舵室)	T1(操舵室)	L1	L1	L1-1		×	***	***	***	1	***	1	***	0.0				
2		T2(調査観測区画)						***	***	***	1	***	1	***	-10.0				
3		T3(無線区画)						***	***	***	1	***	1	***	-10.0				
4		T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)						***	***	***	1	***	1	***	-10.0				
5		T5(研究室)					L1	L2	L1-1		○	24	1	18	1	***	1	***	-36.4
6		T6(船員食堂兼休憩室)										24	1	18	1	***	4	***	-42.4
7		T7(事務室)										24	1	16	1	***	3	2	-43.6
8		T8(火災制御スペース仮設)										24	1	26	1	***	4	3	-48.7
9		T9(学生室D)										24	1	18	1	***	4	3	-47.1
10		T10(機関制御室)										24	1	10	1	***	3	***	-38.6

- 注 \*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。  
\*2 水色ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。  
\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

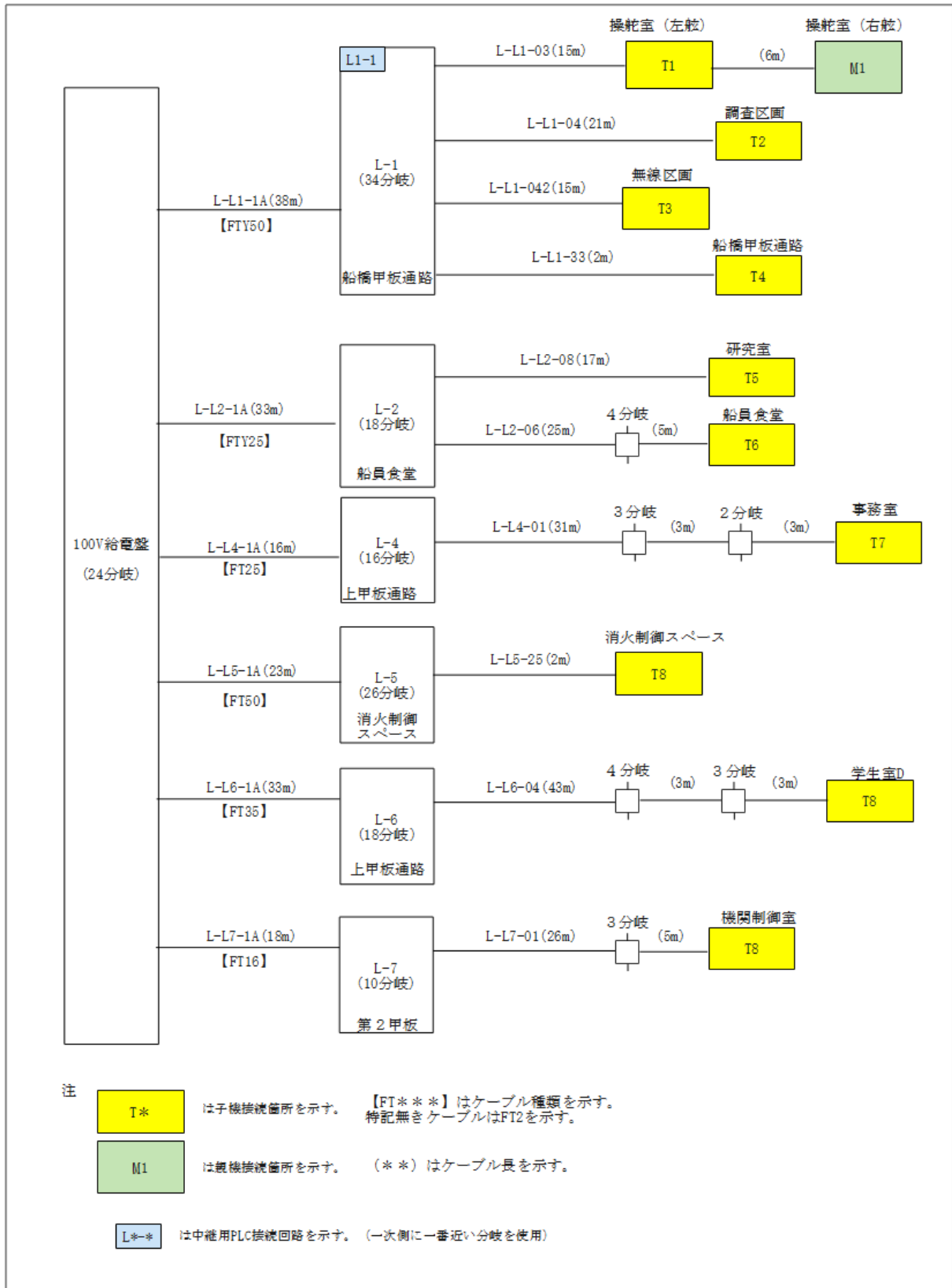
簡易式:  $10 \log_{10}(1/A) + 10 \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \log_{10}(1/n) - 10$       A,B,n は通信経路における分岐数を示す

ハッチング色は以下を示す。

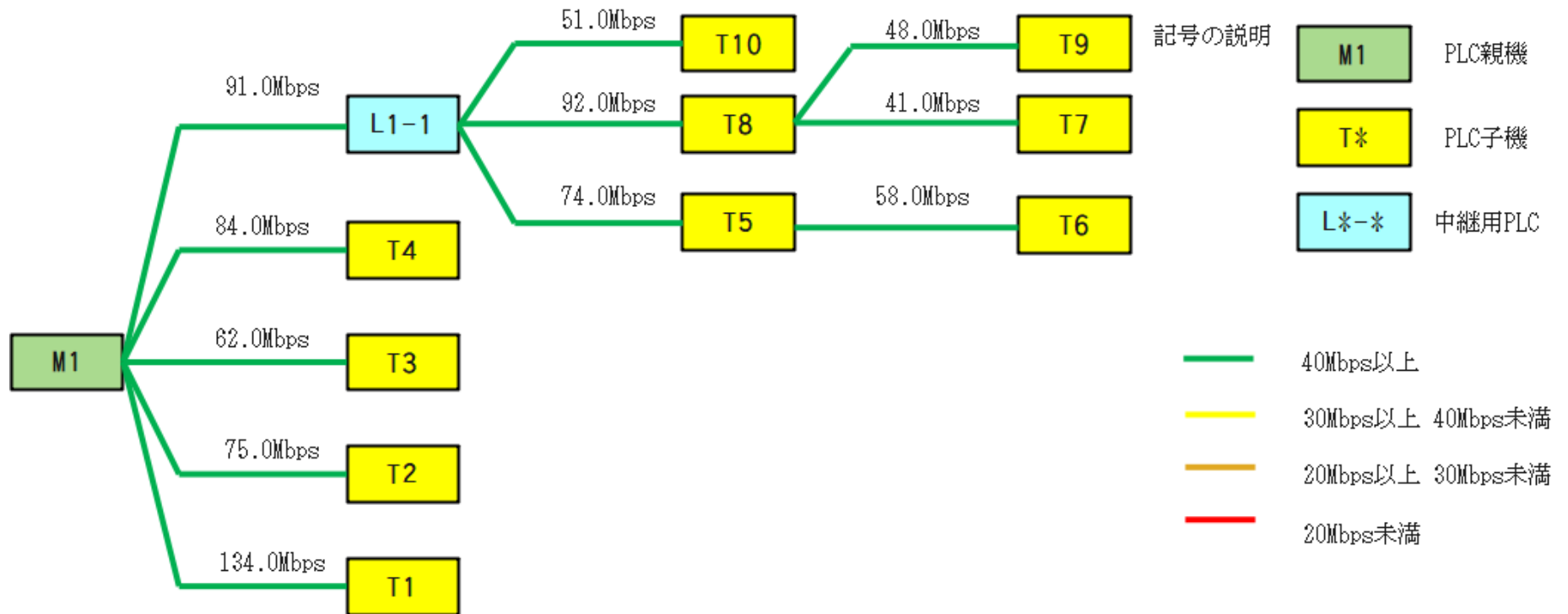
黄色:  $-50 \text{db} \leq \text{減衰量} < -40 \text{db}$

橙色:            減衰量  $< -50 \text{db}$

(イ) 試験回路



(ウ) (試験結果【トポロジ-計測結果】試験結果



注 ・Net Test は親機と子機に接続したパソコン間で計測

- ・Speed Test は親機に接続した Wifi アンテナを経由して SpeedTest.net を使用して計測
- ・ネット動画視聴は親機に接続した WiFi アンテナを経由して YouTube の絶縁抵抗マニュアル動画を視聴
- ・カメラ動画視聴は親機に接続したネットワークカメラ画像を子機に接続したパソコンで視聴及びカメラ画角制御を実施

(エ)【通信速度計測、動画視聴結果】

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果								
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】(Mbps)				通信速度 【Speed Test】(Mbps)		ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴
			親機⇒子機		親機⇐子機		ダウンロード	アップロード		
			UDP	TCP	UDP	TCP				
T1	0.0	134.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T2	-10.0	75.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T3	-10.0	62.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T4	-10.0	84.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T5	-36.4	74.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T6	-42.4	58.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T7	-43.6	41.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T8	-48.6	92.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T9	-47.1	48.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T10	-38.6	41.0	***	***	***	***	***	***	***	***

考察

1. 試験1及び3に基づき親機に近い全ての分電盤 L1 に中継用 PLC を 装備することで良好な通信環境が構築できる。
2. T8 が中継用 PLC に様に働いている。
3. 減衰量推定が-40db台では問題ない通信環境が構築可能である。



No5 試験結果

(ア)減衰量推定

No	通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電盤 経由*1	分岐数*2						減衰量予想 (db)*3
			送信	受信	送信	受信		盤類			送信側		受信側	
	送信	受信	送信	受信	給電盤	分電盤1		分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1	支回路2		
1	M2 (船員食堂兼休憩室)	T1(操舵室)	L1	L1-1	○	24	18	1	4	***	1	***	-42.4	
2		T2(調査観測区画)				24	18	1	4	***	1	***	-42.4	
3		T3(無線区画)				24	18	1	4	***	1	***	-42.4	
4		T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)				24	18	1	4	***	1	***	-42.4	
5		T5(研究室)	L2	L2	×	***	18	***	4	***	1	***	-28.6	
6						***	***	***	***	***	***	***	***	
7		T7(事務室)	L4	L4	○	24	18	16	4	***	3	2	-62.2	
8		T8(火災制御スペース仮設)	L5	L5	○	24	18	26	4	***	4	3	-67.3	
9		T9(学生室D)	L6	L6	○	24	18	18	4	***	4	3	-65.7	
10		T10(機関制御室)	L7	L7	○	24	18	10	4	***	3	***	-57.1	

注 \*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。

\*2 水色ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。

\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

簡易式:  $10 \times \log_{10}(1/A) + 10 \times \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \times \log_{10}(1/n) - 10$

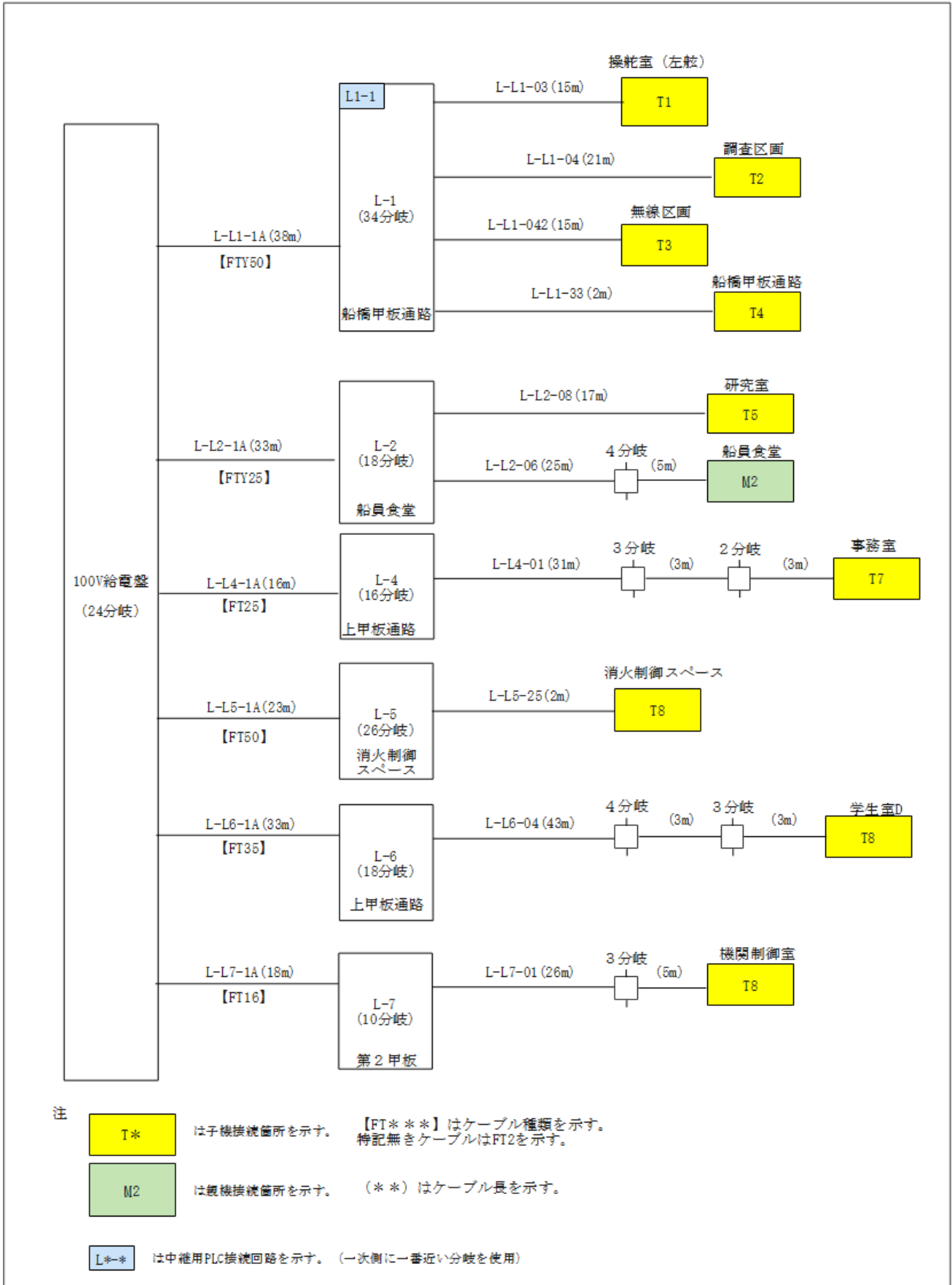
A,B,n は通信経路における分岐数を示す

ハッチング色は以下を示す。

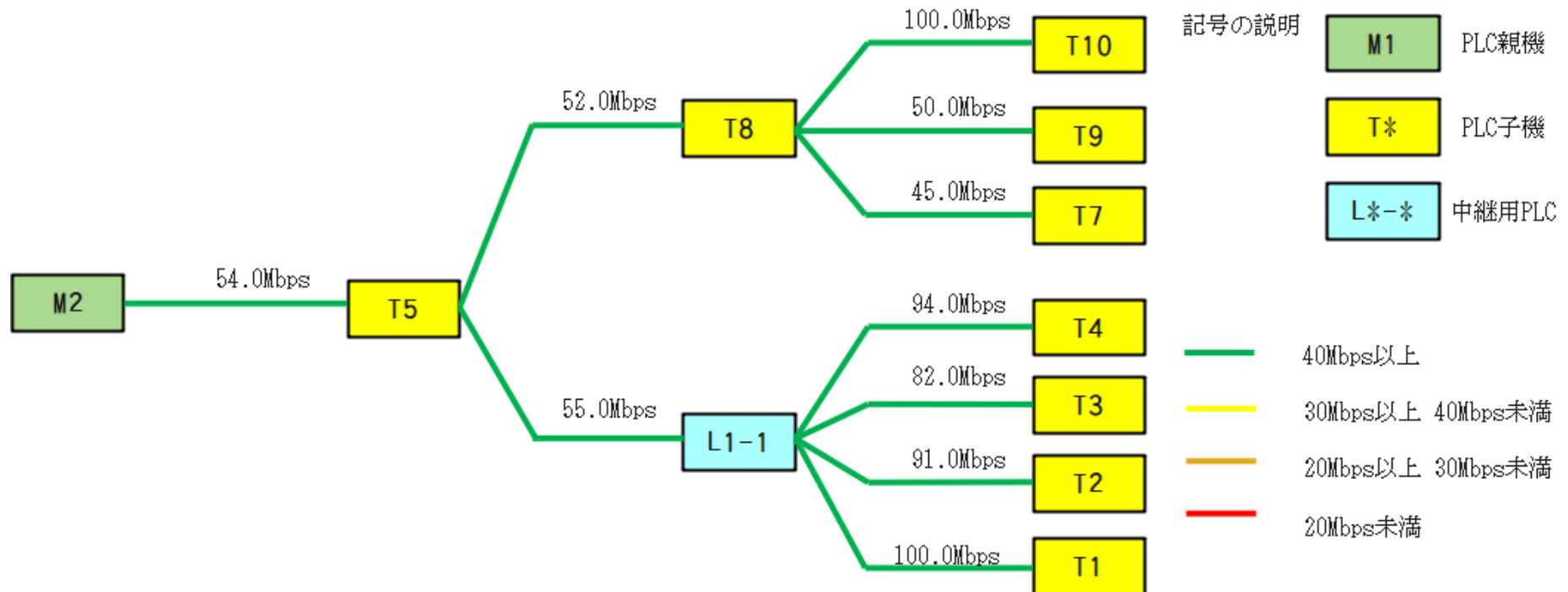
黄色:  $-50\text{db} \leq \text{減衰量} < -40\text{db}$

橙色: 減衰量<-50db

(イ) 試験回路



(ウ) 試験結果【トポロジ-計測結果】試験結果



(エ)【計測結果】

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果								
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】(Mbps)				通信速度 【Speed Test】(Mbps)		ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴
			親機⇒子機		親機⇐子機		ダウンロー ド	アップロード		
			UDP	TCP	UDP	TCP				
T1	-42.4	100.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T2	-42.4	91.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T3	-42.4	82.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T4	-42.4	94.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T5	-42.4	54.0	***	***	***	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***	***	***	***
T7	-62.2	45.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T8	-67.1	52.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T9	-65.7	50.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T10	-57.1	100.0	***	***	***	***	***	***	***	***

考察

1. 親機の装備位置により通信状態が変化する。
2. 親機に近く分岐数の多いL1分電箱の中継及びT8が中継器のように有効に働いていると考えられる。
3. T8が有効に働き減衰量推定で-60dbを超える箇所の通信が改善していると考えられる。

No6 試験結果  
(ア)減衰量推定

No	通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電盤 経由*1	分岐数*2						減衰量予想 (db)*3
								盤類			送信側		受信側	
	送信	受信	送信	受信	送信	受信		給電盤	分電盤1	分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1	
1	M2 (船員食堂兼休憩 室)	T1(操舵室)	L1	L1-1	○	24	1	1	4	***	1	***	-29.8	
2		T2(調査観測区画)				24	1	1	4	***	1	***	-29.8	
3		T3(無線区画)				24	1	1	4	***	1	***	-29.8	
4		T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)				24	1	1	4	***	1	***	-29.8	
5		T5(研究室)	L2	L2-1	○	***	1	***	4	***	1	***	-16.0	
6		T6(無線区画)				***	***	***	***	***	***	***	***	
7		T7(事務室)	L4	○	24	1	16	4	***	3	2	-49.6		
8		T8(火災制御スペース仮設)	L5	○	24	1	26	4	***	4	3	-54.8		
9		T9(学生室D)	L6	○	24	1	18	4	***	4	3	-53.2		
10		T10(機関制御室)	L7	○	24	1	10	4	***	3	***	-44.6		

注 \*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。

\*2 水色ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。

\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

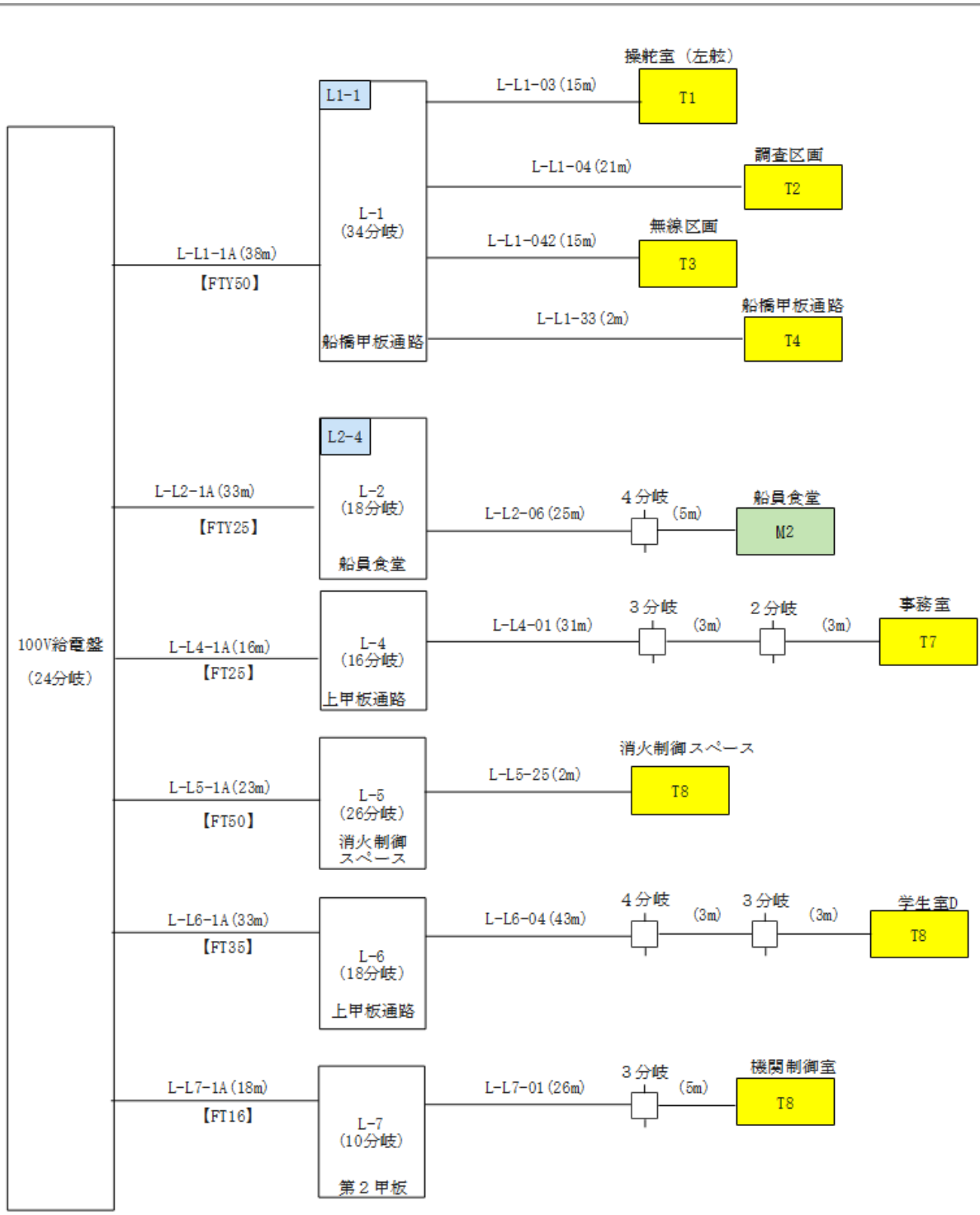
簡易式:  $10 \times \log_{10}(1/A) + 10 \times \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \times \log_{10}(1/n) - 10$  A,B,n は通信経路における分岐数を示す

ハッチング色は以下を示す。

黄色:  $-50\text{db} \leq \text{減衰量} < -40\text{db}$

橙色:  $\text{減衰量} < -50\text{db}$

(イ) 試験回路



注

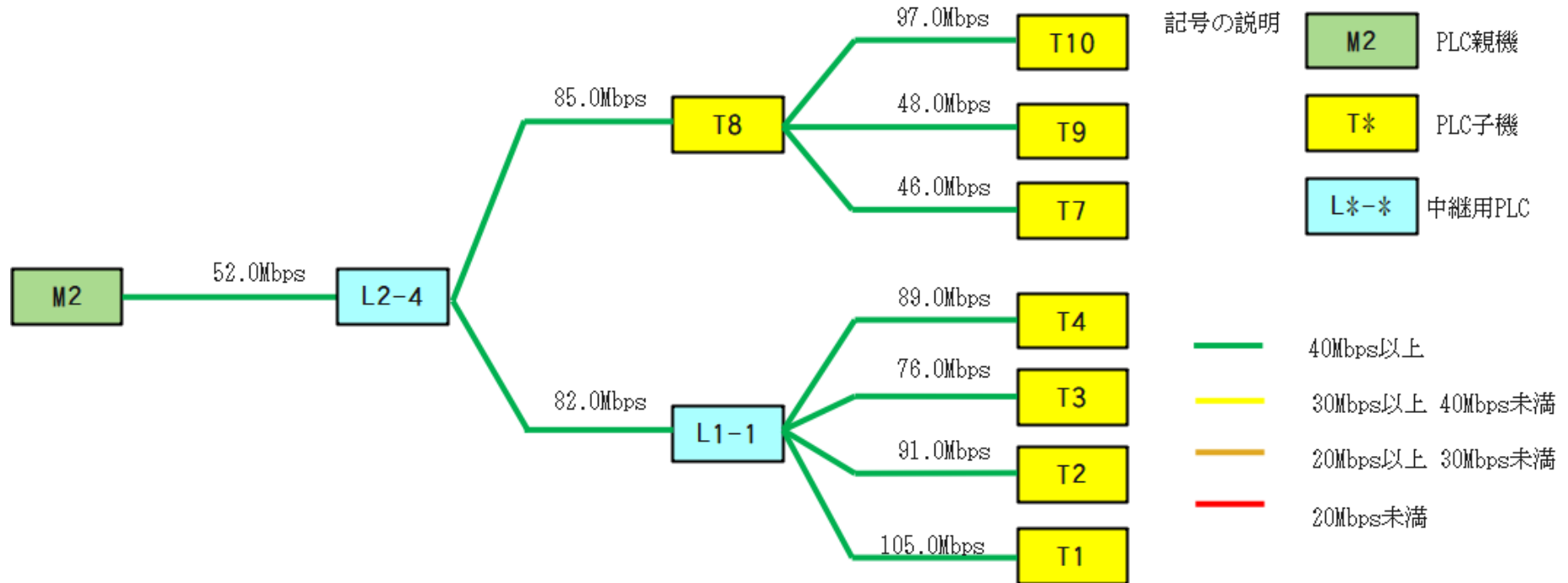
**T\*** は子機接続箇所を示す。 【FT\*\*\*】はケーブル種類を示す。特記無きケーブルはFT2を示す。

**M2** は親機接続箇所を示す。 (\*\*\*)はケーブル長を示す。

**L\*-\*** は中継用PLC接続回路を示す。(一次側に一番近い分岐を使用)



(ウ) 試験結果【トポロジ-計測結果】試験結果



(エ)【計測結果】

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果								
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】 (Mbps)				通信速度 【Speed Test】 (Mbps)		ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴
			親機⇒子機		親機⇐子機		ダウンロード	アップロード		
			UDP	TCP	UDP	TCP				
T1	-29.8	105.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T2	-29.8	91.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T3	-29.8	76.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T4	-29.8	89.0	***	***	***	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***	***	***	***
T7	-49.6	46.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T8	-54.8	85.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T9	-53.2	48.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T10	-44.6	97.0	***	***	***	***	***	***	***	***

考察

1. 親機の装備位置により通信状態が変化する。
2. 試験5と比較して T5 がいないこと及び L2 に中継用 PLC を装備したことで分電箱を経由したマルチポップ通信が実現できている。
3. 減衰量推定が-40db台では問題ない通信環境が構築可能である。

No7 試験結果  
(ア)減衰量推定

No	通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電盤 経由*1	分岐数*2						減衰量予想 (db)*3		
			送信	受信	送信	受信		盤類			送信側		受信側			
	給電盤	分電盤1						分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1	支回路2				
1	M3 (学生室D)	T1(操舵室)	L6	L1	L1-1	○	24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
2		T2(調査観測区画)					24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
3		T3(無線区画)					24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
4		T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)					24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
5		T5(研究室)		L2			○	24	18	18	4	3	1	***	-59.7	
6		T6(船員食堂兼休憩室)						24	18	18	4	3	4	***	-65.7	
7		T7(事務室)		L4				24	18	16	4	3	3	2	-64.0	
8		T8(火災制御スペース仮設)		L5				24	18	26	4	3	4	3	-72.1	
9				L6				○	***	***	***	***	***	***	***	***
10		T10(機関制御室)		L7				○	24	18	10	4	3	3	***	-61.9

注 \*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。

\*2 水色ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。

\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

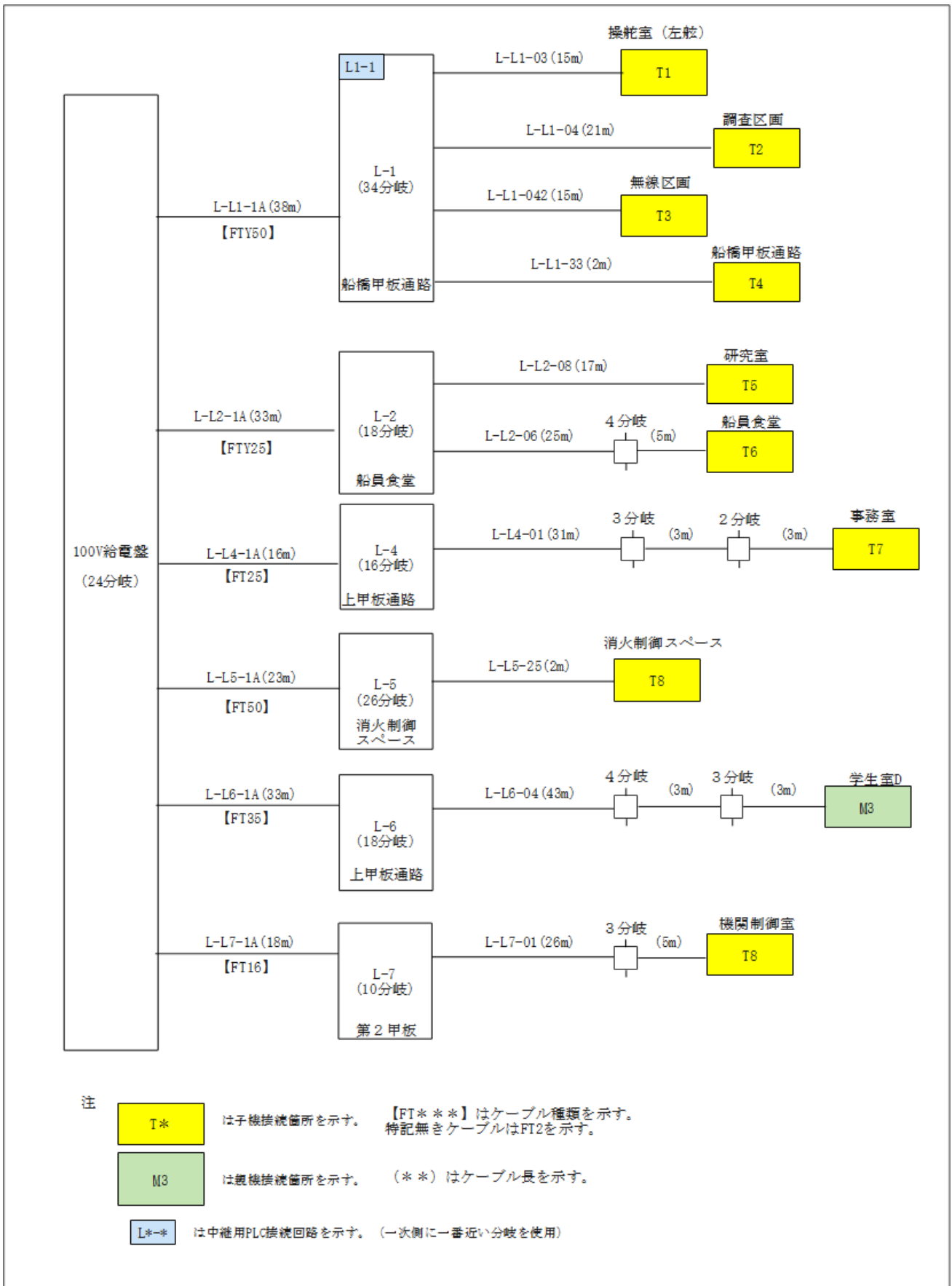
簡易式:  $10 \times \log_{10}(1/A) + 10 \times \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \times \log_{10}(1/n) - 10$  A,B,n は通信経路における分岐数を示す

ハッチング色は以下を示す。

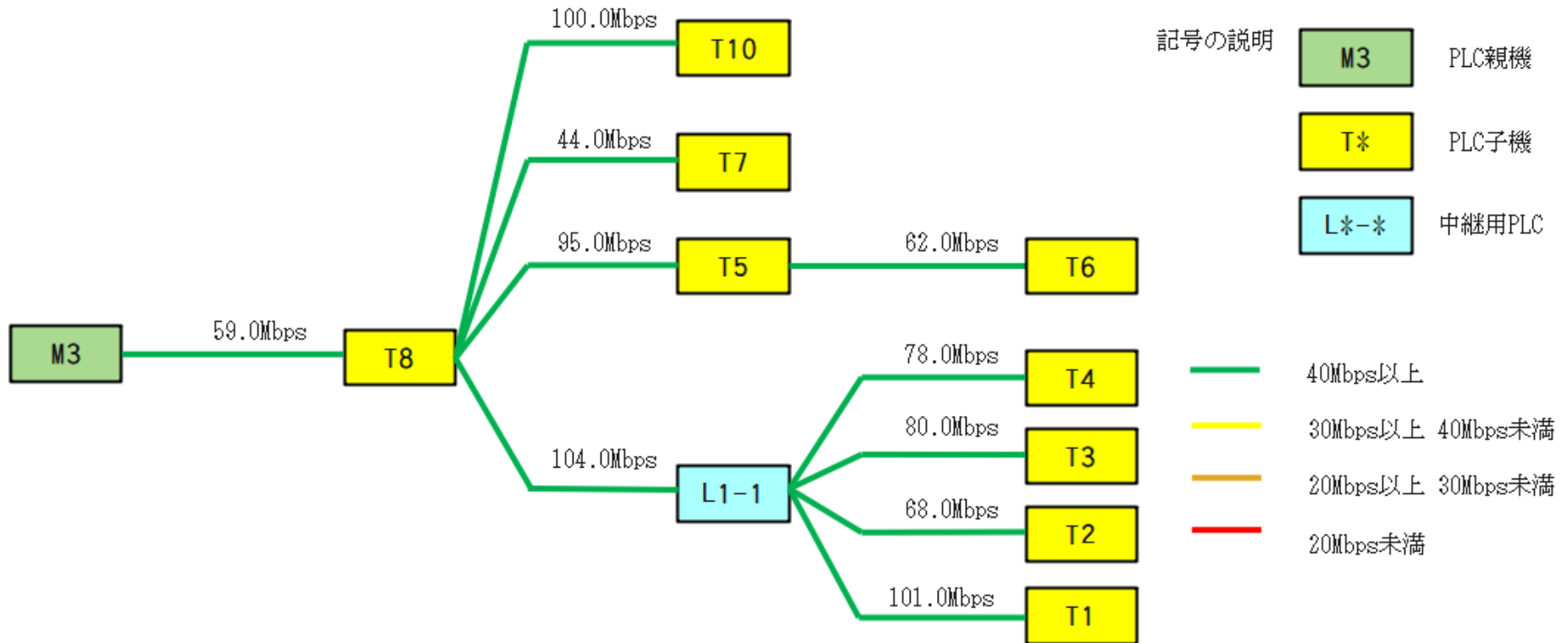
黄色:  $-50\text{db} \leq \text{減衰量} < -40\text{db}$

橙色: 減衰量  $< -50\text{db}$

(ウ) 試験回路



(ウ) 試験結果【トポロジ-計測結果】試験結果



(エ)計測結果

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果								
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】(Mbps)				通信速度 【Speed Test】(Mbps)		ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴
			親機⇒子機		親機⇐子機		ダウンロード	アップロード		
			UDP	TCP	UDP	TCP				
T1	-47.1	101.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T2	-47.1	68.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T3	-47.1	80.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T4	-47.1	78.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T5	-59.7	95.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T6	-65.7	62.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T7	-64.0	44.0	***	***	***	***	***	***	***	***
T8	-72.1	59.0	***	***	***	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***	***	***	***
T10	-61.9	100.0	***	***	***	***	***	***	***	***

考察

1. 親機の装備位置により通信状態が変化する。
2. 親機に近く分岐数の多い L1 分電箱の中継及び T8 が中継器のように有効に働いていると考えられる
3. T8 が有効に働き減衰量推定で-60dbを超える箇所の通信が改善していると考えられる。

No8試験結果  
(ア)減衰量推定

No	通信区画		分電箱		中継用PLC 接続回路		給電盤 経由*1	分岐数*2						減衰量予想 (db)*3	
			送信	受信	送信	受信		盤類			送信側		受信側		
	給電盤	分電盤1						分電盤2	支回路1	支回路2	支回路1	支回路2			
1	M3 (学生室D)	T1(操舵室)	L1	L1-1	○	24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
2		T2(調査観測区画)				24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
3		T3(無線区画)				24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
4		T4(船橋甲板内部Fr55付近通路仮設)				24	18	1	4	3	1	***	-47.1		
5		T5(研究室)	L6	L2	○	24	18	18	4	3	1	***	-59.7		
6		T6(船員食堂兼休憩室)				24	18	18	4	3	4	***	-65.7		
7		T7(事務室)				L4	24	18	16	4	3	3	2	***	-64.0
8						L5	***	***	***	***	***	***	***	***	***
9						L6	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10		T10(機関制御室)				L7	○	24	18	10	4	3	3	***	-61.9

注 \*1 ×は給電盤の経路がないことを、○は給電盤を経由することを示す。

\*2 水色ハッチングは中継用 PLC により改善された結果を示す。

\*3 下記に示す簡易式により算出した結果を示す

簡易式:  $10 \times \log_{10}(1/A) + 10 \times \log_{10}(1/B) + \dots + 10 \times \log_{10}(1/n) - 10$

A,B,n は通信経路における分岐数を示す

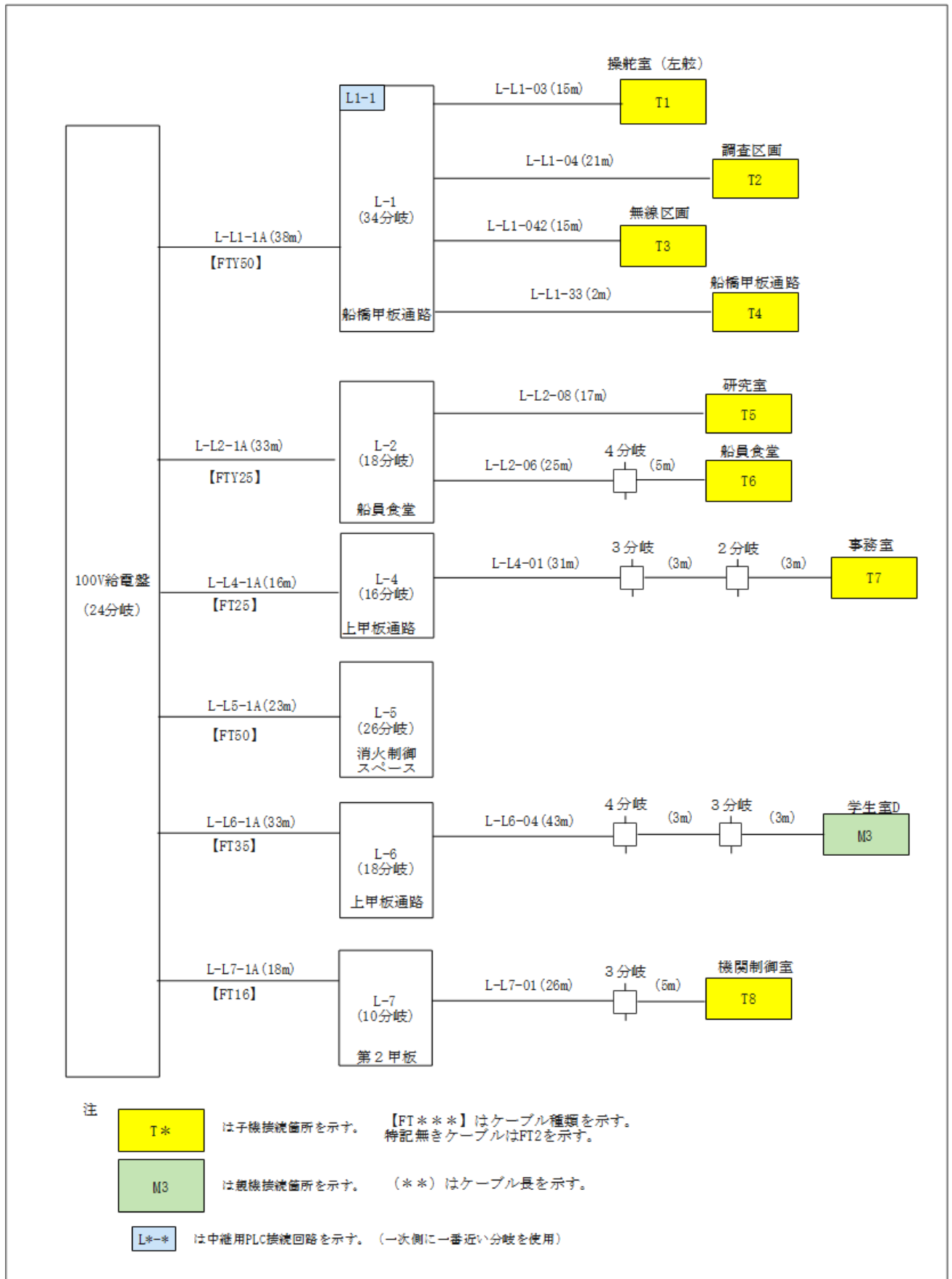
ハッチング色は以下を示す。



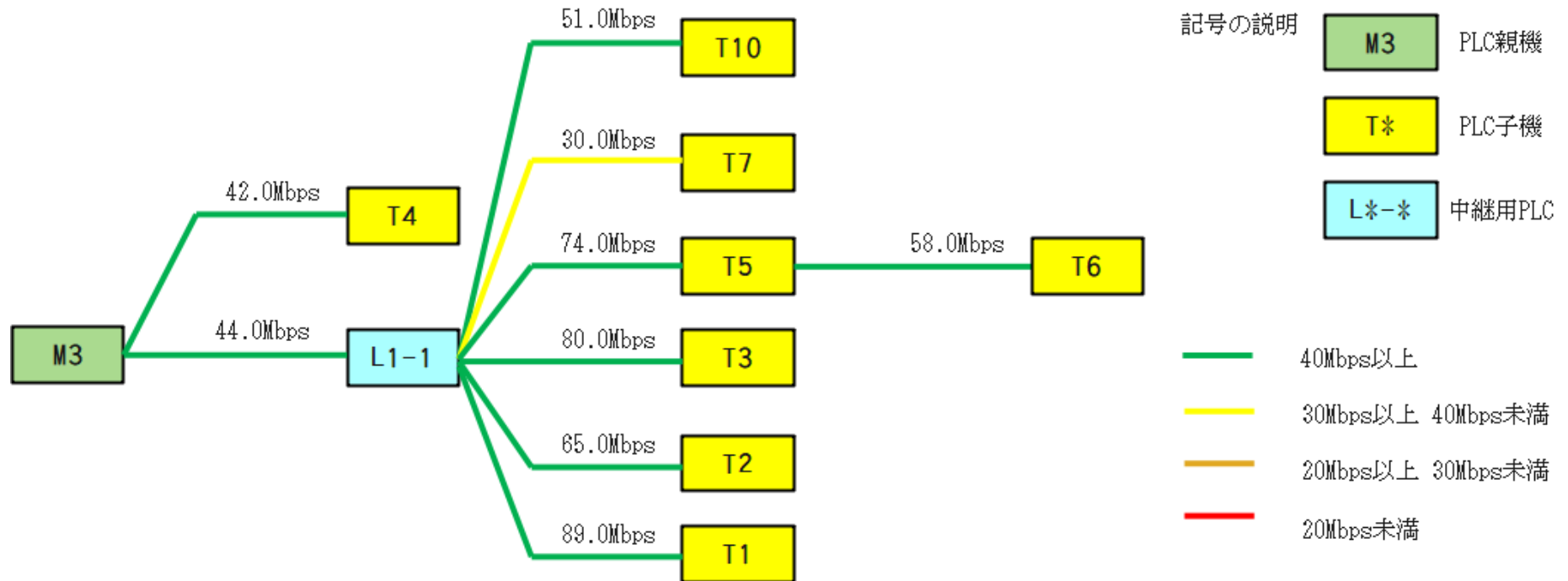
黄色:  $-50\text{db} \leq \text{減衰量} < -40\text{db}$

橙色:  $\text{減衰量} < -50\text{db}$

(イ)試験回路



(ウ) 試験結果【トポロジ-計測結果】試験結果



(エ) 試験結果

PLC番号	減衰量予想 (db)	計測結果									
		トポロジー 計測 (Mbps)	通信速度 【Net Test】(Mbps)				通信速度 【Speed Test】(Mbps)		ネット 動画視聴	カメラ 動画視聴	
			親機⇒子機		親機⇐子機		ダウンロード	アップロード			
			UDP	TCP	UDP	TCP					
T1	-47.1	89.0	***	***	***	***	***	***	***	***	
T2	-47.1	42.0	***	***	***	***	***	***	***	***	
T3	-47.1	80.0	***	***	***	***	***	***	***	***	
T4	-47.1	42.0	***	***	***	***	***	***	***	***	
T5	-59.7	74.0	***	***	***	***	***	***	***	***	
T6	-65.7	58.0	***	***	***	***	***	***	***	***	
T7	-64.0	30.0	***	***	***	***	***	***	***	***	
			***	***	***	***	***	***	***	***	
			***	***	***	***	***	***	***	***	
T10	-61.9	51.0	***	***	***	***	***	***	***	***	

考察

1. 親機の装備位置により通信状態が変化する。
2. 親機に近く分岐数の多い L1 分電箱の中継器が有効に働いていると考えられる
3. 試験7と比較して T8 がなくなったことで L6(T8 の分電)近傍の分電箱 L4 から分岐する T7 の通信環境が悪化したと考えられる。

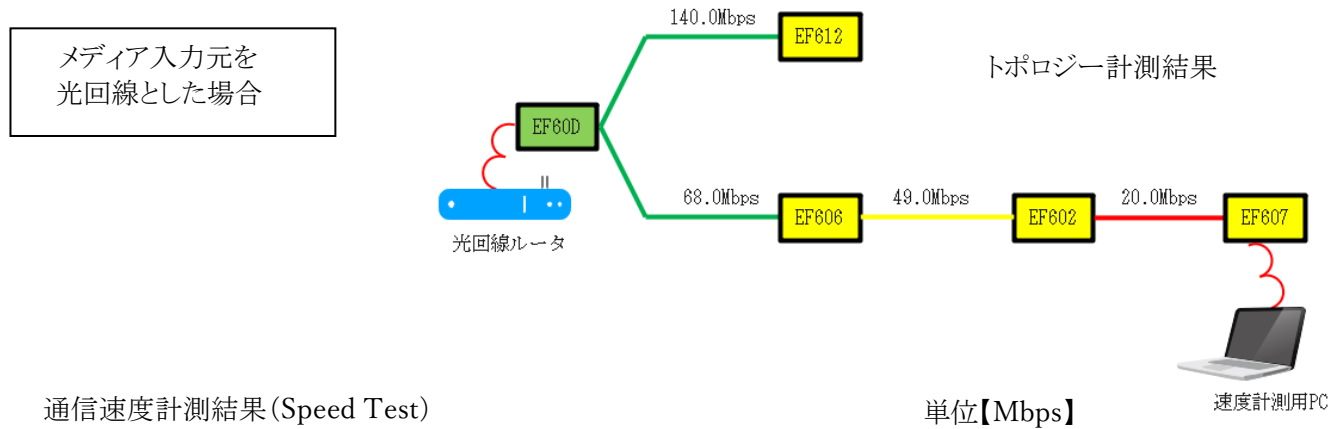
## 参考試験

陸上設備を使用して PLC の基礎的な使い勝手を確認するため下記試験を実施した。

### 1. 使用メディアの違いによる通信速度の計測

目的: 使用メディアの違いで、通信速度に違いがあるか確認する。また、PLC の通信速度の上限値を確認する。

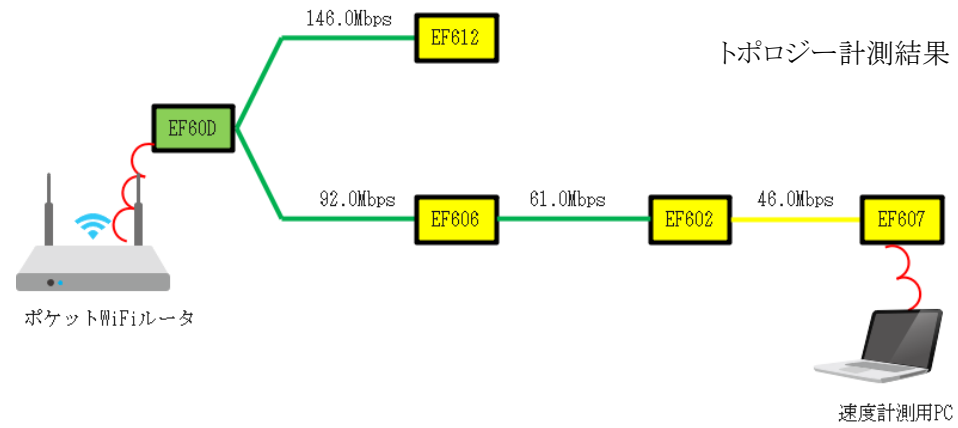
(ア) 試験結果



通信速度計測結果 (Speed Test)

計測ポイント	トポロジー計測	計測種類	計測結	備考
			平均(3回計測)	
APIに直接 PC接続	/	DN	814.5	比較参考
		UP	925.2	
EF612	140.0	DN	25.0	
		UP	25.2	
EF606	68.0	DN	24.7	
		UP	22.4	
EF602	49.0	DN	8.1	
		UP	6.3	
EF607	20.0	DN	0.5	
		UP	0.5	

メディア入力元を  
ポケットWiFiとした場合



通信速度計測結果 (Speed Test)

単位【Mbps】

計測ポイント	トポロジー計測	計測種類	計測結果	備考
			平均(3回計測)	
WiFiに直接 PC接続		DN	59.0	比較参考
		UP	18.7	
EF612	146.0	DN	22.2	
		UP	13.4	
EF606	92.0	DN	20.1	
		UP	8.6	
EF602	61.0	DN	5.7	
		UP	3.4	
EF607	46.0	DN	2.6	
		UP	2.0	

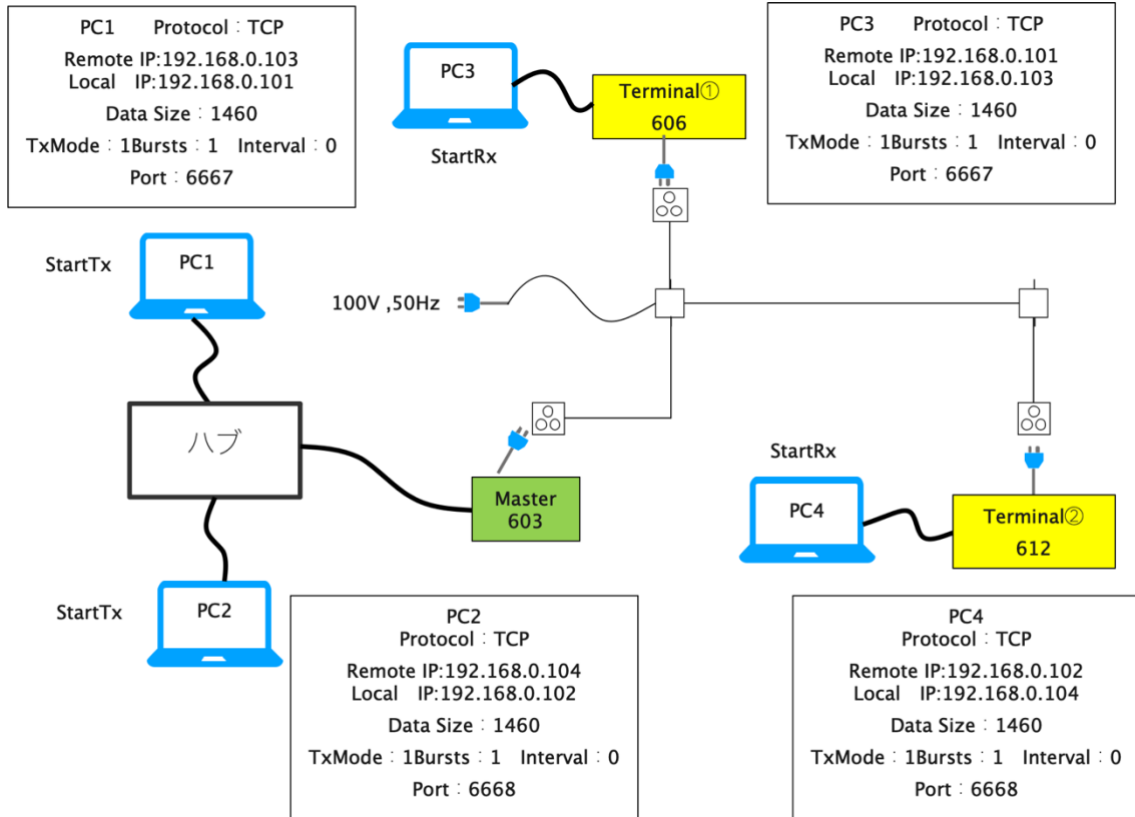
(エ) 考察

- ・使用名メディアによる PLC の通信速度に明確な差はない。
- ・PLC は最大で25Mbps 程度の通信速度が上限と推測される。

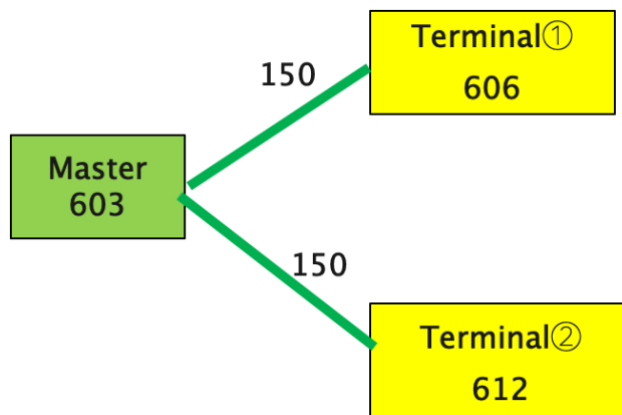


2. 複数接続による通信速度の変化を確認する。  
P L C 通信確認

計測系統



トポロジー計測結果





(1) 1系統目を通信した状態で2系統目を投入する。

計測経緯と結果

- (a) Start                    P C1から P C3へ通信開始
- (b) 30 秒経過後計測   P C2から P C4へ通信開始
- (c) 60 秒後計測
- (d) 30 分後計測
- (e) 45 分後計測
- (f) 90 分後計測
- (g) 120 分後計測

単位: Mbps

経過時間	PC1-PC3	PC2-PC4	備考
30 秒	22.5	-----	
60 秒	18.3	12.3	グラフは 半減
30 分	13.2	12.1	同上
45 分	13.1	12.1	同上
90 分	13.0	12.1	同上
120 分	12.9	12.1	同上

参考計測: 単独での計測 (Start から 30 秒後)

PC1⇄PC3: 22.5Mbps

PC2⇄PC4: 19.1Mbps

考察

- 2系統目は最初に通信していた1系統目の約半分の通信速度となる。
- 1系統目は2系統目を投入した瞬間から速度が低下し約2時間程度で当初の半分程度まで低下する。
- 複数系統を使用すると全体の通信速度の半分を分け合う程度で平衡する。
- 3系統以上のケースも同様になると推測されるが確認はできていない。

(2)4 複数同時通信時に状態を変化させた場合の確認

- (a)Start PC1 から P C3 へ通信開始
- (b)30 秒後計測 P C2から P C4へ通信開始
- (c)60 秒後計測
- (d)5 分後計測
- (e)10 分後計測 P C2と P C4の通信 Stop
- (f)10 分 30 秒後計測
- (g)15 分後計測 P C2から P C4へ通信開始
- (h)5 分後 30 秒後計測 P C1と P C3 の通信 Stop
- (i)P C2と P C4の通信再開
- (j)16 分後計測
- (k)20 分後計測

經過時間	P C1	P C2	備考
30 秒	22.7	-----	PC2-PC4 Start
60 秒	18.7	12.1	
5 分	14.1	12.1	
10 分	13.5	12.1	PC2-PC4 Stop
10 分 30 秒	16.4	-----	
15 分	16.4	-----	PC2-PC4 Start

15分30 秒	16.3	12.1	PC1-PC3  Stop
16分	-----	15.4	
20分	-----	18.7	

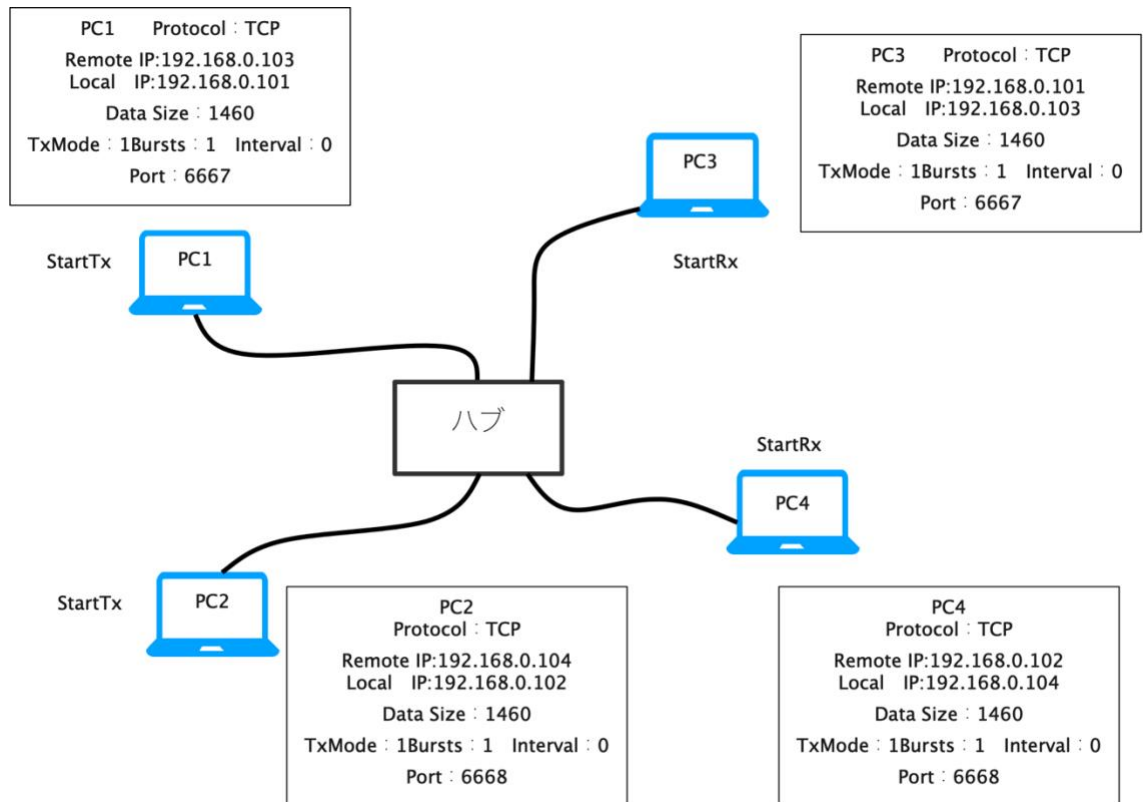
考察

- 2系統目は最初に通信していた1系統目の約半分の通信速度となる。
- 1系統目は2系統目を投入した瞬間から速度が徐々に低下する。
- 途中で1系統を停止すると残った系統の速度は徐々に上昇する。

(3)LAN ケーブル通信確認

PLCと同様に複数システムの通信速度をLANケーブルで確認する。

計測系統



計測経緯と結果

- (a) Start P C1から P C3へ通信開始
- (b) 30 秒経過後 P C2から P C4へ通信開始
- (c) 60 秒後計測
- (d)30 分後計測

単位:Mbps

経過時間	P C1	P C2	備考
30 秒	915.1	-----	
60 秒	915.1	728.9	
10 分	915.1	729.5	
30 分後	915.2	729.0	

参考計測:単独での計測(Start から 30 秒後)

参考計測:単独での計測(Start から 30 秒後)

PC1⇔PC3:915.7Mbps

PC2⇔PC4:724.2Mbps

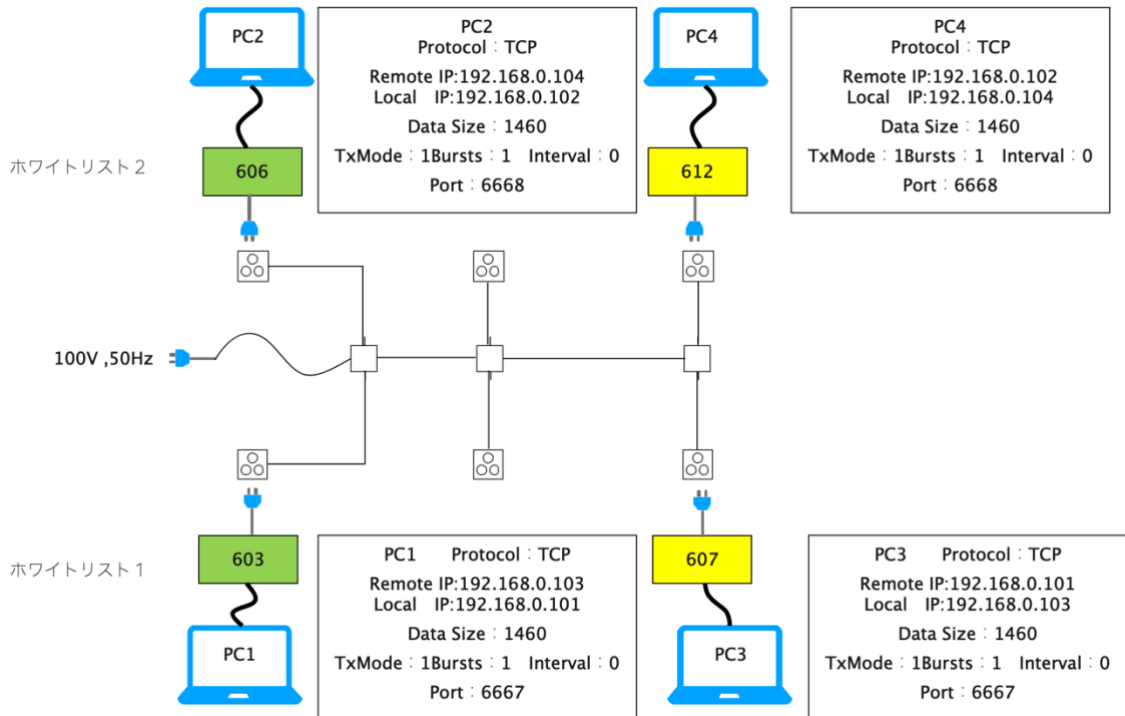
考察

- 2系統を同時に通信しても L A N ケーブルを使用した環境では通信速度に変化はない。時間経過による変化も確認できない。
- L A N ケーブルを使用した系統では単独、複数使用で通信速度に変化は発生しないと判断される。(ただし使用系統が更に増えた時の挙動は不明)

### 3. ホワイトリストによる通信速度の確認

ホワイトリスト化により2系統を同一経路で使用した場合の通信速度の変化を確認する。

#### 計測系統





計測経緯と結果

経過時間	ホワイトリスト1 【603】-【607】 PC1-PC3	ホワイトリスト2 【606】-【612】 PC2-PC4	備考
30 秒	25.4	-----	PC2-PC4 Start
60 秒	23.1	17.3	
3 分	20.6	17.1	
5 分	20.0	17.1	
10 分	19.5	17.1	
60 分	19.0	17.0	PC1-PC3 Stop
60 分 30 秒	-----	17.0	
63 分	-----	17.3	
65 分	-----	17.5	
考察 ・ホワイトリスト化すると複数系統同時使用よりも速度の低下は少ない。 ・時間経過による変動幅も小さい。 ・3系統以上のホワイト化による速度の変化程度は不明		8.4	
90 分	-----	18.9	
100 分	-----	19.2	