三相の誘導電動機をスターデルタ始動した場合の電流の話です。
皆様ご承知の様に、スターデルタ始動はよく用いられる始動方法です。
この始動方式を用いた場合の、始動電流及び始動トルクの関係は次の様に説明されています。

説明その１
始動電流は全電圧始動の**１／３**になり、始動トルクは１／３になる。
説明その２
始動電流は全電圧始動の**１／√３**になり、始動トルクは１／３になる。

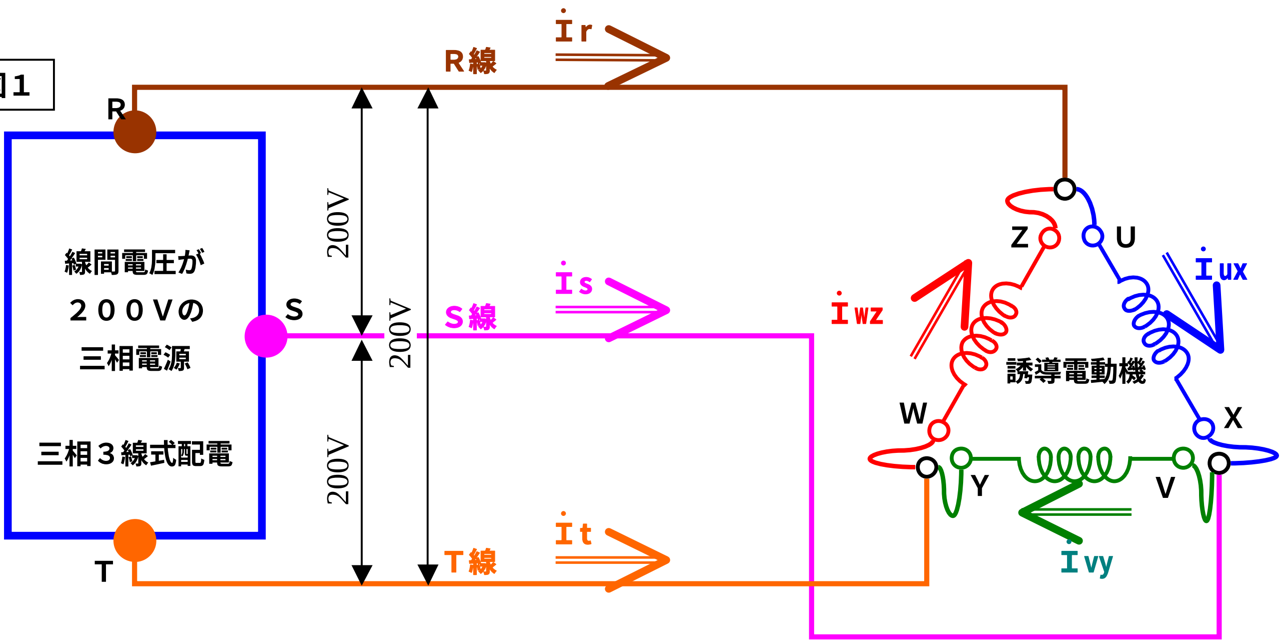
一つの事項に対する説明が２種類ある場合、次の事が言えます。
片方が間違っている。又は両方間違っている。

結論を先に書きます。
説明その１　<==　正しい。
説明その２　<==　間違い。

結構権威のある解説書などにも、この間違った記載があります。
何処でどう間違えたかは良く解りませんが、間違いは間違いです。

まず、基本回路ですが下図の様な回路で考えます。

図１



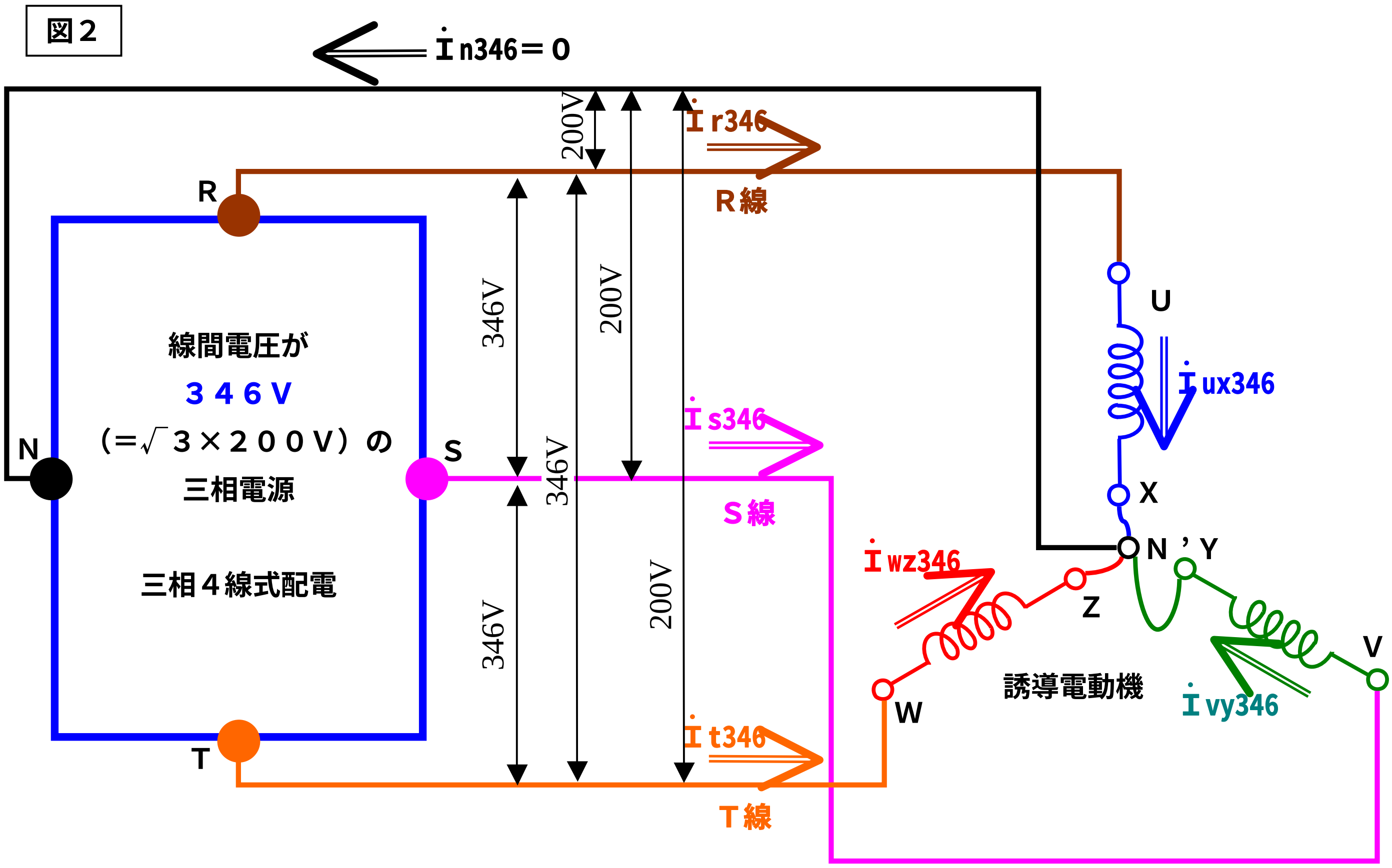
この回路で$\dot{I}r$、$\dot{I}s$、$\dot{I}t$は配線に流れる電流、$\dot{I}ux$、$\dot{I}vy$、$\dot{I}wz$は誘導電動機のコイルに流れる電流です。
この電流の大きさの関係は下記になります。

$|\dot{I}r|=|\dot{I}s|=|\dot{I}t|=\sqrt{3}\times|\dot{I}ux|=\sqrt{3}\times|\dot{I}vy|=\sqrt{3}\times|\dot{I}wz|$　－－－　①式

つまり、**線電流は巻線電流の√３倍の電流**が流れます。
ベクトル演算式は取り敢えず忘れて頂いて結構です。
電流値の大きさのみの比較です。
どうしてこうなるかは、「なるから なる。」としてください。

次に下記のような回路を考えます。

図２



何やら奇怪な回路図ですが、この回路は、誘導電動機の巻線を△からＹに組み直し、電源線間電圧を√３倍にしたものです。
Ｎ相の電流は０（ゼロ）になります。
Ｎ線は有っても無くても同じですが、取り敢えず書いておきました。
実際には線間電圧が３４６Ｖの電圧は商用電源には有りません。
有りませんが、作ったらこうなるという事を考えます。
上図の場合、線電流と巻線電流は次の関係式になります。

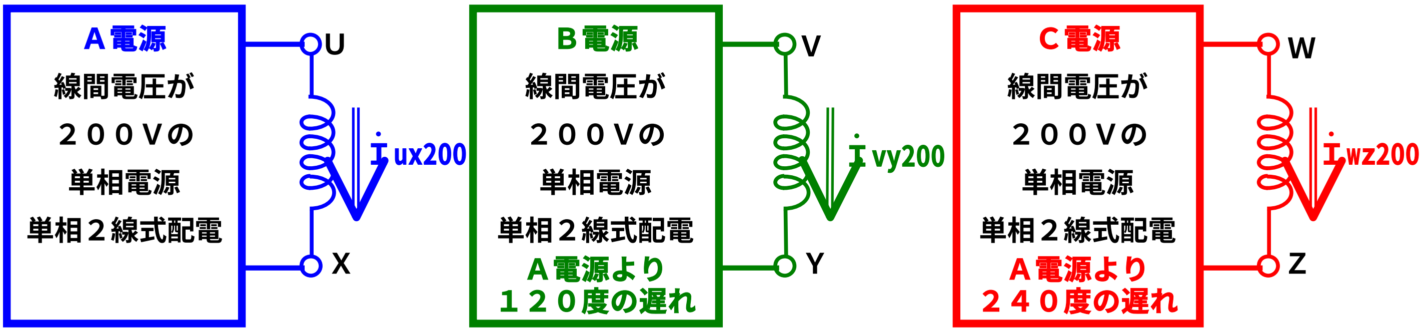
$|\dot{I}_{r346}| = |\dot{I}_{s346}| = |\dot{I}_{t346}| = |\dot{I}_{ux346}| = |\dot{I}_{vy346}| = |\dot{I}_{wz346}|$ ――― ②式

つまり**電流値の値は全部同じ**です。
又、Ｎ点（中性点）とＵ点、Ｖ点、Ｗ点間の電圧は２００Ｖです。
Ｎ点はＸ、Ｙ，Ｚ点と電気的に接続されています。（スター結線だから当たり前の話。）
従って、**Ｕ～Ｘ、Ｖ～Ｙ、Ｗ～Ｚ間に印加される電圧は２００Ｖ**です。

ここで、２つの回路（図１及び図２）の電動機の出力を考えます。
コイルの組み方を変えて、線間電圧を変えた。
図１の場合の出力をＰ[ｋＷ]とすると、図２の出力は・・・次の内のどれか？
（１）　Ｐ[ｋＷ]で同じ。
（２）　√３×Ｐ[ｋＷ]になる。
（３）　３×Ｐ[ｋＷ]になる。
（４）　Ｐ／√３[ｋＷ]になる。
（５）　Ｐ／３[ｋＷ]になる。
正解は（１）です。
どうして、こうなるかを次ページで説明します。

説明の為に次の様な回路を考えます。

図３



またまた、奇怪な回路図です。
この回路図は、誘導電動機の巻線をバラバラにして、各々に別々の単相電源を印加したものです。
電源の電圧は全部同じで、２００Ｖです。
電圧位相はそれぞれ１２０度の位相です。
つまり三相交流と同じです。
巻線の特性は全部同じですので、次の関係式が成り立ちます。

$|\dot{I}_{ux200}| = |\dot{I}_{vy200}| = |\dot{I}_{wz200}|$

つまり電流値は全部同じ大きさになります。
これで、誘導電動機は回るか？
ご心配無く。ちゃんと回ります。

では、この回路は、図１に当てはまるものでしょうか？それとも図２に当てはまるものでしょうか？
この図（図３）は図１と図２両方に当てはまります。
巻線コイル側から見ると、端子間に印加された電圧は、図１、図２、図３総て同じで２００Ｖです。
電源回路の線間電圧がどうなっていようと関係有りません。
１２０度ずれた電圧２００Ｖが６つの端子（ＵＶ、ＷＸ、ＹＺ）にそれぞれ印加されれば、
それで良い訳です。
従って、コイルに流れる電流は、図１、図２、図３で総て同じ電流になります。
つまり $|\dot{I}_{ux}| = |\dot{I}_{vy}| = |\dot{I}_{wz}| = |\dot{I}_{ux200}| = |\dot{I}_{vy200}| = |\dot{I}_{wz200}| = |\dot{I}_{ux346}| = |\dot{I}_{vy346}| = |\dot{I}_{wz346}|$
ーーー　③式
になります。

コイルに流れる電流が全部同じ、コイルに印加された電圧が全部同じ、つまり、出力は全部同じでＰ[ｋＷ]
になります。（図１、図２、図３に共通。）

次に、図１と図２の線電流を比べます。
①式を持ってきます。

$|\dot{I}_{r}| = |\dot{I}_{s}| = |\dot{I}_{t}| = \sqrt{3} \times |\dot{I}_{ux}| = \sqrt{3} \times |\dot{I}_{vy}| = \sqrt{3} \times |\dot{I}_{wz}|$　ーーー　①式

②式を持って来ます。

$|\dot{I}_{r346}| = |\dot{I}_{s346}| = |\dot{I}_{t346}| = |\dot{I}_{ux346}| = |\dot{I}_{vy346}| = |\dot{I}_{wz346}|$　ーーー　②式

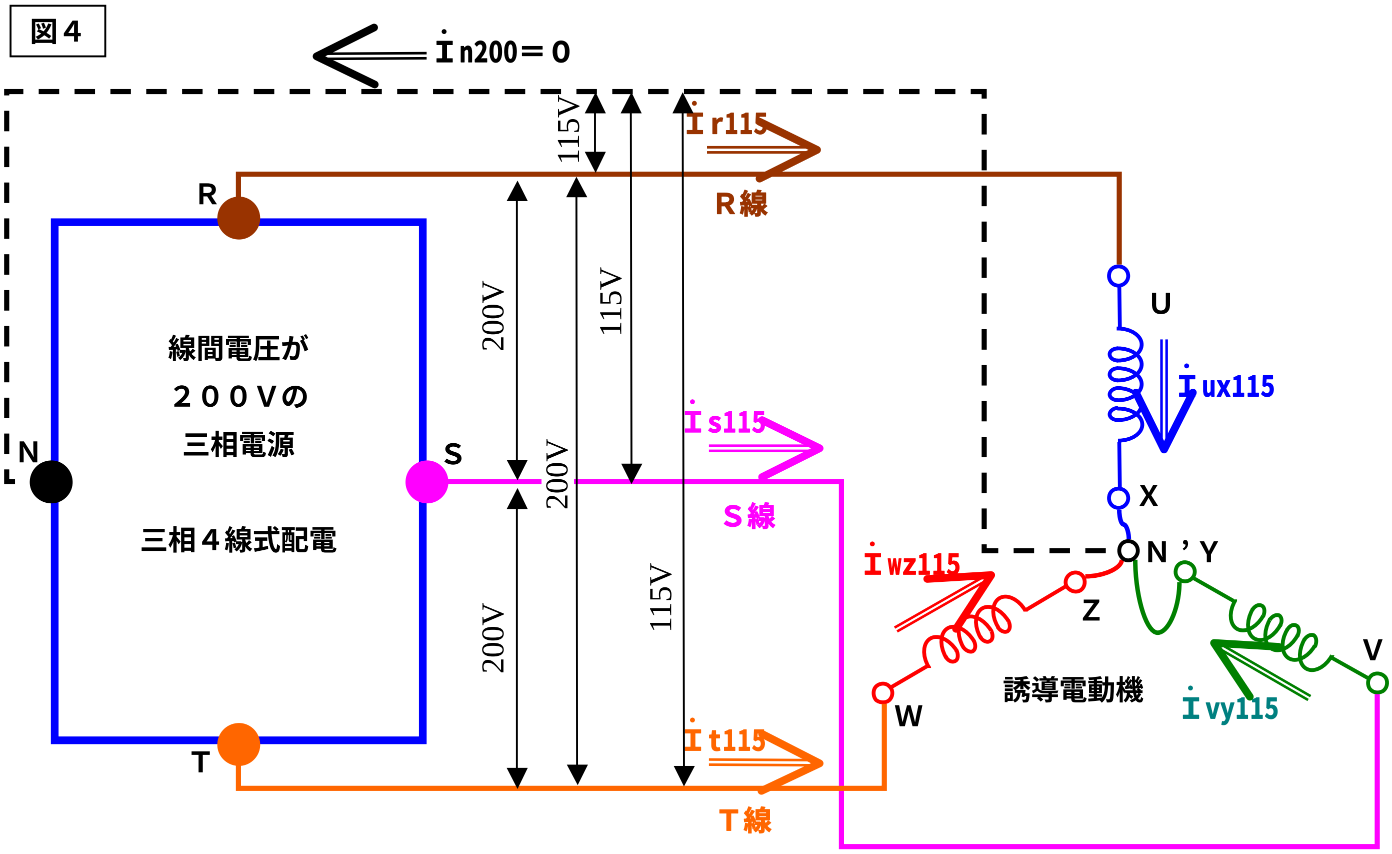
③式を見て、②式の値を①式に代入すると下記の式を得ます。

$|\dot{I}_{r}| = |\dot{I}_{s}| = |\dot{I}_{t}| = \sqrt{3}\ |\dot{I}_{r346}| = \sqrt{3} \times |\dot{I}_{s346}| = \sqrt{3} \times |\dot{I}_{t346}|$

図１の線電流は、図２の線電流の√３倍です。
言い換えると、図２の線電流は、図１の１／√３倍です。
図１に対して、図２は線間電圧を√３倍しましたが、線電流は１／√３倍になった訳です。

今度は、図２の線間電圧を下げます。

図４



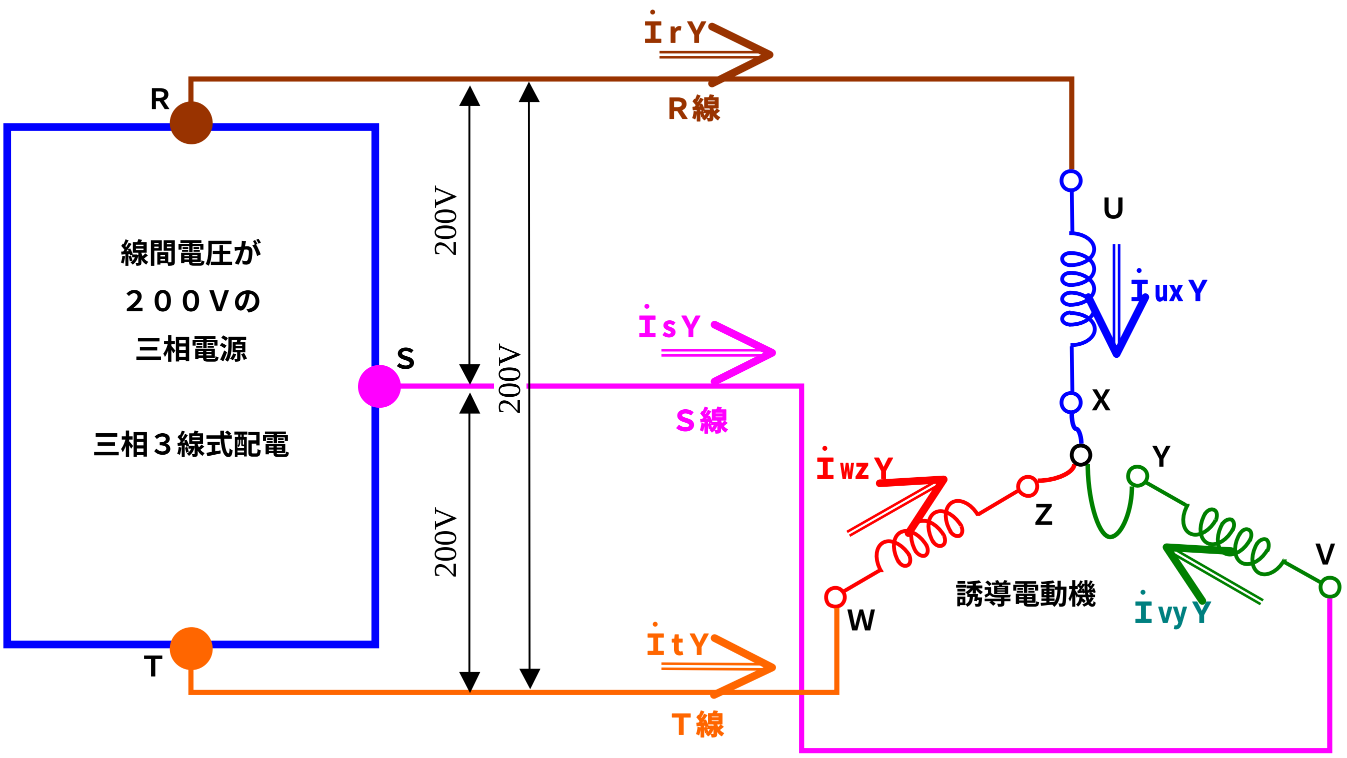
この図は、線間電圧を図２に対して１／√３倍にしたものです。
この図と、図２を比較します。
図から解るとおり、

$|\dot{I}_{r115}| = |\dot{I}_{s115}| = |\dot{I}_{t115}| = |\dot{I}_{ux115}| = |\dot{I}_{vy115}| = |\dot{I}_{wz115}|$　－－－　④式

になります。
負荷のインピーダンスは変わりませんので、線間電圧を１／√３倍にすれば、線電流は自動的に１／√３倍になります。
（消費電力は１／３になる。消費電力は電圧の２乗に比例。）
つまり、**図４の線電流は図２の線電流×１／√３倍**になります。
図２の線電流は図１の線電流×１／√３倍でしたから、
図４の線電流は図１の線電流×１／３倍になります。

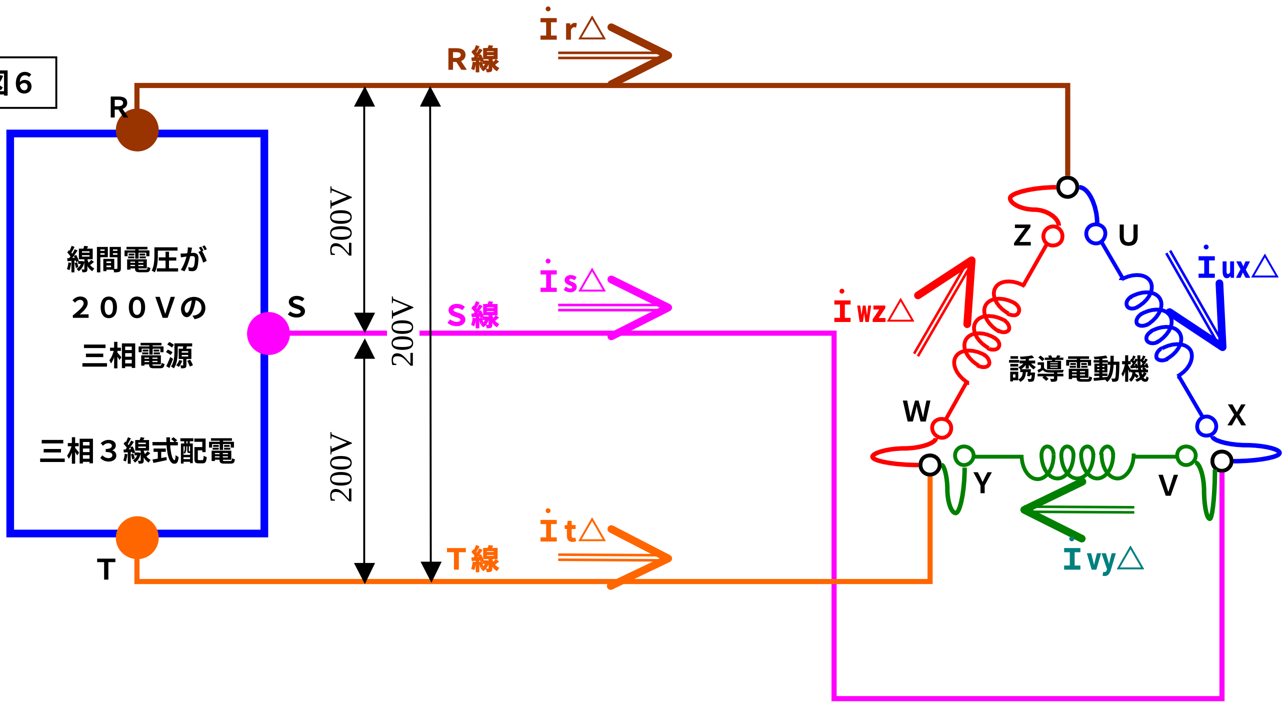
図４からN線を撤去します。
そうすると、この図は、スターデルタ始動のスター時の結線になります。
次ページ参照。

図５



つまり、スター結線時の線電流は、デルタ結線時の線電流の１／３になります。
下記に△結線時の場合を記載します。

図６



|İrY |= |İr△ |／３です。

おしまい

図６は普通に接続した場合の図です。
電源の線間電圧は２００Ｖ、誘導電動機巻線の結線はデルタです。

図６

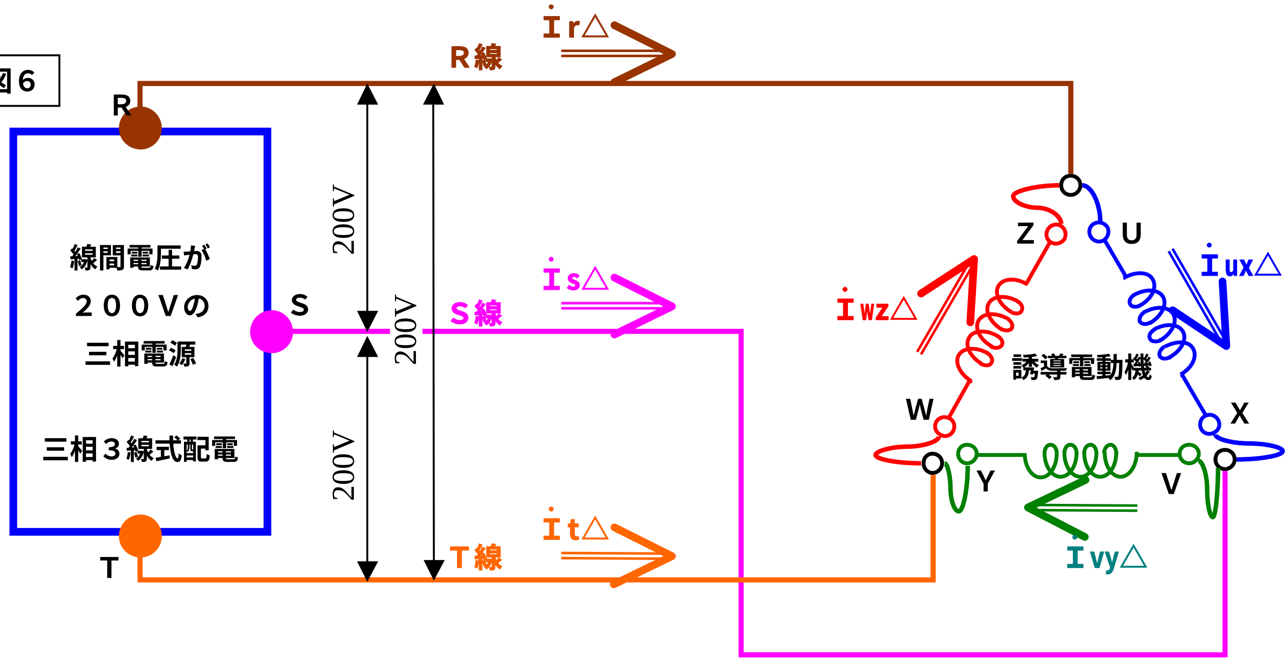


図３は怪しげな結線図です。

図３

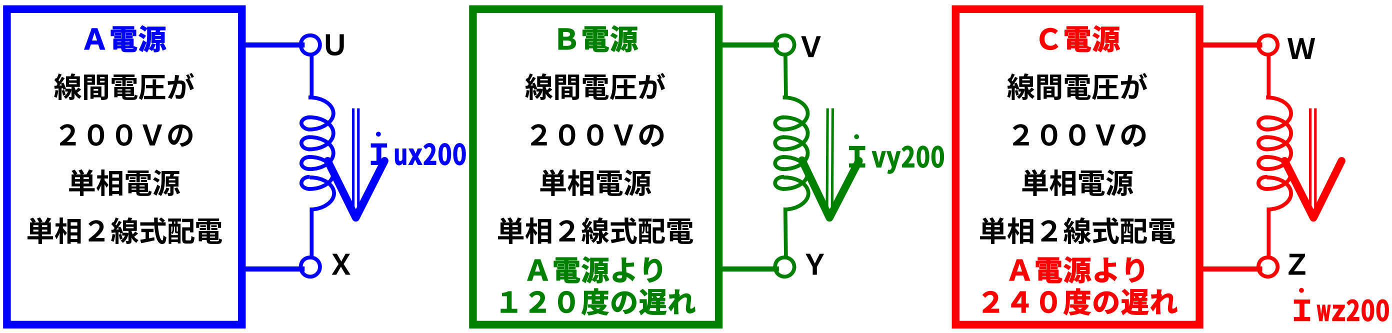
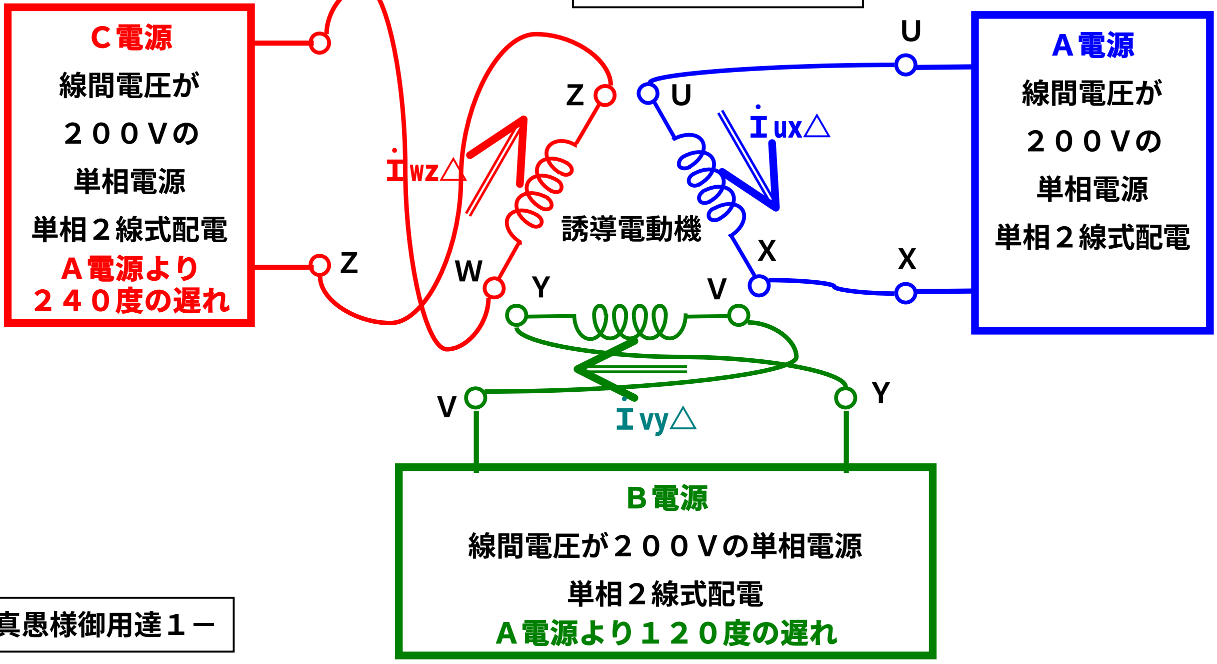


図３を下記のように書くと解って貰えるかも？

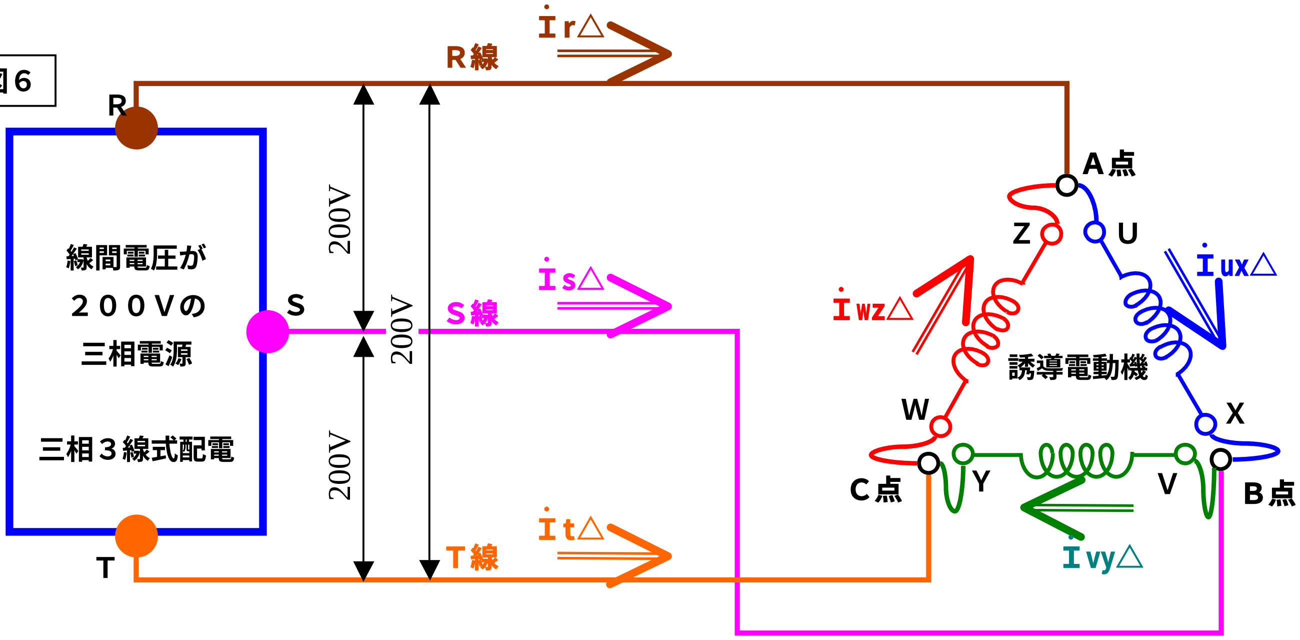
真愚様御用達図ー１



ー真愚様御用達１ー

デルタに接続した場合の巻き線電流の算出方法です。
巻線電流は線電流の１／√３倍になります。これを証明します。
前ページの図６を使って説明します。

図６



Ａ点に注目してキルヒホッフの原理を導入し、流入する電流をプラス、流出する電流をマイナスとすると下記の方程式が得られます。

$\dot{I}r\triangle + \dot{I}wz\triangle - \dot{I}ux\triangle = 0$

これを変形して$\dot{I}r\triangle$＝の式に書き換えると下記になります。

$\dot{I}r\triangle = \dot{I}ux\triangle - \dot{I}wz\triangle$　－－－　①式

同様にＢ点、Ｃ点に注目して下記の等式を得ます。

$\dot{I}s\triangle = \dot{I}vy\triangle - \dot{I}ux\triangle$　－－－　②式

$\dot{I}t\triangle = \dot{I}wz\triangle - \dot{I}vy\triangle$　－－－　③式

このままでは当然の話としてこの方程式は解けません。
（変数が６個有って、関係式が３個しか無い。従って絶対に解けない。）

ここで出来るだけ計算を簡略化して、解答を導き出す事を考えます。
線電流$\dot{I}r\triangle$を見て、$|\dot{I}r\triangle| = I$と置きます。
同様に$\dot{I}s\triangle$及び$\dot{I}t\triangle$も$|\dot{I}s\triangle| = I$、$|\dot{I}t\triangle| = I$と置きます。（電流の絶対値は全部同じ。）
ここで、$\dot{I}r\triangle$を基準ベクトルとすると、上記の式①～③は次のように変形できます。

$I\angle 0° = \dot{I}ux\triangle - \dot{I}wz\triangle$　－－－　④式

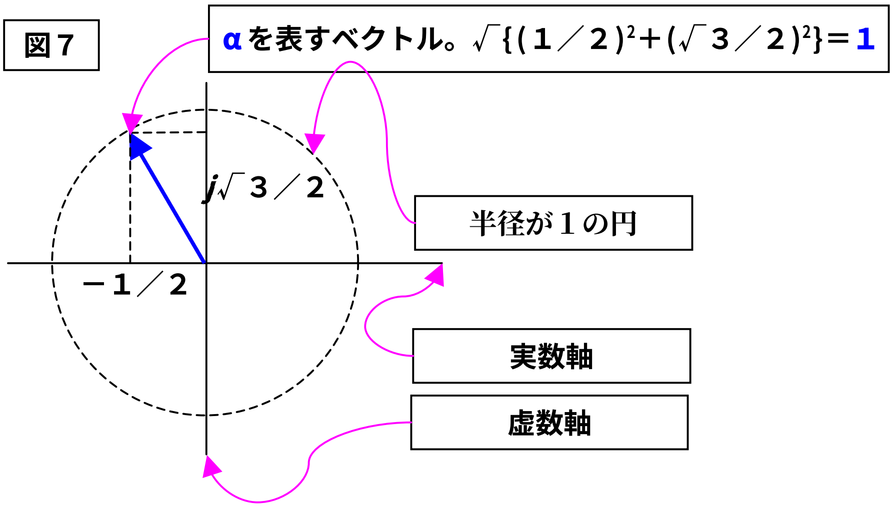
$I\angle -120° = \dot{I}vy\triangle - \dot{I}ux\triangle$　－－－　⑤式

$I\angle -240° = \dot{I}wz\triangle - \dot{I}vy\triangle$　－－－　⑥式

さらにこの式をベクトルオペレータを使って変形します。
ベクトルオペレータとは１２０°ずつ位相のずれたベクトルを扱う時に使用する複素数です。
次ページに解説を記載します。

ベクトルオペレータをαと書きます。
$\alpha = -1/2 + j\sqrt{3}/2$という複素数です。
これは下図の値を持つ長さが１のベクトルです。
つまり、$1\angle 120°$（長さが１、角度が１２０度）と等価です。
又、$\angle 120°$は$\angle -240°$と等しくなりますので、αは下記のように書けます。
$\alpha = -1/2 + j\sqrt{3}/2 = 1\angle 120° = 1\angle -240°$

図７



α^2は次のようになります。
$\alpha = -1/2 + j\sqrt{3}/2$だから
$\alpha^2 = (-1/2 + j\sqrt{3}/2)$の２乗
$= 1/4 - j\sqrt{3}/2 - 3/4$
$= -1/2 - j\sqrt{3}/2$
$= 1\angle 240° = 1\angle -120°$

図８

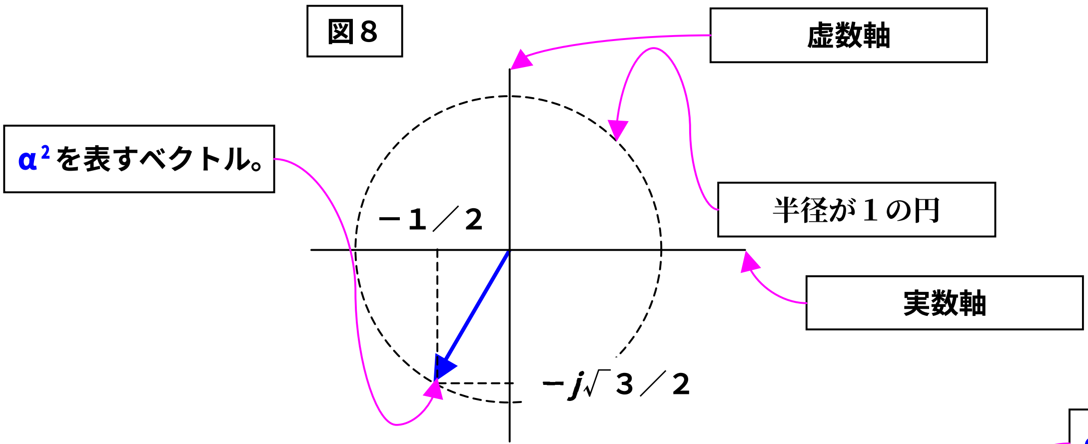
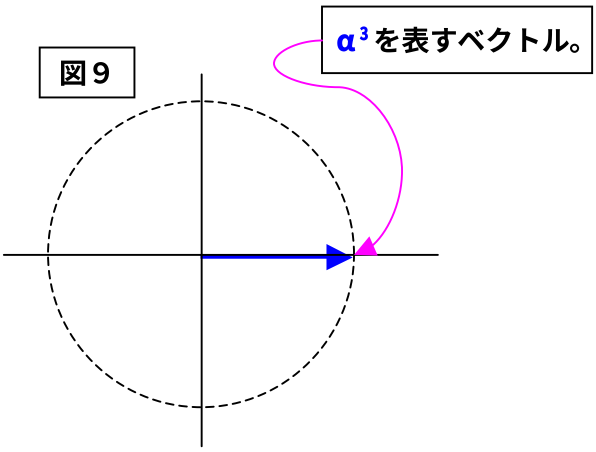


図９



α^3はα^2がさらに反時計回りに１２０°回ります。
つまり$\alpha^3 = 1$です。

ベクトルオペレータを導入して６ページの式を変形します。

$I\angle 0° = \dot{I}_{ux\triangle} - \dot{I}_{wz\triangle}$　　　−−−　④式

$I\angle -120° = \dot{I}_{vy\triangle} - \dot{I}_{ux\triangle}$　　　−−−　⑤式

$I\angle -240° = \dot{I}_{wz\triangle} - \dot{I}_{vy\triangle}$　　　−−−　⑥式

α を使うと上の式の左辺は次のように変形できます。

$I\angle 0 = I$

$I\angle -120° = \alpha^2 I$

$I\angle -240° = \alpha I$

従って、④〜⑥式は下記のようになります。

$I = \dot{I}_{ux\triangle} - \dot{I}_{wz\triangle}$　　　−−−　⑦式

$\alpha^2 I = \dot{I}_{vy\triangle} - \dot{I}_{ux\triangle}$　　　−−−　⑧式

$\alpha I = \dot{I}_{wz\triangle} - \dot{I}_{vy\triangle}$　　　−−−　⑨式

今度は右辺の変形を試みます。
巻線コイルに流れる電流の電流値は未だ解りません。
しかし、３つの電流 $\dot{I}_{ux\triangle}$，$\dot{I}_{vy\triangle}$，$\dot{I}_{wz\triangle}$ の絶対値は総て同じで、且つ位相が１２０°ずつ、ずれている事は解っています。
従って $\dot{I}_{ux\triangle}$ を基準にすれば $\dot{I}_{vy\triangle}$ と $\dot{I}_{wz\triangle}$ はベクトルオペレータ α を使って次のように書けます。

$\dot{I}_{vy\triangle} = \alpha^2 \dot{I}_{ux\triangle}$

$\dot{I}_{wz\triangle} = \alpha \dot{I}_{ux\triangle}$

この式を⑦〜⑨式に代入します。

$I = \dot{I}_{ux\triangle} - \alpha \dot{I}_{ux\triangle}$　　　−−−　⑩式

$\alpha^2 I = \alpha^2 \dot{I}_{ux\triangle} - \dot{I}_{ux\triangle}$　　　−−−　⑪式

$\alpha I = \alpha \dot{I}_{ux\triangle} - \alpha^2 \dot{I}_{ux\triangle}$　−−−　⑫式

⑩式を変形します。

$I = \dot{I}_{ux\triangle} - \alpha \dot{I}_{ux\triangle}$　　　−−−　⑩式

$I = (1-\alpha)\cdot \dot{I}_{ux\triangle}$

$\alpha = -1/2 + j\sqrt{3}/2$ ですから、

$I = \{1 - (-1/2 + j\sqrt{3}/2)\}\cdot \dot{I}_{ux\triangle}$

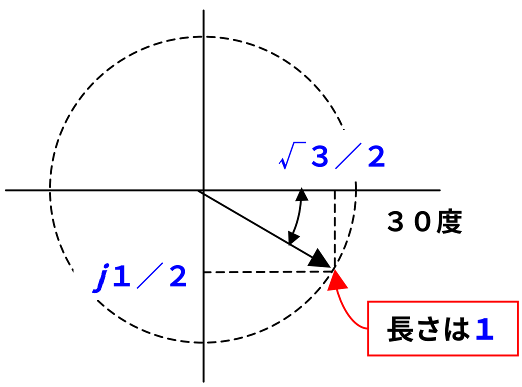
$I = (3/2 - j\sqrt{3}/2)\cdot \dot{I}_{ux\triangle}$

$\dot{I}_{ux\triangle} = I / (3/2 - j\sqrt{3}/2)$

$\dot{I}_{ux\triangle} = I / \{\sqrt{3} \times \underline{(\sqrt{3}/2 - j1/2)}\}$　＜＝結果が解っているのでこの様な不思議な変換が出来ます。

この式のアンダーラインの部分 $(\sqrt{3}/2 - j1/2)$ に注目します。
これをベクトル座標に書いてみると下記の様になります。
長さが１で３０°遅れのベクトルになっています。

図９



従って、この式は次のように変改できます。

$\dot{I}_{ux\triangle}=I/\{\sqrt{3}\times(\sqrt{3}/2-j1/2)\}$　＜＝元の式

$\sqrt{3}/2-j1/2=1\angle-30°$と書けますから、

$\dot{I}_{ux\triangle}=I/(\sqrt{3}\times1\angle-30°)$

$\dot{I}_{ux\triangle}=(I/\sqrt{3})\times1\angle+30°$

この式は次のように読めます。

$\dot{I}_{ux\triangle}$は大きさがIの$1/\sqrt{3}$で位相が３０°進んでいる。

両辺の絶対値を取れば、

$|\dot{I}_{ux\triangle}|=|I/\sqrt{3}|$となります。

つまり巻線に流れる電流の大きさは、線電流の$1/\sqrt{3}$倍です。

これが求めていた結論です。