

付 録

必要な発電力の予備率の概算

年間のどの時間帯において定期検査や故障によりある確率で系統内の発電機の何台かは停止している。簡単のため、系統全体の発電機を N 台、1 台の発電機が停止している確率をどの発電機も等しく p とする。(インドネシアには季節間の負荷の変動はあまりないと仮定し、定期検査および故障とも、どの時間帯でも同じ確率で発生するとした。)

N 台中 m 台の発電機が運転しており、残りは停止している確率は以下で表される。

$$p(m) = \binom{N}{m} (1-p)^m p^{N-m}$$

このときの発電力は発電機 1 台の発電力を G とすると、 m 台の発電機が運転しているので mG となる。

なお、以下が成り立つ。

$$1 = p(1) + p(2) + \dots + p(N)$$

例えば、 $N=100$ として計算すると、 $p(m)$ のグラフは下図のようになる。

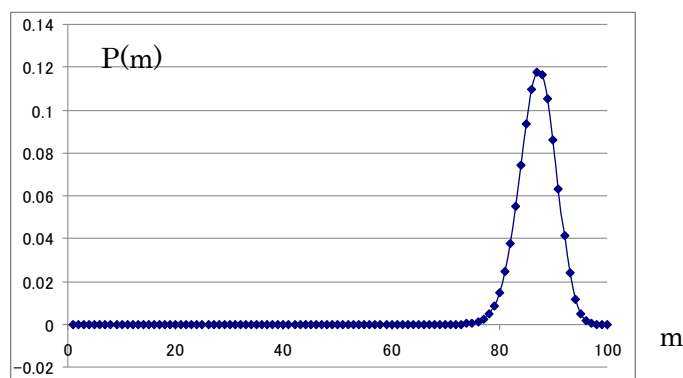


図 $p(m)(N=100)$ とした場合

ここで、ある時間 i に需要が L_i であったとする。この時間 i に供給支障が生じる確率 $S(i)$ は、発電力が L_i を下回ってしまう確率であるから、上式を、 $mG < L_i$ となる m の範囲で加えることにより得られる。

$$S(i) = p(1) + p(2) + \dots + p(n_i)$$

ただし、 n_i は $n_i G < L_i$ となる最大の数

時間 i の 1 時間の需要は L_i で一定であるとし、供給支障は $S(i)$ 時間（たとえば、上記の確率が 0.5 の場合には、30 分の供給支障が生じる）として計算すると、年間の供給支障時間は上の式を各時間毎に加えたものとなる。

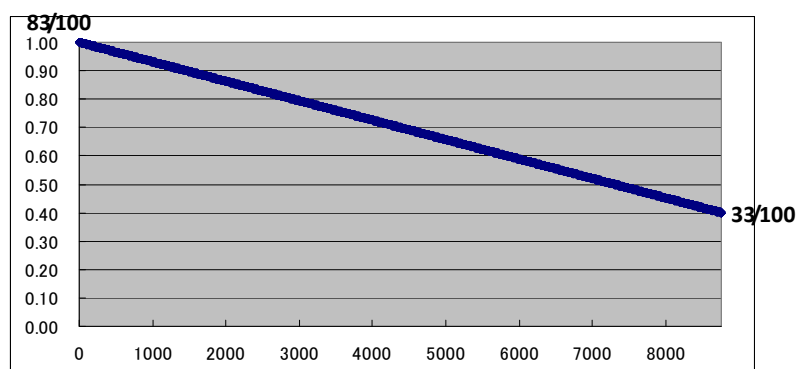
ここで、予備率を α 、時間 i の需要のピーク需要に対する比を β_i とすると、需要 L_i は $\frac{\beta_i}{1+\alpha} NG$

となるため、 $n_i G < L_i$ となる条件は、 $n_i < \frac{\beta_i}{1+\alpha} N$ となり、年間の供給支障時間は以下となる。

$$\text{年間の供給支障時間} = \sum_{i=1}^{8760} S(i) = \sum_{i=1}^{8760} (p(1) + p(2) + \dots + p(n_i))$$

ただし、 n_i は $n_i < \frac{\beta_i}{1+\alpha} N$ となる最大の数

負荷率 70% の直線の負荷カーブを仮定する。N=100、予備率 $\alpha = 0.22$ とすると、ピーク時には、83 台の稼働が必要であり、最軽負荷時には 33 台の稼働が必要である。すなわち、時間帯をピーク負荷時から最軽負荷時まで順番にならべた場合、 $n_1 = 82$ 、 $n_{8760} = 33$ となる。



上記の負荷カーブを仮定し、全系のユニット台数を 100 台、定期検査の期間を年間の 10%、故障確率を 3%、22% の発電力の予備率を仮定すると、年間の供給支障日数は約 1 日となる。

Java-Bali 500kV System Year 2015

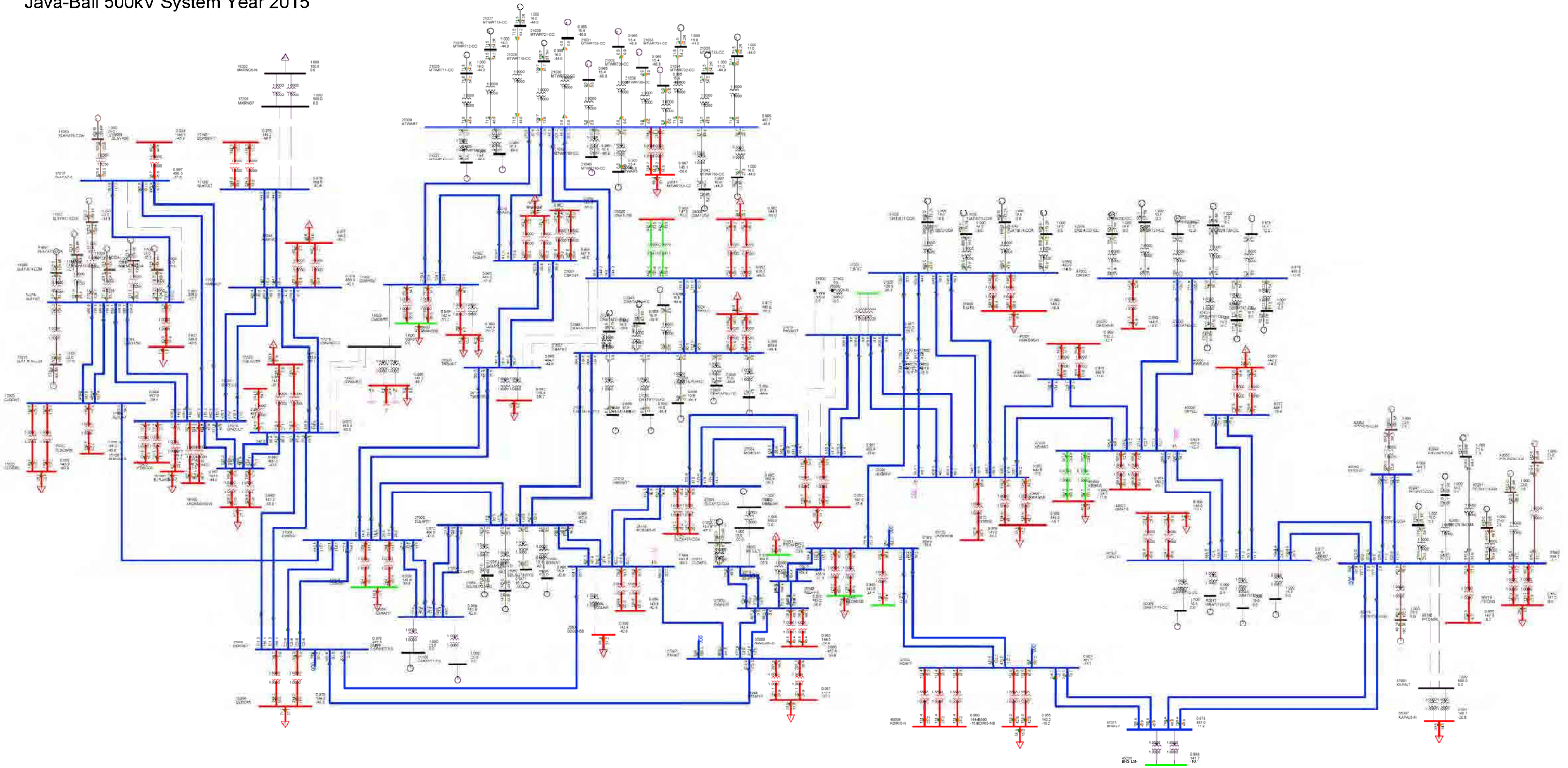


図 1. ジャワ・バリ 500/150/70kV 系統(Region 2)潮流図(2015 年ジャカルタピーク)

Java-Bali system Region 1 Year 2015

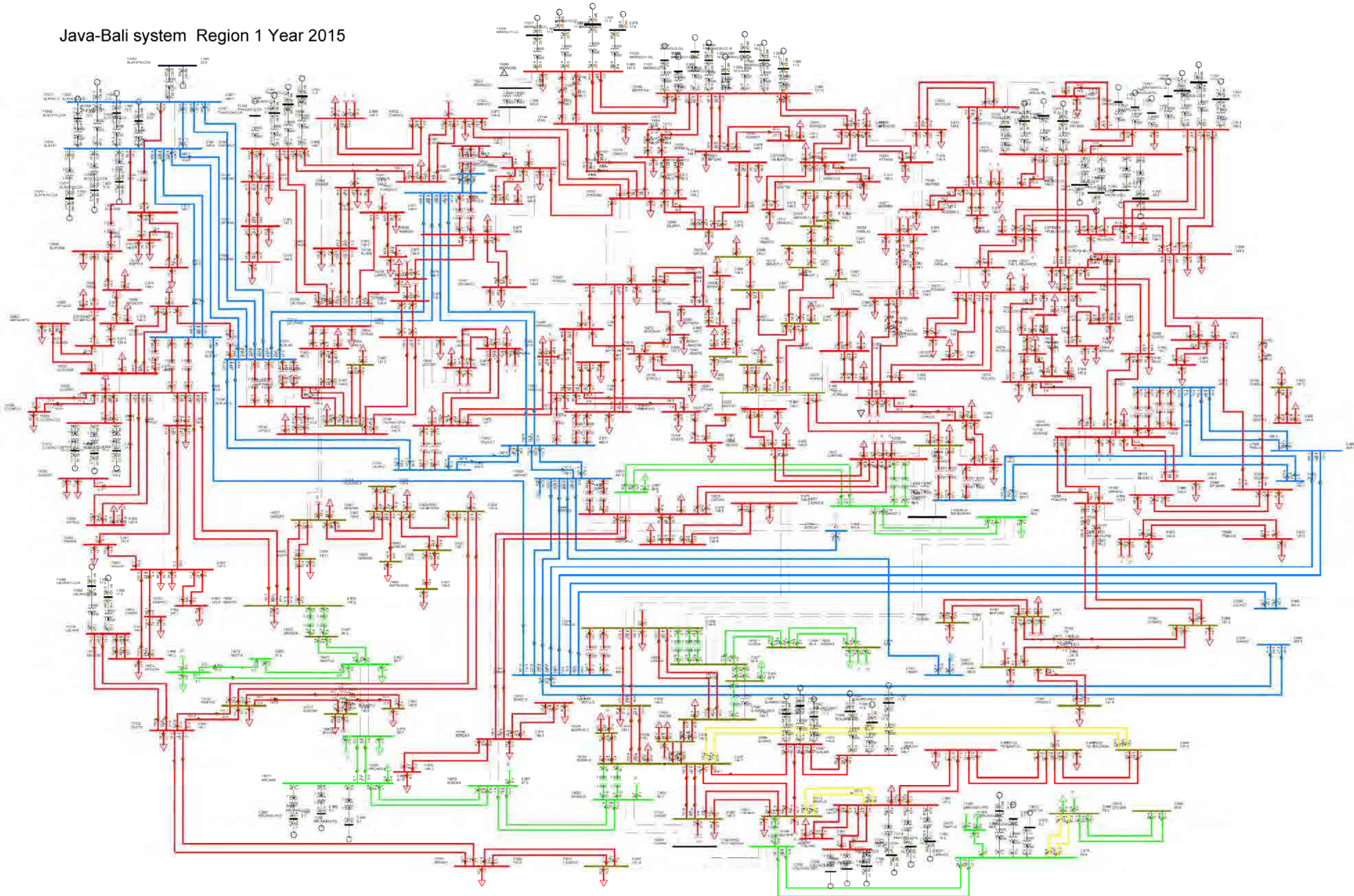


図2. ジャワ・バリ 500kV 系統潮流図(2015年オフピーク)

Java-Bali System Region 2 Year 2015

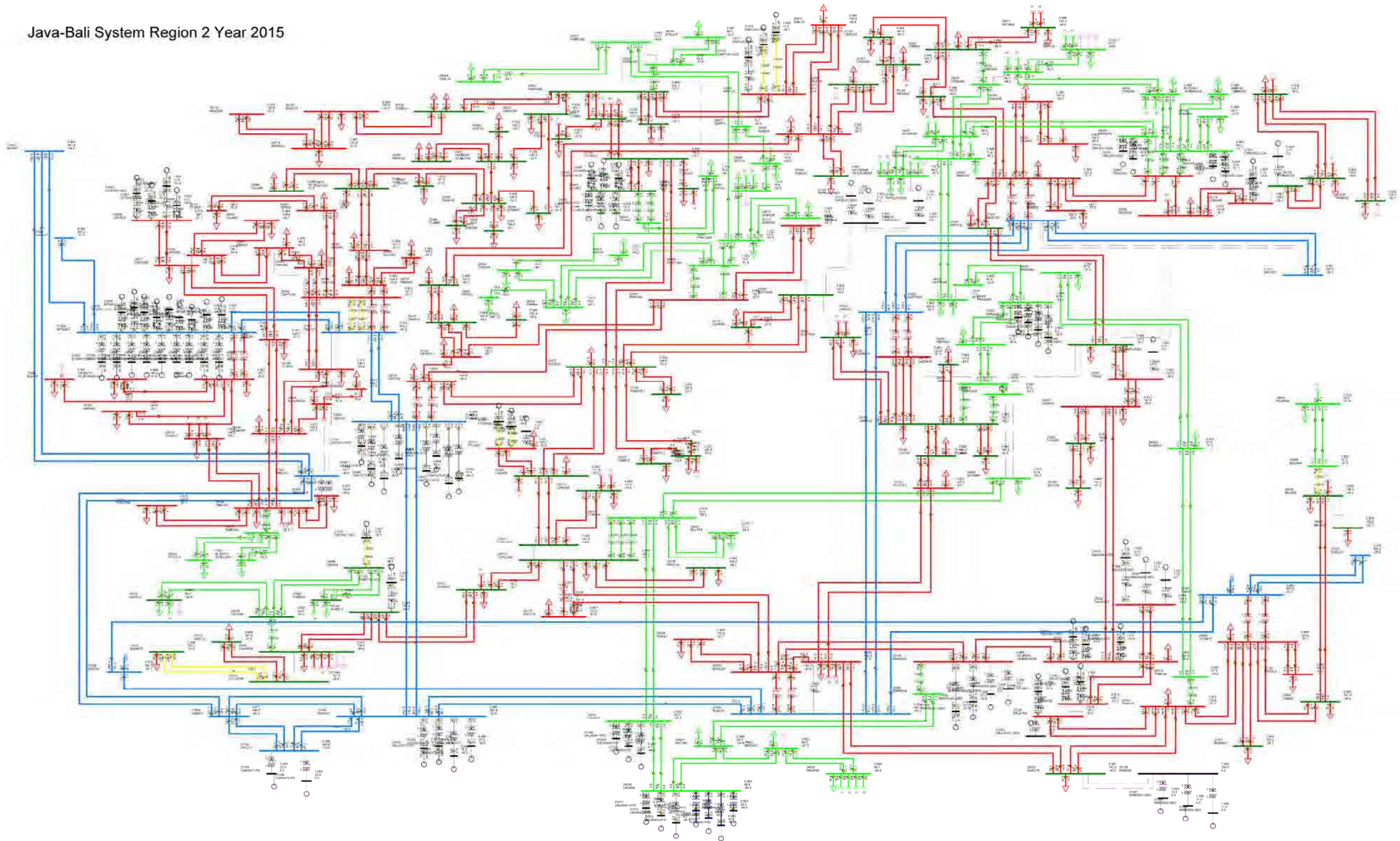


図 3. ジャワ・バリ 500/150/70kV 系統(Region 2)潮流図(2015 年オフピーク)

Java-Bali system Region 1 Year 2015

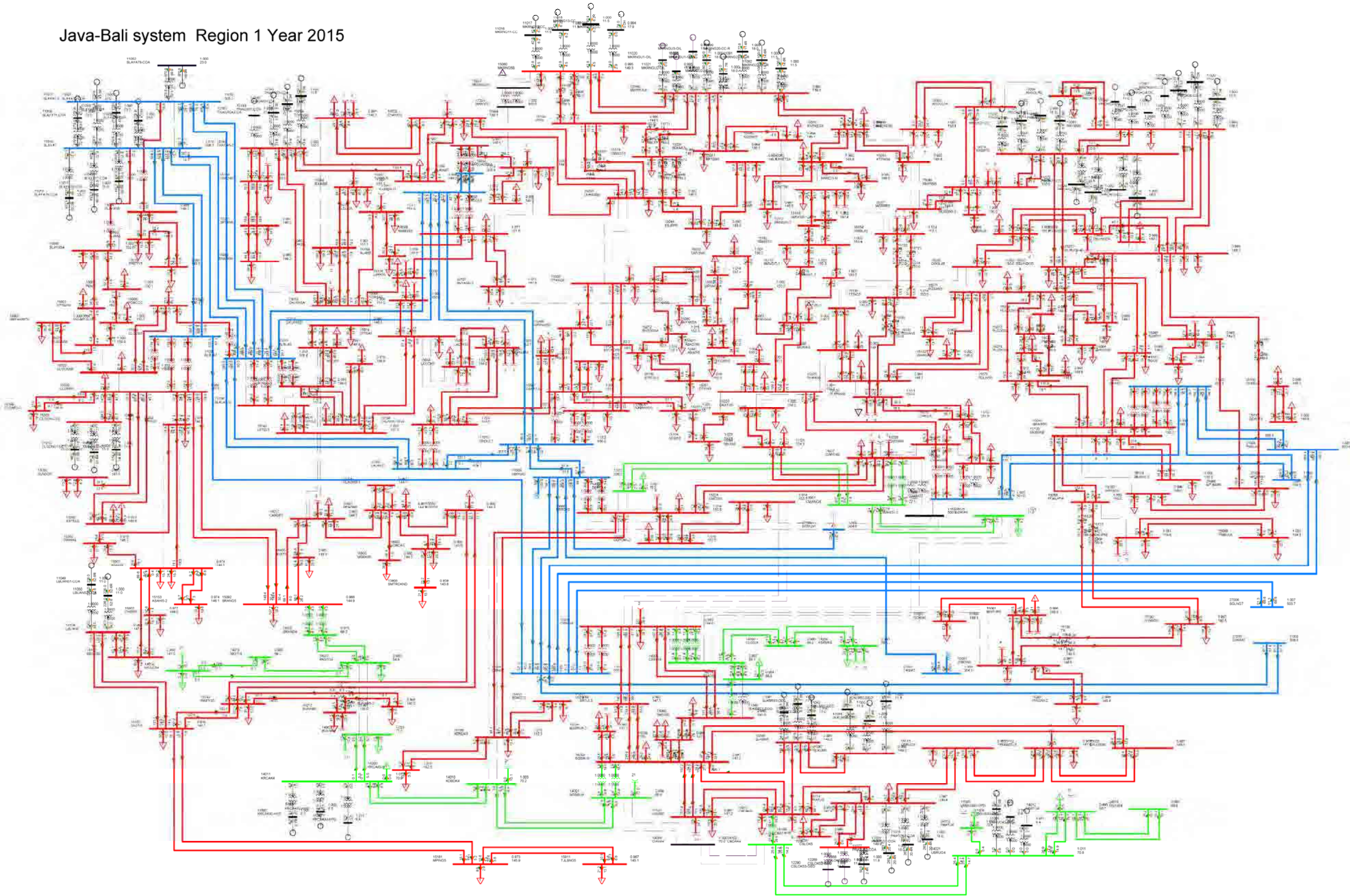


図 5. ジャワ・バリ 500/150/70kV 系統(Region 1)潮流図(2016 年オフピーク)

Java-Bali System Region 2 Year 2015

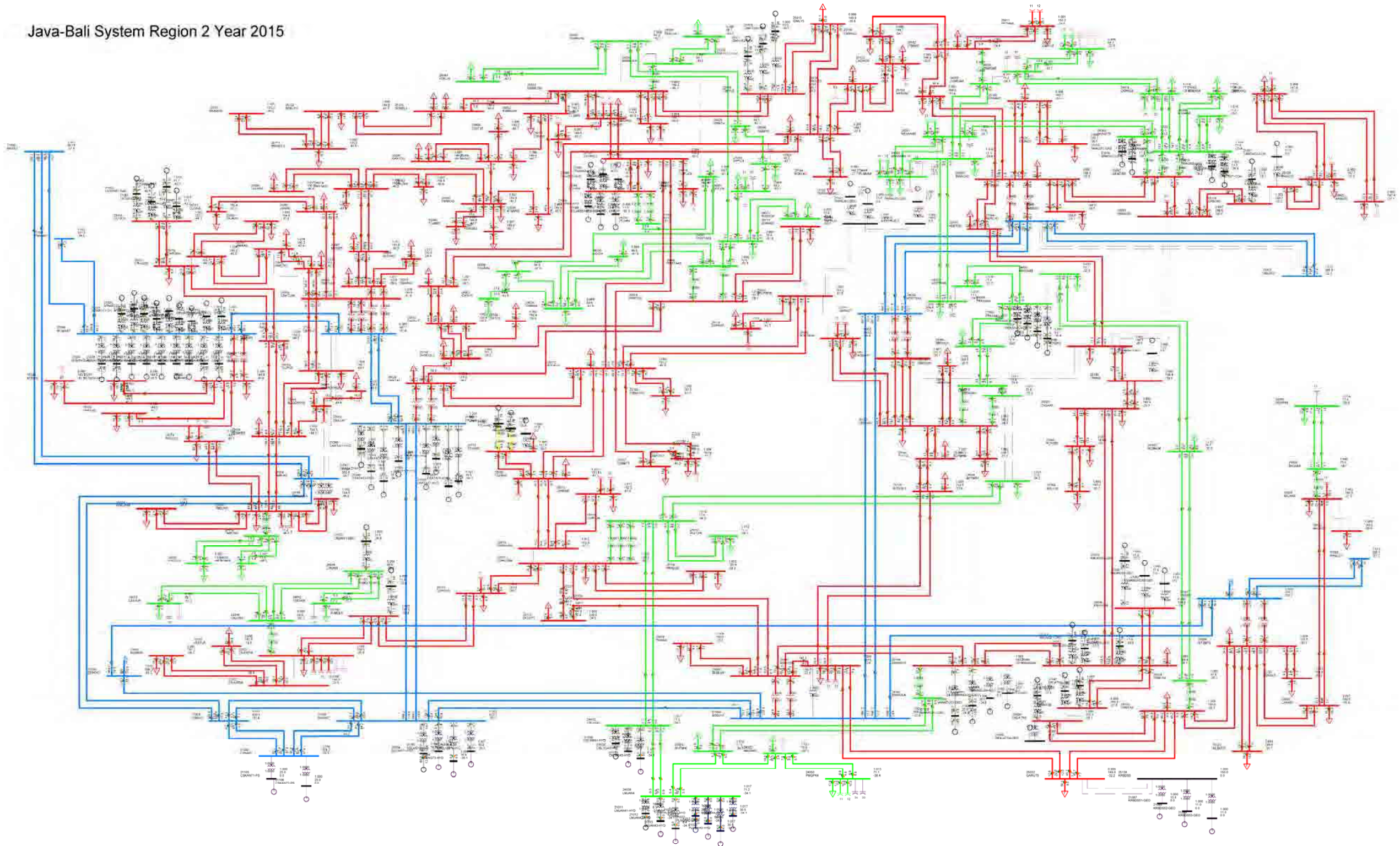


図 6. ジャワ・バリ 500/150/70kV 系統(Region 2)潮流図(2015 年オフピーク)

Java-Bali 500kV System Year 2021

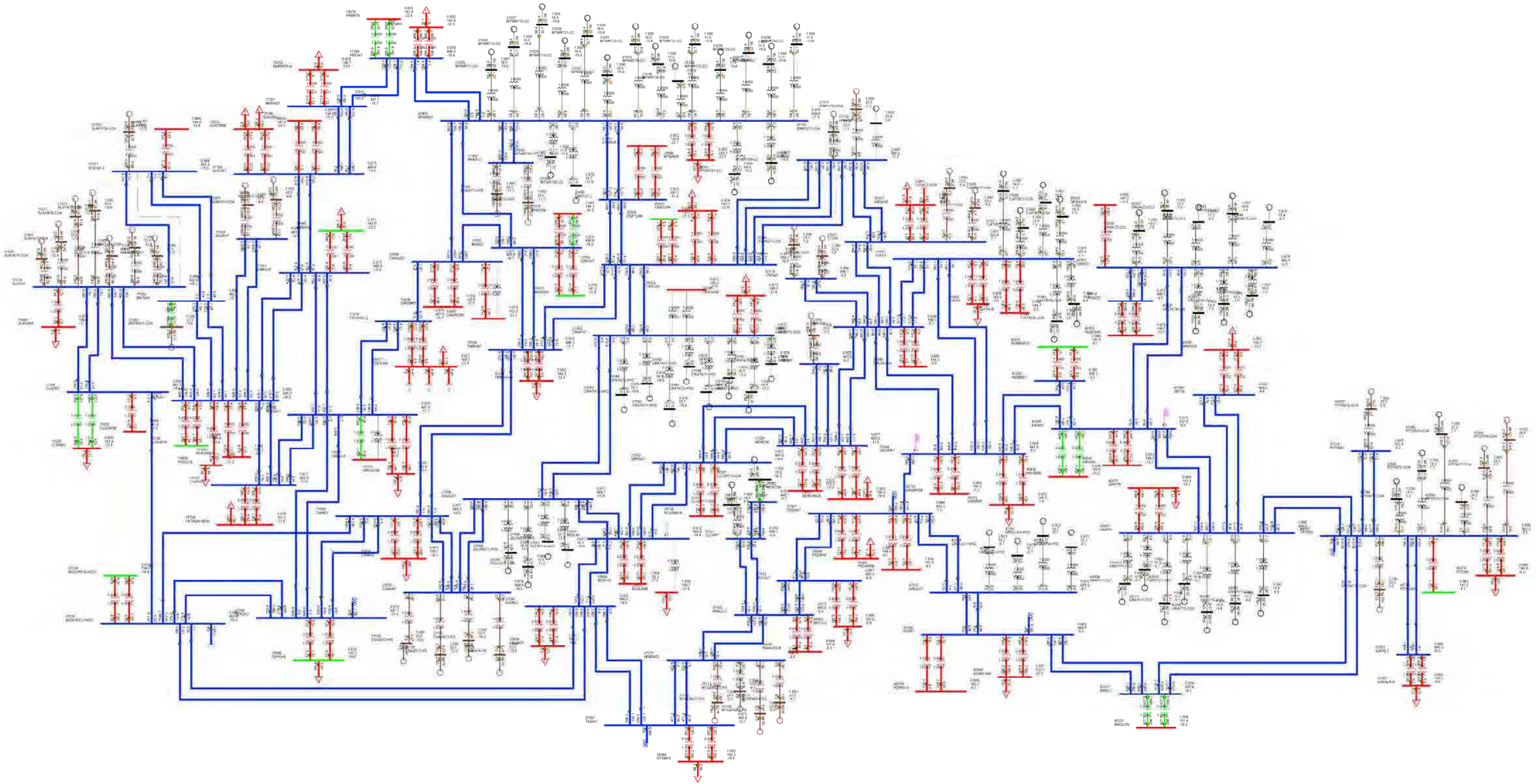


図 7. ジャワ・バリ 500kV 系統潮流図(2021年ジャカルタピーク)

Java-Bali system Region 1 in 2021

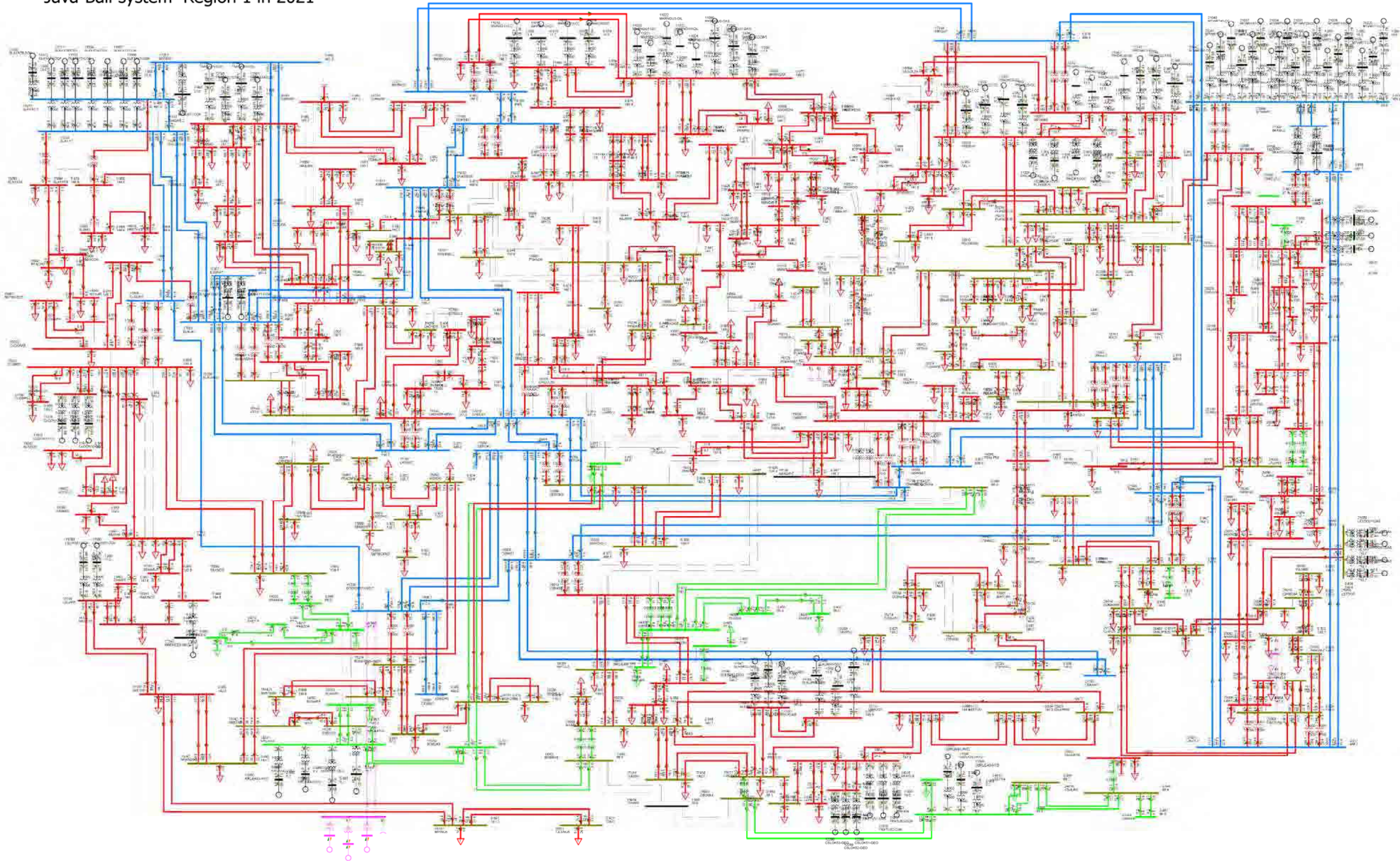


図 8. ジャワ・バリ 500/150/70kV 系統(Region 1)潮流図(2021 年ジャカルタピーク)

Java-Bali System Region 2 in 2021

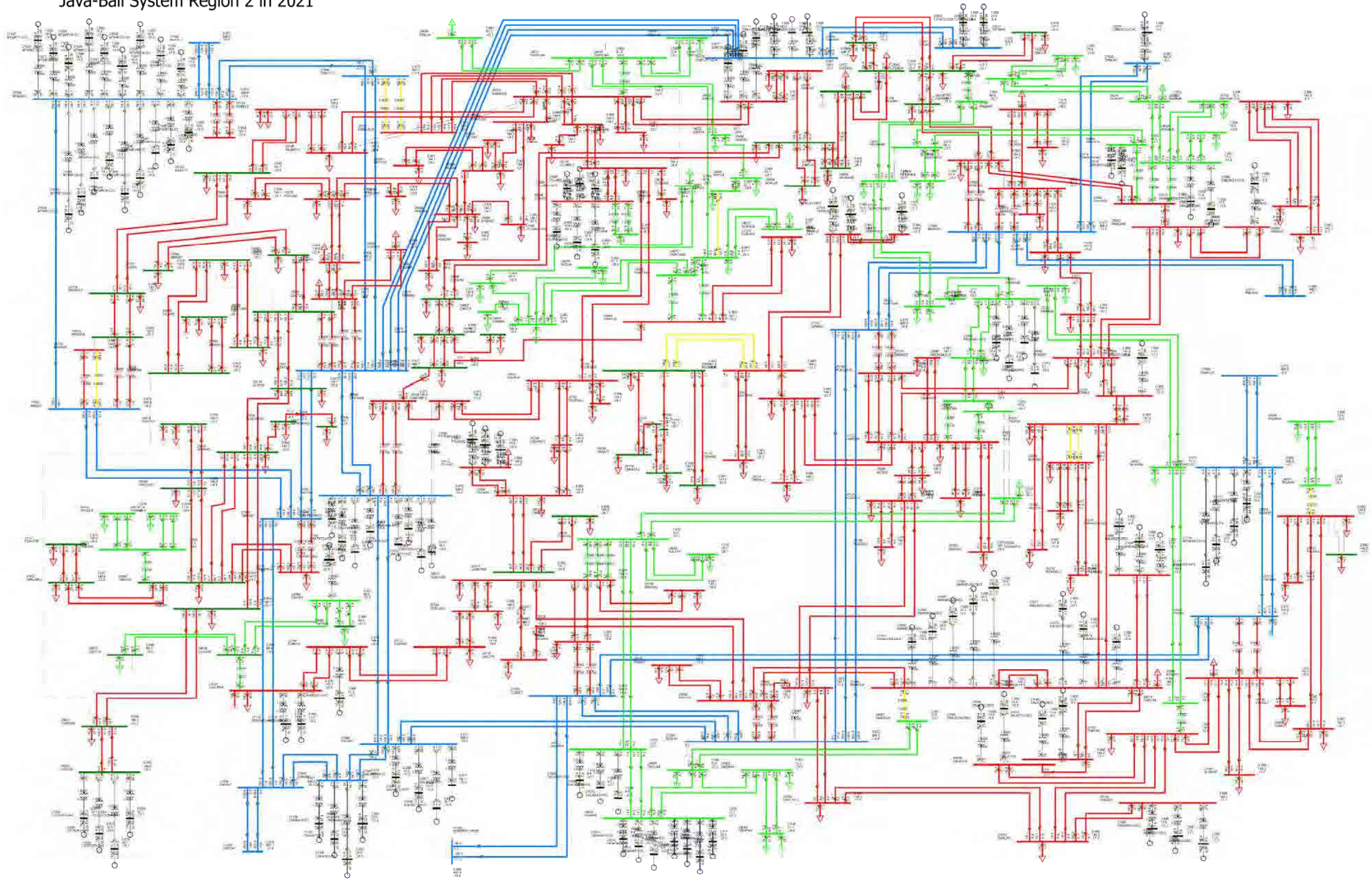


図 9. ジャワ・バリ 500/150/70kV 系統(Region 2)潮流図(2021 年ジャカルタピーク)

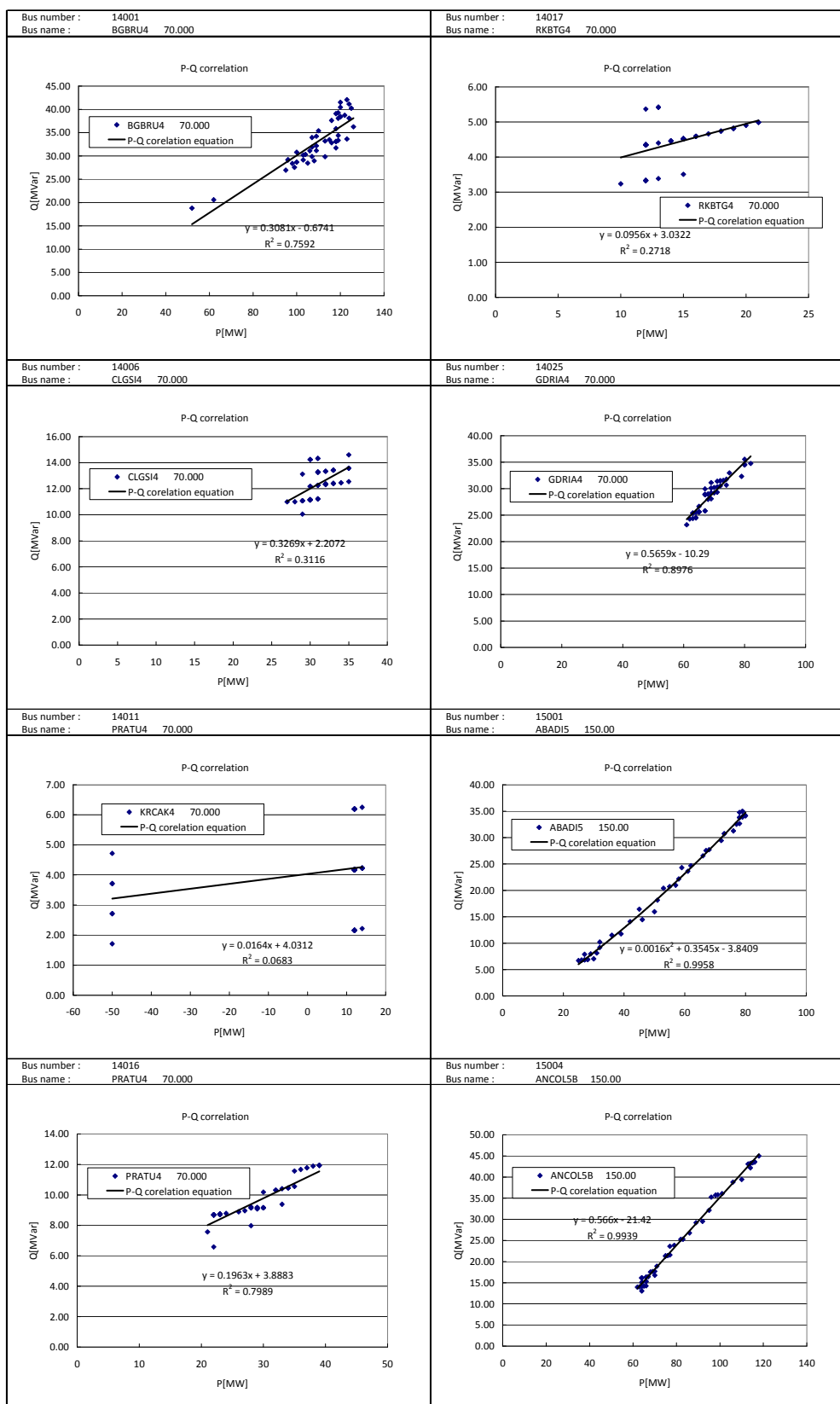


図 1 Region 1 の PQ 相関式(1/9)

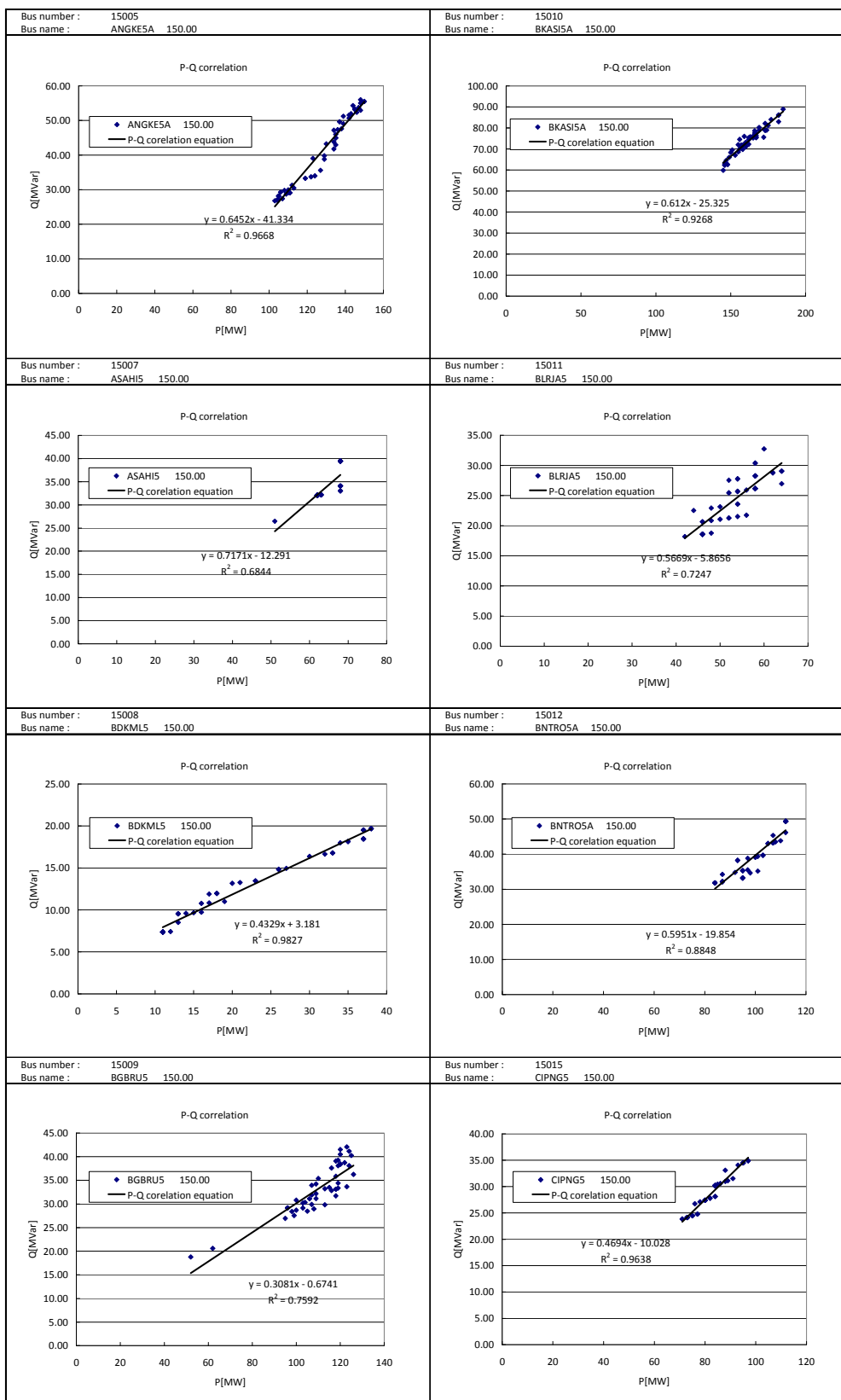


図 2 Region 1 の PQ 相関式 (2/9)

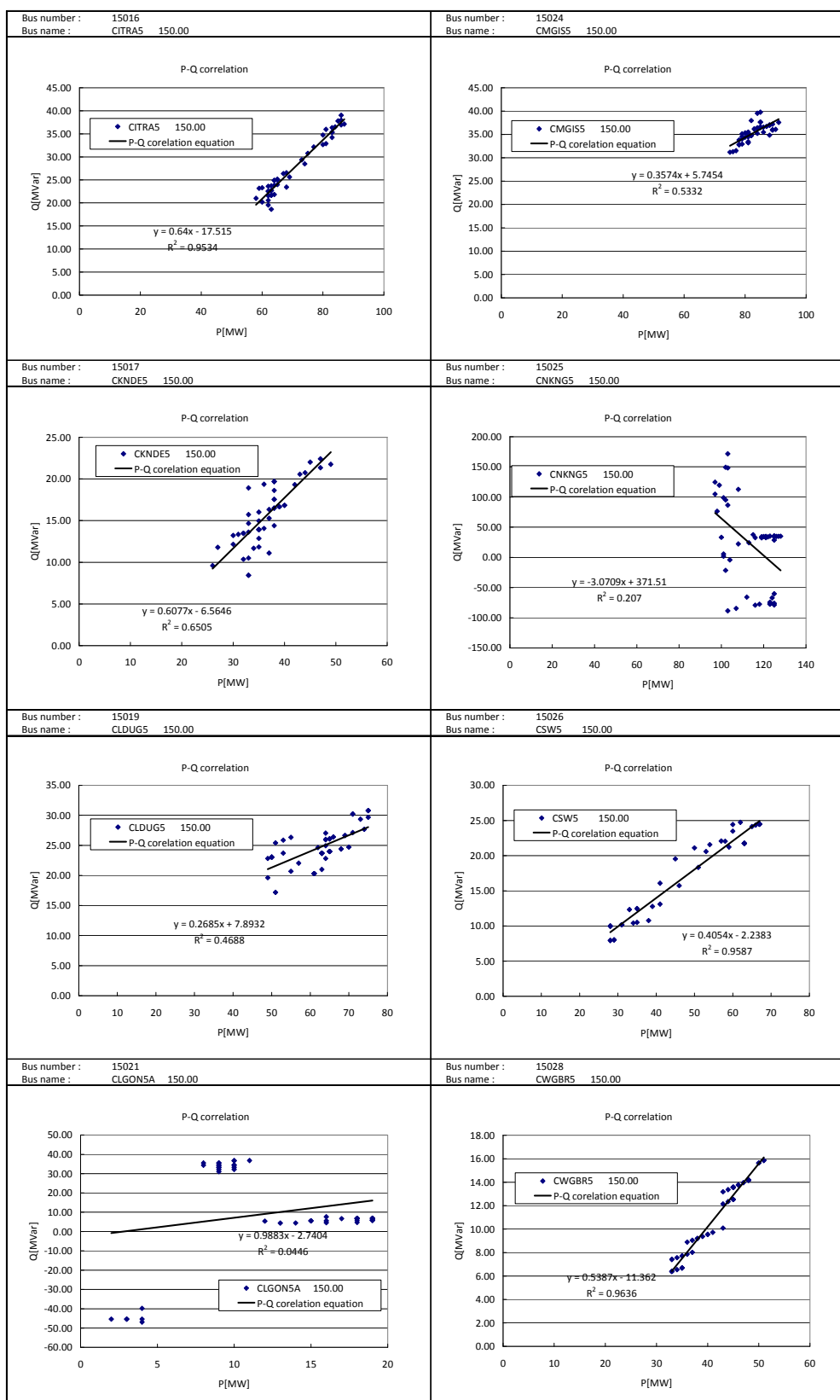


図3 Region 1 の PQ 相関式(3/9)

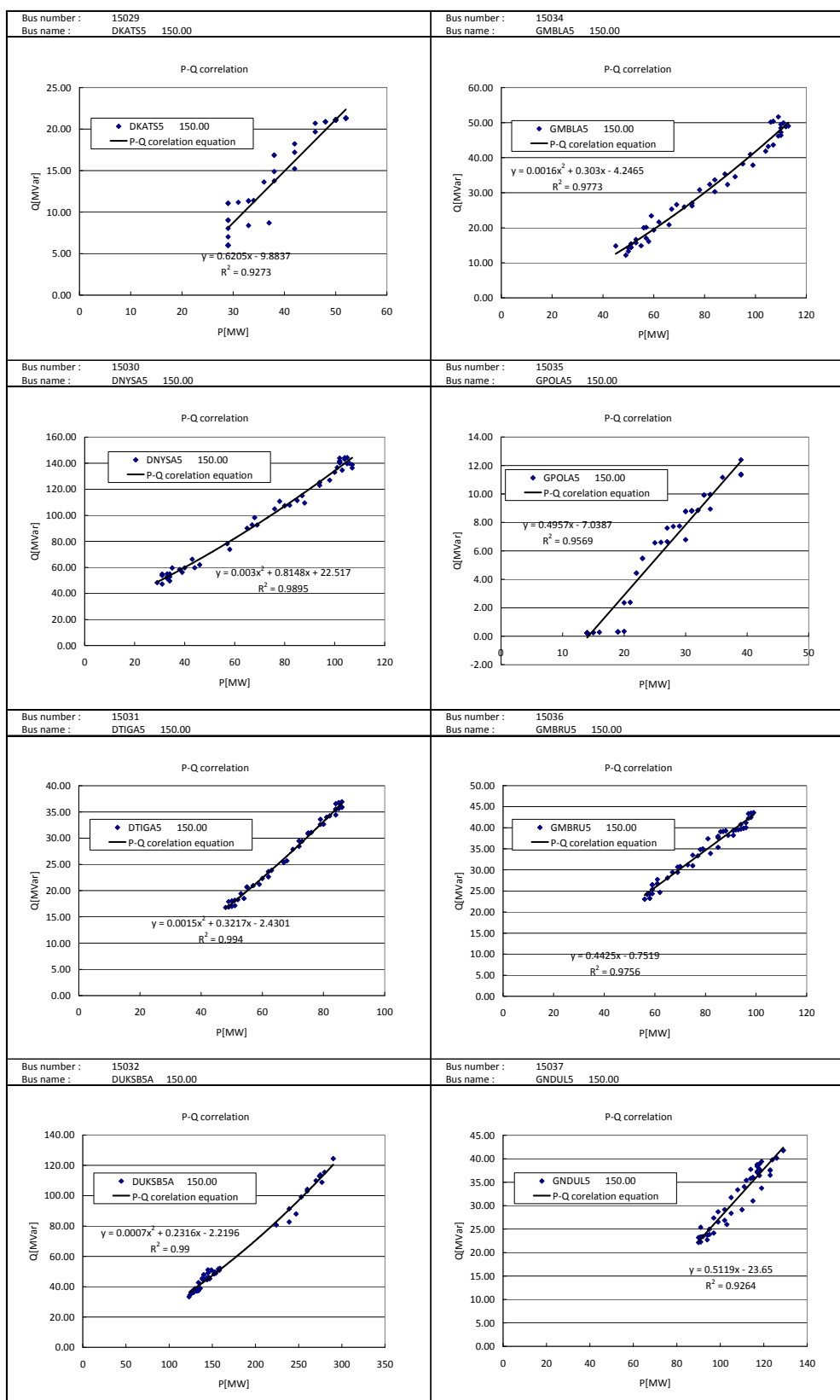


図 4 Region 1 の PQ 相関式 (4/9)

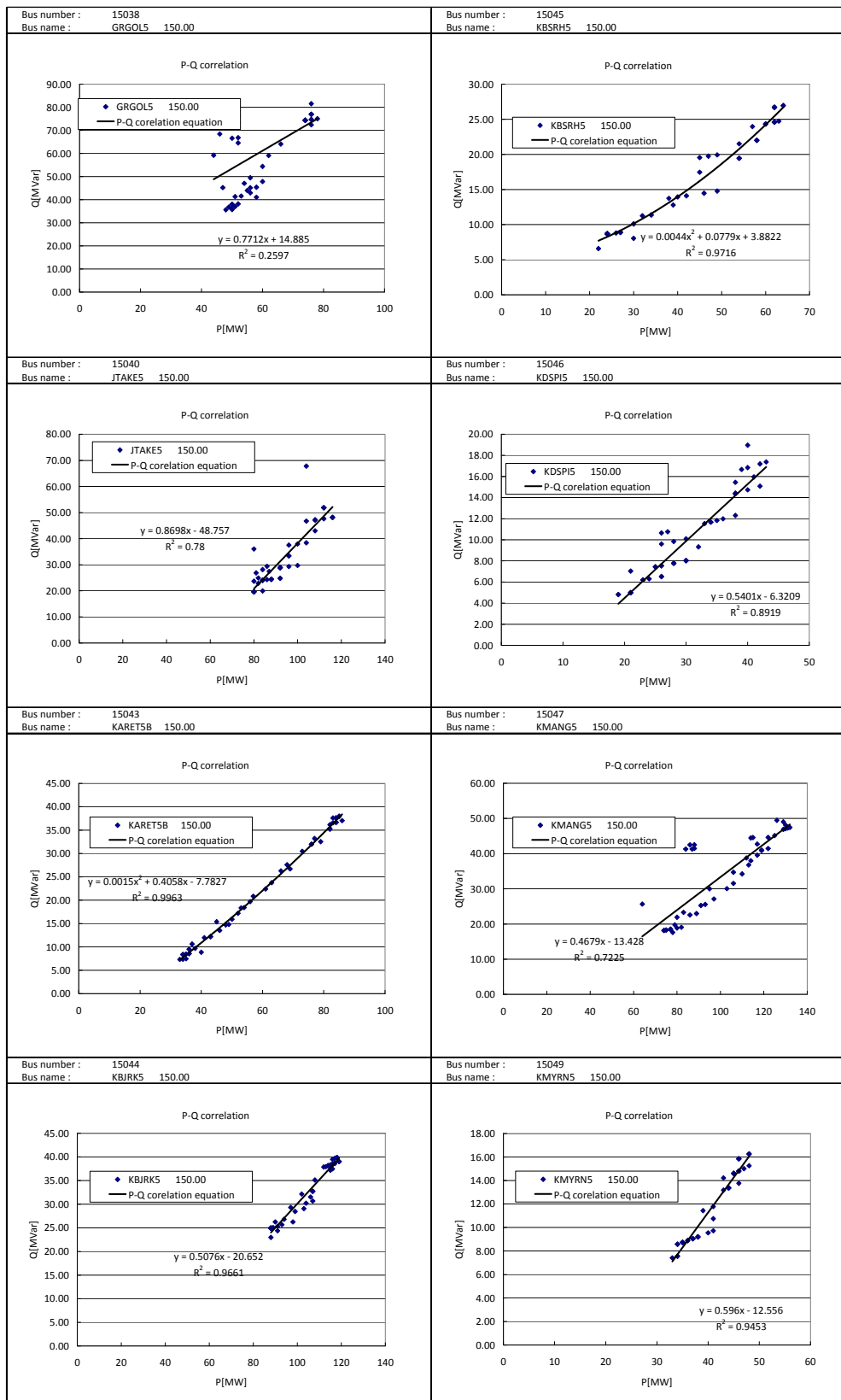


図 5 Region 1 の PQ 相関式 (5/9)

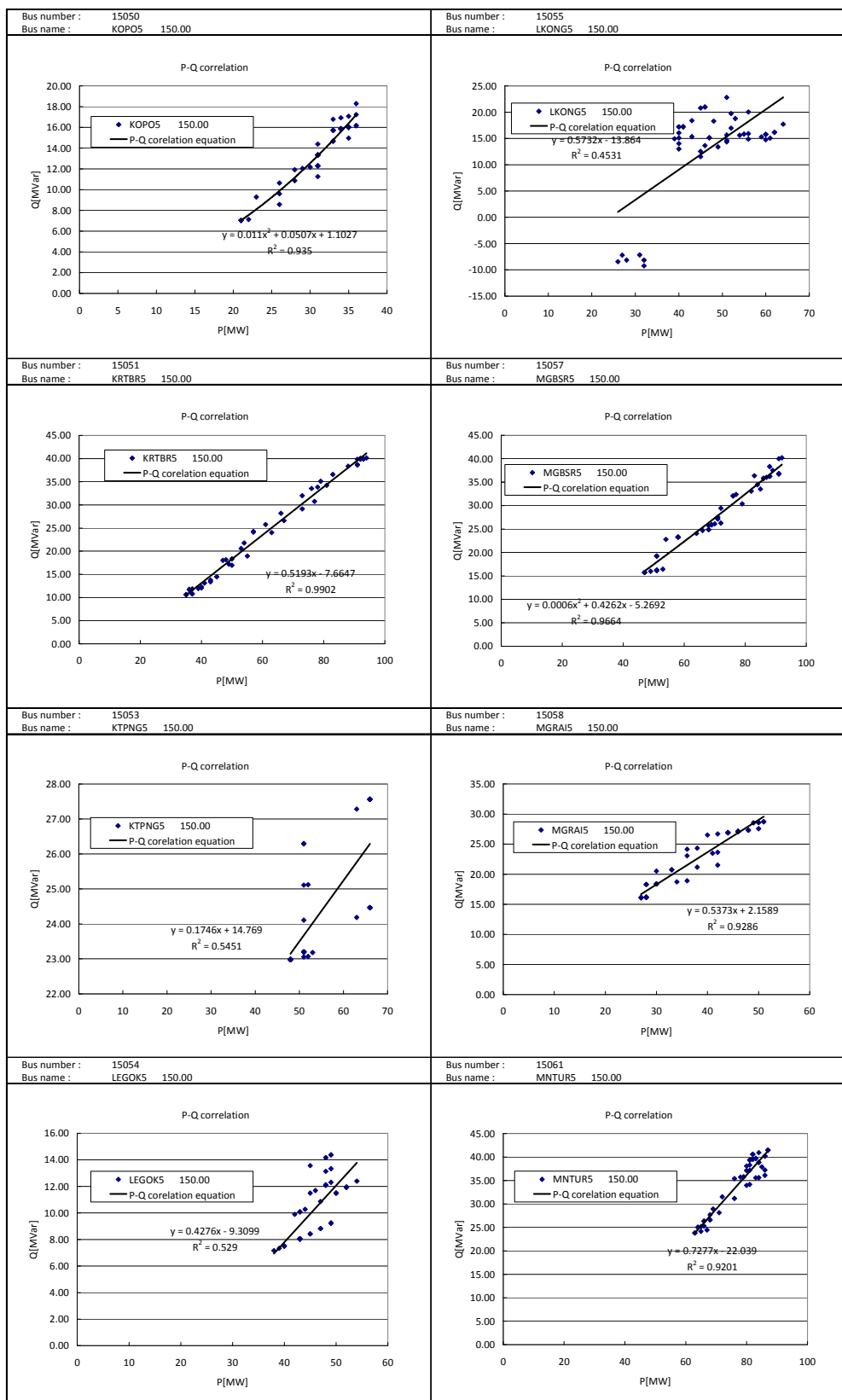


図 6 Region 1 の PQ 相関式 (6/9)

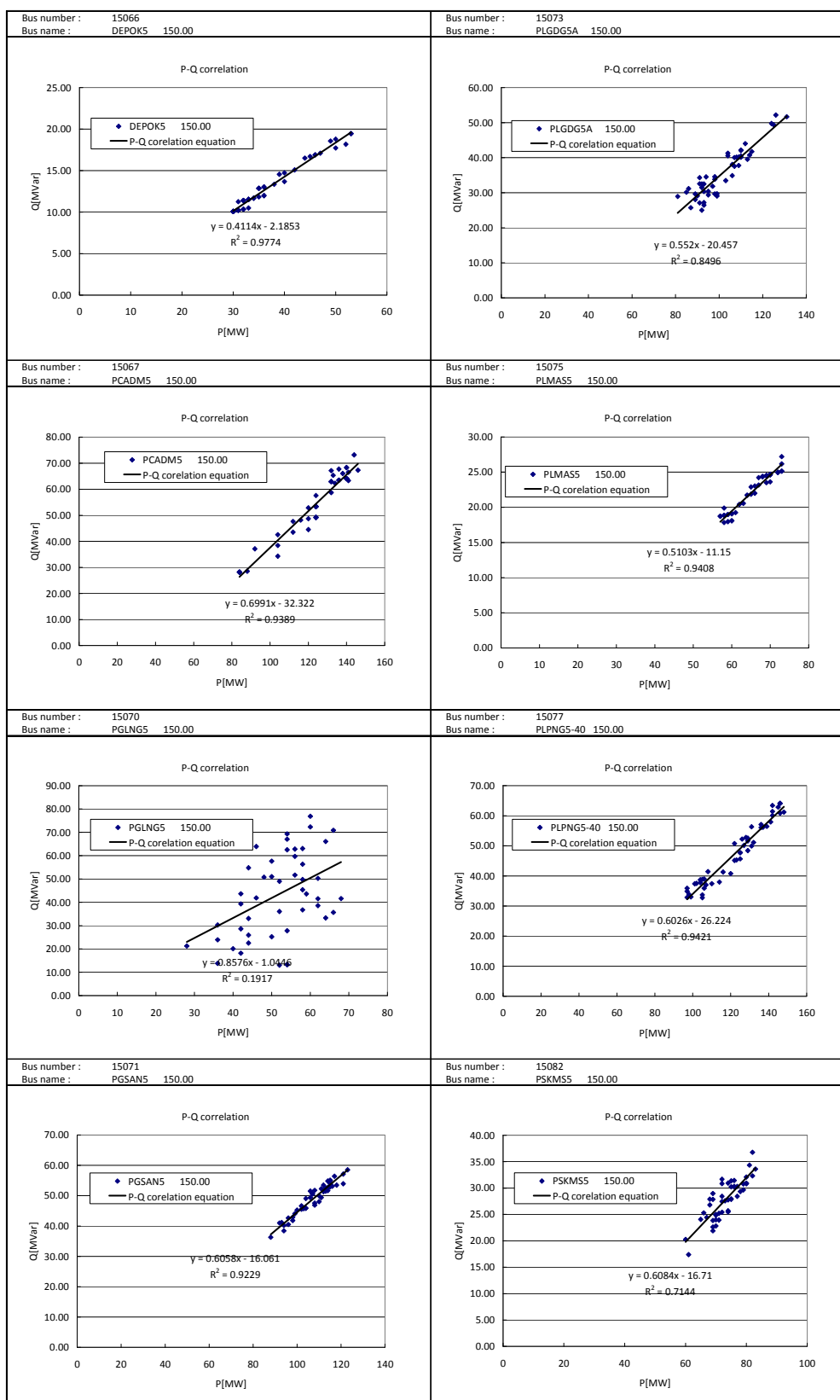


図 7 Region 1 の PQ 相関式 (7/9)

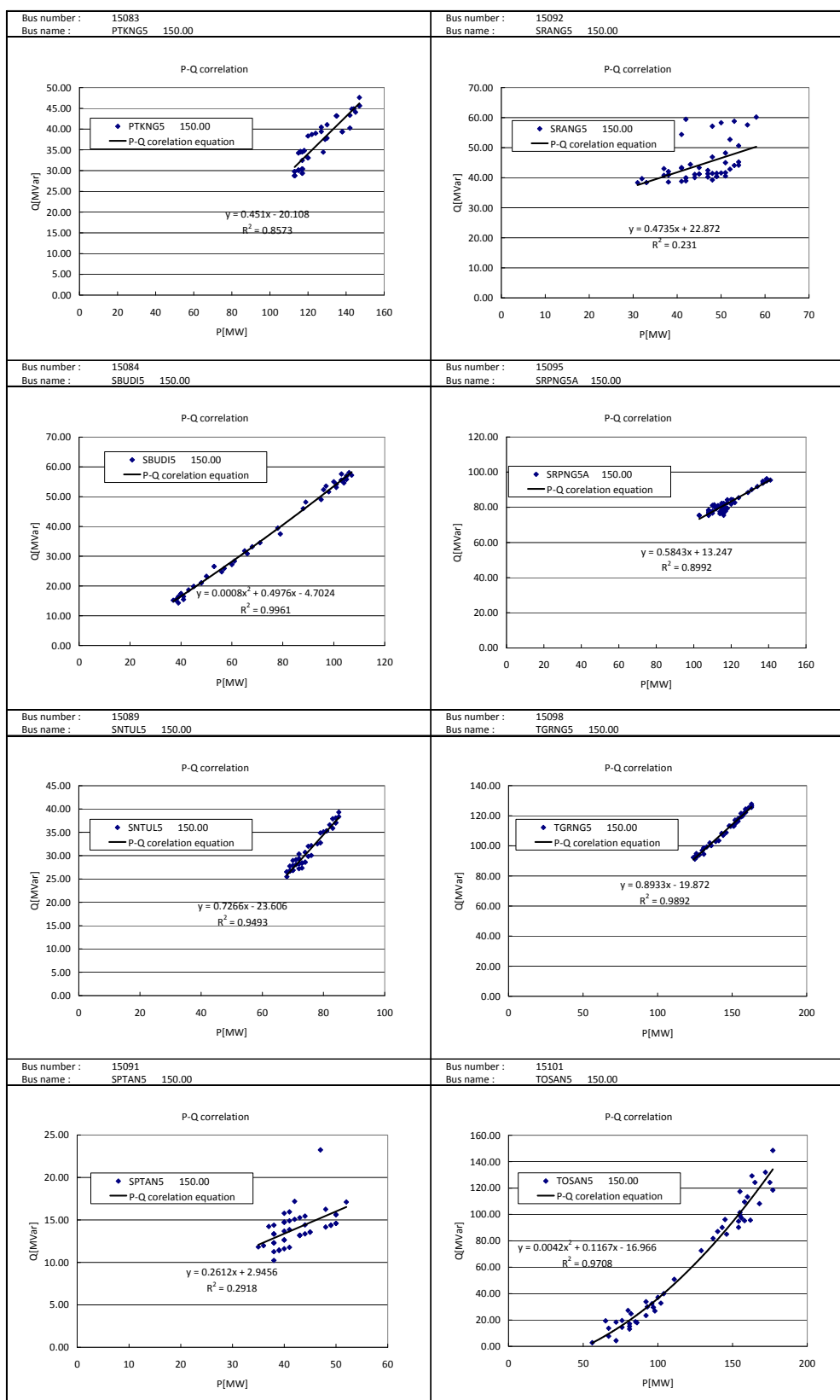


図 8 Region 1 の PQ 相関式 (8/9)

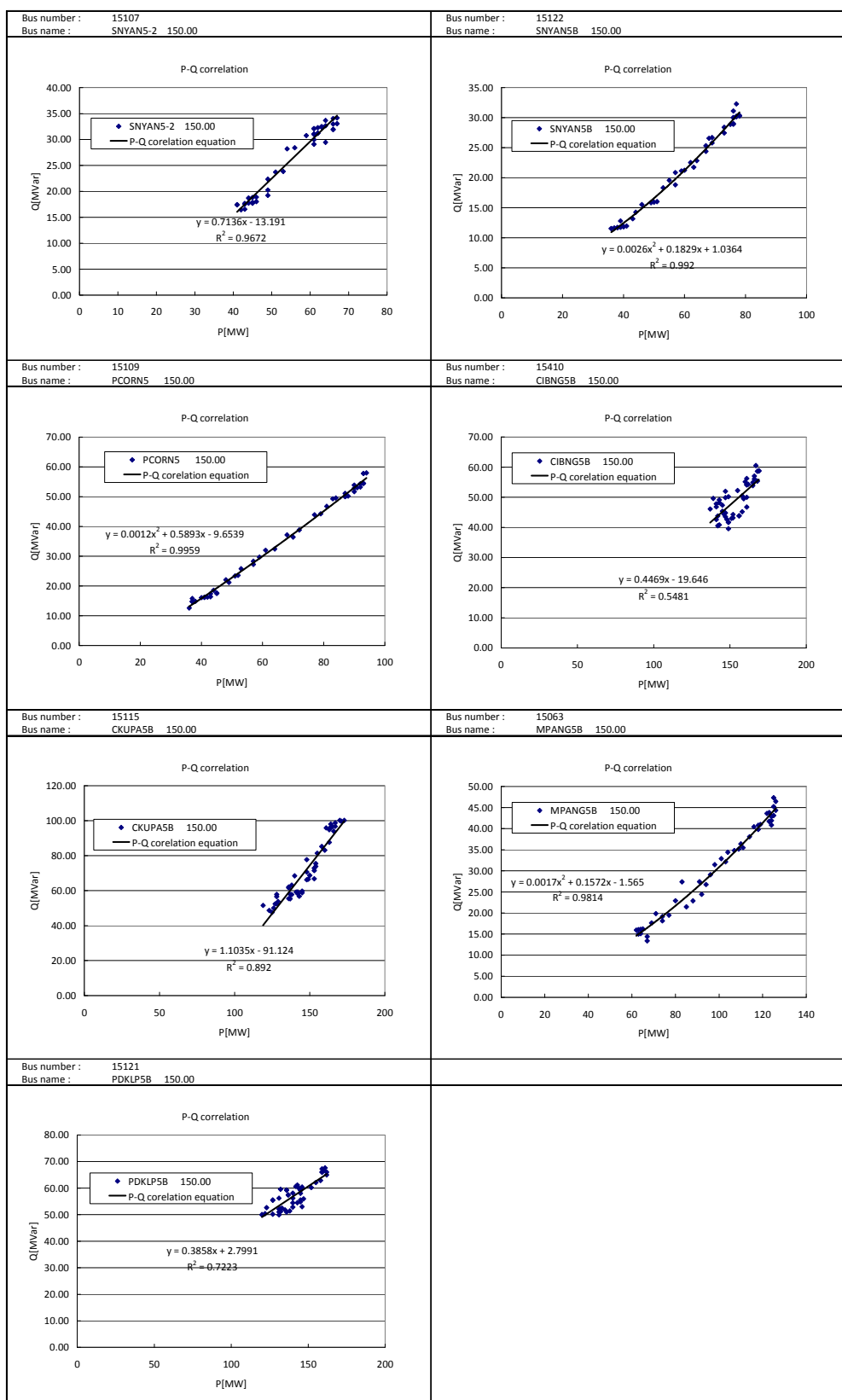


図 9 Region 1 の PQ 相関式 (9/9)

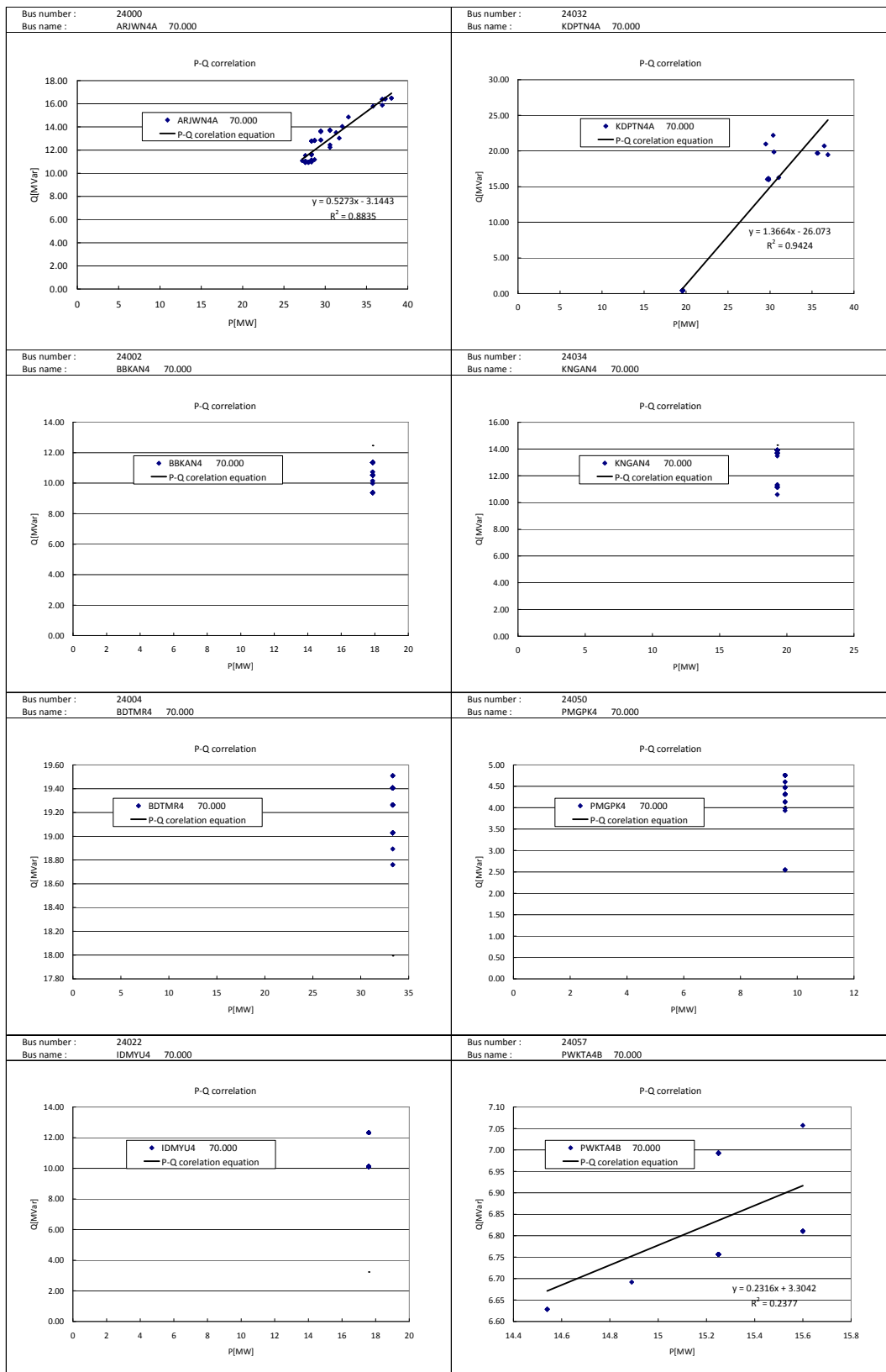


図 10 Region 2 の PQ 相関式(1/6)

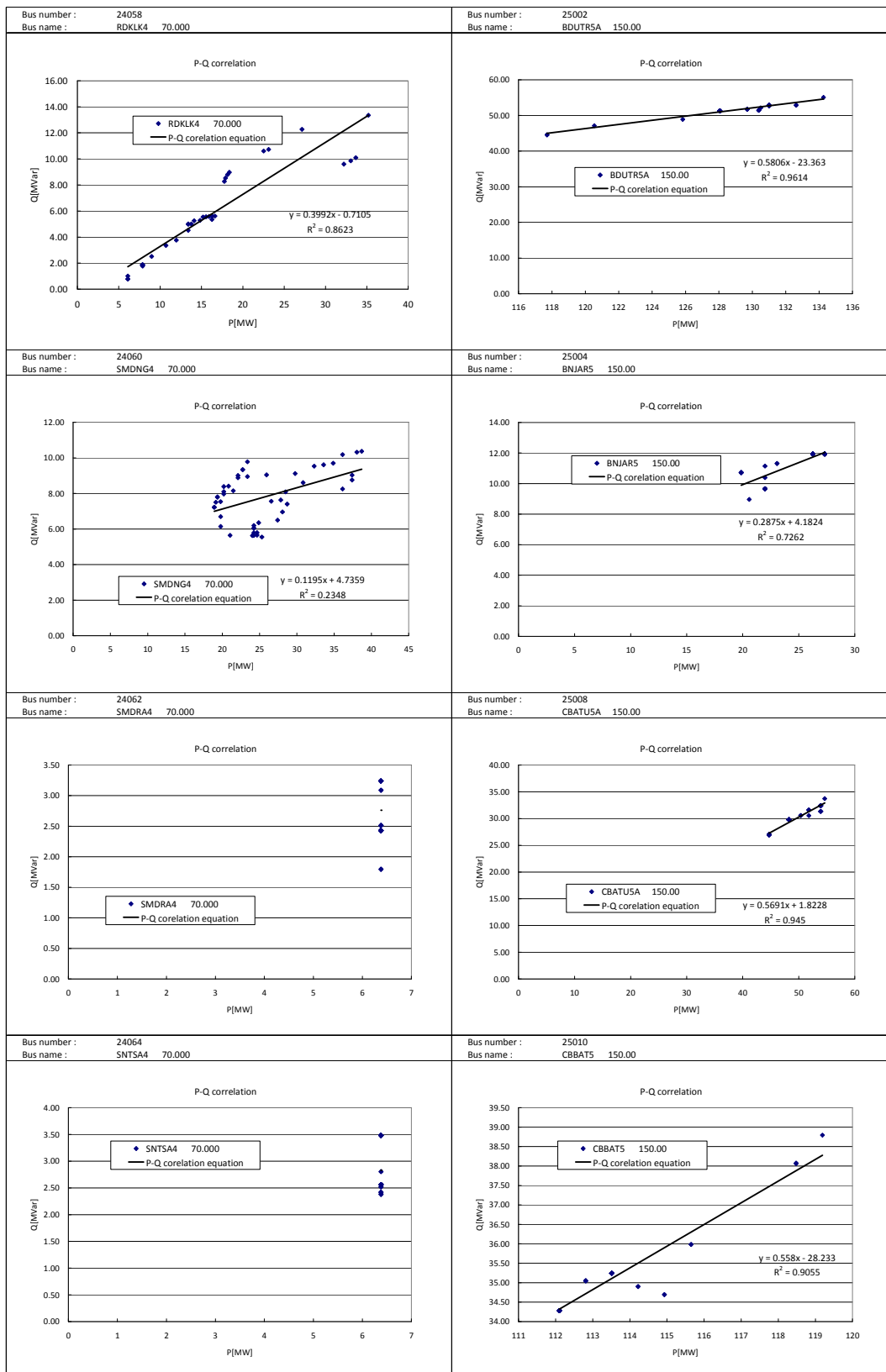


図 11 Region 2 の PQ 相関式(2/6)

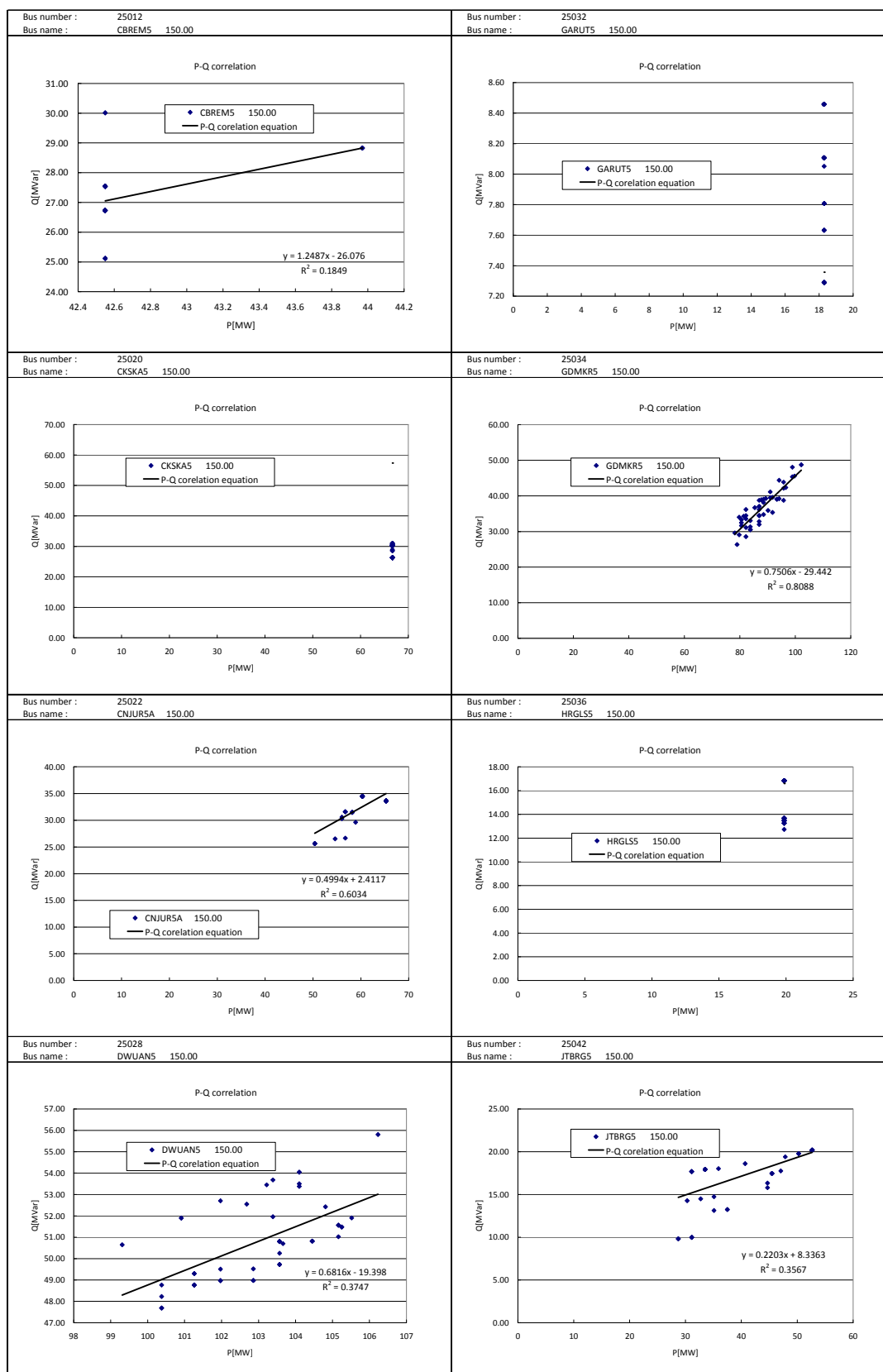


図 12 Region 2 の PQ 相関式(3/6)

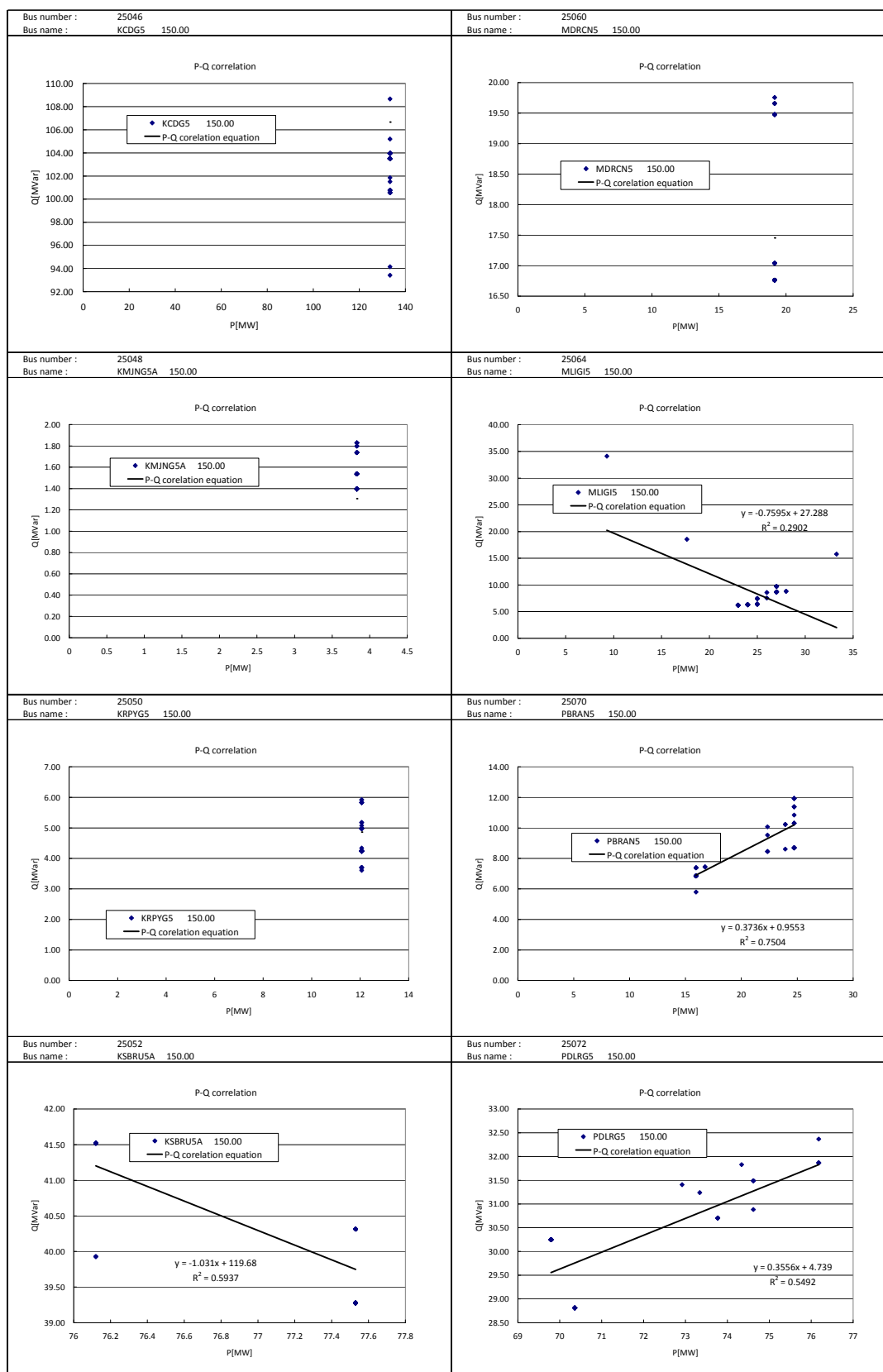


図 13 Region 2 の PQ 相関式(4/6)

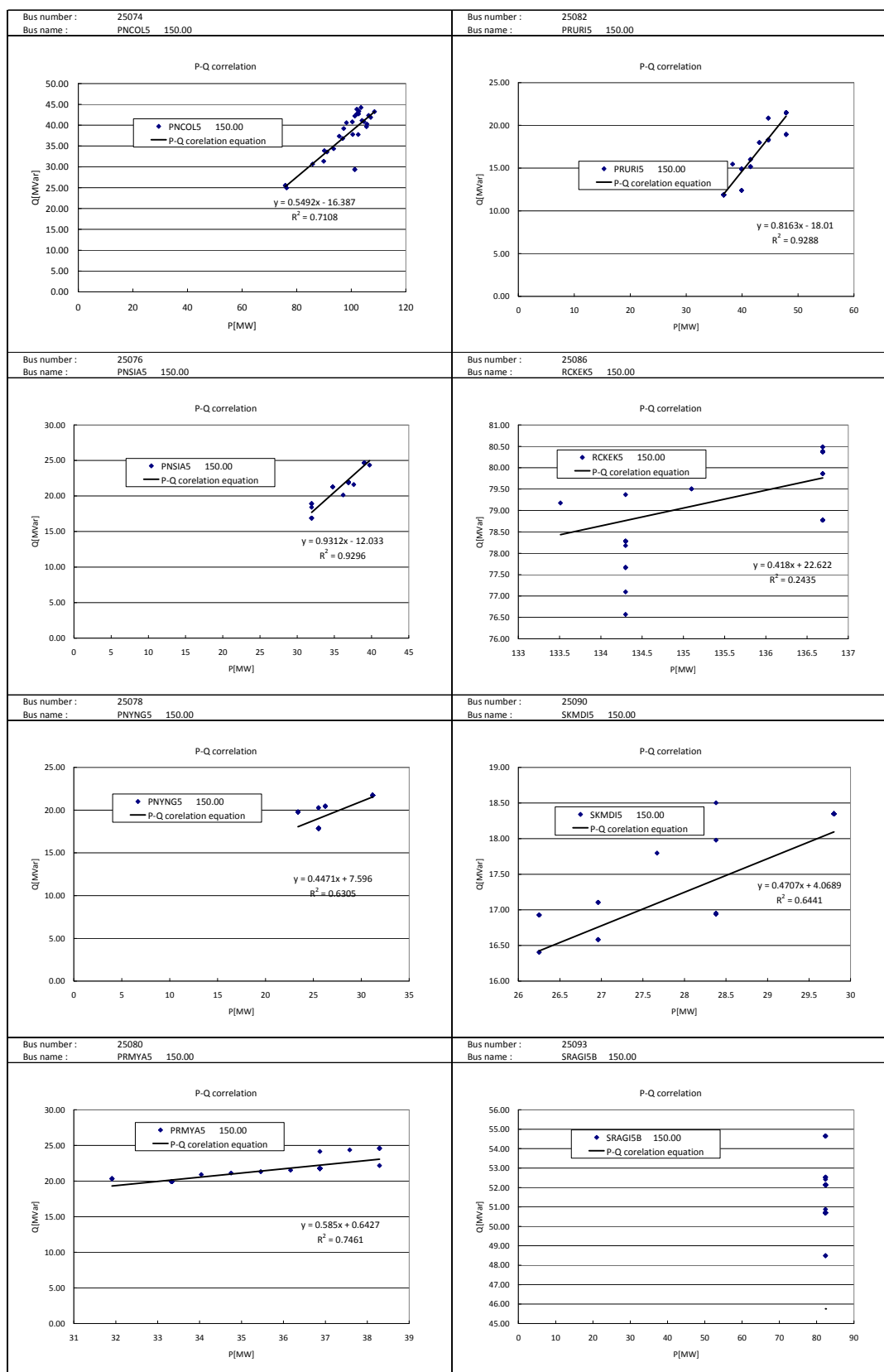


図 14 Region 2 の PQ 相関式(5/6)

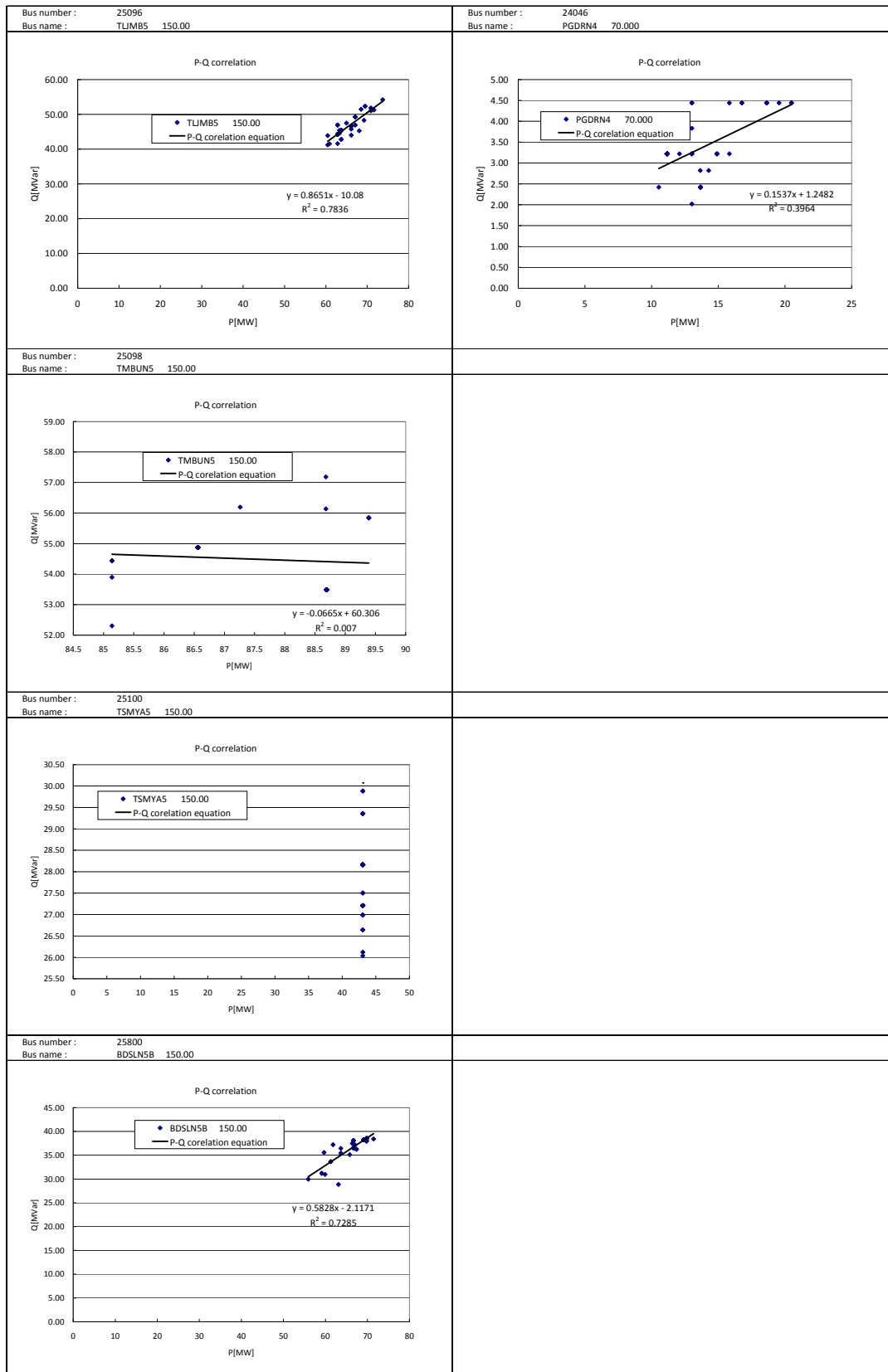


図 15 Region 2 の PQ 相関式(6/6)