

理論物理学での波の関数5

——相で解釈する理論物理学の正円の時間並びに基礎物理学での弧度を記述する方法——

A LIFE COM. バイオ研究室

富岡和人

1 まえがき

理論物理学の波の関数3で、著者が独自に時間を定義した。その時間は、正弦波を定義した正円で採用するものである。その時間は、アインシュタインの特殊相対性理論で使用する慣性座標系での時間でもある。正弦波は、著者が文献2で定義した。理論物理学での波の関数5では、心および時空について正円を使用して考察した。2章では正円で時空に関係を与えて、時空の物質およびエネルギーで心が相および性を顕わす^{ほう}験に法となるものを求めることを説明する。心では、認識する際に使用する智慧を仮定して^{のり}法となるものを考察した。この^{のり}法で心および時空をも統べることを考えることは、文献4で考察したことに関係する。正弦波で心に関係する相を描くのに、相で性を示すことになる。その性で体となるものから相を現すことを仮定することは、文献3および文献4で説明した著者が独自に構築している言葉での心のモデルに一致する。心のモデルの説明を正円で考え正弦波で記述する試みになる。この試みでは、正弦波で説明することでフーリエ級数理論を採用して一般的な波を使用することを考える。そのように正円を使用する際に、どのように弧度を正円で計算すべきかを3章で説明する。弧度を計算する際には、慣性座標系との関係を導入している。慣性座標系上での質点の運動および正円の円周上での点の回転について説明をした。弧の点の回転で、弧度を計算する技術についても説明した。このような計算方法は、第7回以降でも使用するものである。

2章では、正円で時空を考察するのに特殊相対性理論での慣性座標系を使用している。このことでは、重力の影響を記述する際には慣性座標系を応用して加速度で移動する座標系を仮定できる。このことで、一般相対性理論に応用できる。特殊相対性理論および一般相対性理論でも、時空を扱う。時空に存在する国土および我々の体は、我々の認識で周知である。この国土での物理学の法則に従う我々の^{からだ}体が、我々の心と結ばれていることを我々は認めている。このことでは、体は国土の中に在ることで国土に含めて扱うことが可能である。このように国土を扱うことで、国土および心が一体であることを仮定する考察をしている。心に物理学の量である距離を発見できないことで、心に時間および距離が存在しないものと文献3で仮定した。このことで、心は無始無終で存在することを著者は仮定した。このように距離が認められない心の世界が時空の世界に影響を及ぼすことを仮定する考察になった。このことで、肉体を得ているときから智慧を得て国土に力を作用させている我々の心^{から}を認めることができる。心に智慧を^か観て、その智慧で識を得るものと仮定することは2014年現在の著者には自然に感じる。この意味では、心に智慧を与えるものを仮定できた。その智慧を与えるものに、心および時空をも統べる^{のり}法を仮定した。このようなことは、文献4でも考察した。心が智慧を与えられることで、心の性が決定することを仮定できる。この仮定では、心の性が変化^かする。この変化について考えると、^{まこと}真実のものおよび^{かり}仮のものに区別できることが仮定できる。このことについて2章の最後の方で説明した。

3章では弧度を計算する際に正円の円周上の点の位置をどのように決定するものかについて説明した。3章1節では、正円を使用して3章1節以降で使用する正弦波を描く正弦関数を導出した。正弦波の独立変数のOradの位置について考察した。そのOradの位置を慣性座標系上の点として仮定することで、円周上の位置に在る点に各々の慣性座標系を仮定できることを説明した。Oradの位置の決定方法は、3章2節の説明でも重要である。3章2節では、正弦波の独立変数の弧度を正円で計算する方法について説明した。ここでは、2つの正円の図を使用して考察した。ひとつの独立変数となる弧度の関数は正円の円周上での位置を決定する際に、一意に定まるもの^かと考えることができる。そのような一意での正円の円周上の位置を説明した。

文献1から文献4までは、「理論物理学での波の関数」の第1回から第4回までのファイルである。第1回では波の速さ、波長および振動数を定義した。第2回では正弦波を定義した。第3回では正円で使用する時点について考察し、著者が独自に構築している心のモデルについて説明した。著者が独自に時間を定義した。この時間の定義を応用して、理論物理学の計算で心が無始無終で存在することを仮定した。第4回では第3回で無始無終の心の存在を仮定したことを応用して、心および時空をも統べる^{のり}法について考察した。この考察では、時空の宇宙での最小の空間について考察している。この考察では、文献5で著者が独自に定義した速度および加速度の定義を使用している。

文献5および文献6は、アインシュタインの特殊相対性理論を著者の独自の体系で説明したものである。文献5では、速度の変換の導出方法について説明している。速度の変換を説明する際に、時間の変換の説明もしている。時間の変換は、2章および3章に関係する。文献6では、エネルギーの変換および質量の変換の導出について説明をしている。真空中の光の波長および振動数の変換の導出についても説明をした。

文献7はアインシュタインの特殊相対性理論の論文を英訳したものが掲載されているとする本である。文献8は、著者が特殊相対性理論を学んだ専門書である。

文献9は、著者の専攻の心臓血管系の回路モデルの論文である。この論文は、著者の修士号論文を基にして作成している。著者の都合で、盗作の防止を意図することもあり意見の提案を多く上げている。これらの意見では、ほとんどが研究段階のものである。著者が学生の頃に専門の文献で説明してあった既出の心臓血管系の回路モデル理論が生理学の報告に一致しないものである。さらに、分母が零になる計算が存在したものと著者には記憶がある。文献9での著者が独自に構築した心臓血管系の回路モデルの理論は、既出のものが十分に説明していない箇所を生理学に一致するように説明したものである。分母が零にならないように計算もしている。小数点以下1桁でヒトの左心室の容積および内圧の測定値に完全に一致した計算結果も得ている。理論上では完全に測定値に一致させることはできる。ただし、文献9の理論は簡単なモデルの理論である。厳密には、実際の心臓血管系のものとは一致しない。

文献10では、文献9の心臓血管系の回路モデルを応用して血流量の定義およびインダクタンスの定義を発表している。血流量の定義は、文献9のものを改善したものである。文献9の血流量の定義は、文献9の課題には使用できるが生理学で使用するには耐えなものである。文献10の血流量の定義は、著者が生理学書で読んだものよりも厳密な定義を与えたものである。

文献11から文献13は、著者が独自に構築した心臓血管系の回路モデルを初心者向けに説明したファイルである。文献9および文献10の内容を反映させている。

本書では「誤り」がないことを保証はしない。本書の校正の作業は今後も行う予定である。本書の「誤り」が見つかった際には不定期に改訂を行い発行する予定である。

目次

1 まえがき	1
目次	3
2 相で解釈する理論物理学の正円の時間——著者が独自に定義した時間での考察——1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 9)	4
3 理論物理学で弧度を計算する際の加減の解釈 ^{1), 2), 3), 4), 5)}	8
3.1 弧度の記述	8
3.2 正円で正弦波を描くことができる弧度の解釈	12
4 あとがき	19
参考文献	19
免責事項	19
著作権	20

2 相で解釈する理論物理学の正円の時間——著者が独自に定義した時間での考察——1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 9)

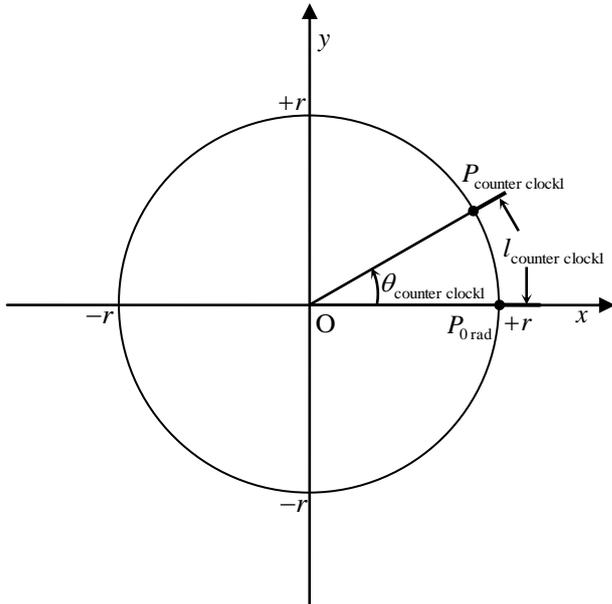


図 2.1 弧度を記述する弧の長さ

理論物理学での波の関数³⁾——以下では各回のファイルを第3回のように呼ぶ。——では、第2回²⁾で定義した正弦波を第3回の2章で導出した。第3回の3章では図2.1のような正円で使用する時点の座標系を考察した。著者の正弦波を描く理論の正弦波の時点には慣性座標系の時点を使用することを2012年現在の第3回では説明した。この慣性座標系には特殊相対性理論での慣性座標系を採用した。ニュートン理論でのガリレイの相対性理論で使用する座標系ではない。このことでは、時間の変換にアインシュタインの特殊相対性理論および一般相対性理論で採用するものを考慮しての考察であった⁷⁾。2012年現在の第3回の考察で、著者の独自の時間の定義を発表している。この時間の定義ではニュートン力学でもアインシュタインの特殊相対性理論および一般相対性理論でも使用できるものと2012年現在の著者は判断した。

正弦波を応用して、フーリエ級数理論——文献1および文献2の付録iで説明した。——で一般的な波⁹⁾を描くことができる。(2.1)の

集合 \mathbf{C} は複素数を意味する。(2.1)の関数 $f(\theta)$ の定義区間を(2.2)で示す。(2.1)の関数 $f(\theta)$ は、リーマン積分可能な周期関数であるものと仮定する。その関数 $f(\theta)$ はフーリエ級数(2.3)で記述できる。

$$f(\theta) \in \mathbf{C} \dots (2.1)$$

$$\theta \in [0, 2 \cdot \pi] \dots (2.2)$$

$$f(\theta) = \frac{a_0(f)}{2} + \sum_{m=1}^{\infty} (a_m(f) \cdot \sin(m \cdot \theta) + b_m(f) \cdot \cos(m \cdot \theta)) \dots (2.3)$$

時間および物質で説明する場を波で記述できる。場を記述するには時点および空間の位置情報を使用する。この意味では、物質が存在することで空間を仮定できる。その時空での波は物質の性および相を描くことができる。物質を体とする法を仮定することは、それらの法を収める法を仮定することになる。このように時空での波に相、性および体で記述する法を仮定することは、2012年現在の第3回で発表した著者の心のモデルに一致する。この法に物理学理論を収めることは、2013年現在の第4回⁴⁾で論じた。

波を描く座標は、物理学での時空である必要はない。フーリエ級数では、横軸に弧度を記述し縦軸に波の量となる数を記述できる直角座標系を一般に考える。著者の定義した正弦波の理論で弧度を記述するには、著者の定義した時点を採用して計算する。波の量にヒトの脳神経系および心臓血管系などの量を使用すると、心に現れる相を波で考えることができる。空間で物質——粒子とも仮定できる。——が運動することで記述できる量を使用して、時間および空間の無い世界である心の世界を考えることはできる。物質および心の関係で、波について研究できる。波は空間に伝搬することでは、粒子よりも広範囲に存在を仮定できる。粒子は質点として扱う場合は、1つの点として扱われる。心に空間を考えないことでは、距離を考えることができない場合を2012年現在の第3回で説明した。このような言葉のモデルでは、距離を考えない心および距離を定義されている空間が法で統べられている。このことで、心で空間の各位置に力を作用させることが可能であるかが問題である。このような作用を考えることで、心の作用をどのように時空に及ぼすことができるものかを考える。粒子よりも広範囲に存在が仮定できる波は、そのような作用で類似の特徴を示すものと著者は考える。

心がヒトおよびヒトが存在する環境に力を作用させることでは、心が^な作すことで波が生じることを説明する。フーリエ級数では正弦波の重ね合わせでひとつの波を記述できる。各波を各心の作すものと仮定すると、ひとつの波が生じることをフーリエ級数 (2.3) で説明できる。波の伝搬の速さ (2.4) ——著者の波の理論¹⁾ で独自に与えた。——を正弦波²⁾ で考えると、正円の円周を定数の速さで回転する点で角振動数 (2.5) を説明できる。弧度は 0 rad とする所から計算することで値が変わる。正弦波の角振動数 (2.6) は、定数で与える。正弦波の振幅 r ——図 2.1 に表示してある正円の半径である。——を考慮すると、正弦波の速さ (2.7) を計算できる。

$$v_{\text{wave}}(t) \equiv \lim_{h_t \rightarrow 0} \frac{l(t+h_t) - l(t)}{h_t} \dots (2.4) \text{——正円上に仮定した点で定義する。——波の速さの定義}$$

$$\omega_T = 2 \cdot \pi \cdot v \dots (2.5) \text{正弦波での角振動数および振動数の関係式}$$

$$\omega(t) \equiv \frac{d\theta(t)}{dt} \frac{\text{rad}}{\text{s}} \dots (2.6)$$

$$v_{\omega_T} = r \cdot \omega_T \dots (2.7)$$

この振動数 (2.5) で時計の周期を観ることができ、波の速さ (2.7) で距離を計算できる。時間の有る世界の正円で、その距離を計算できる。距離は、観測する座標系の相対性理論での変換で説明できるように異なる値となる。このことは、電磁気学の理論から考えた特殊相対性理論でも知ることができる。このような距離の相対性については、重力理論となる一般相対性理論でも考える。正弦波を描くのに使用する正円の距離および時間は、特殊相対性理論で採用する慣性座標系のものとした³⁾。このことは、各座標系を観測する際に標準とする時計の定義に採用する慣性座標系の条件を与える。この条件では、標準とする距離および時間を明確にすることを考える。心が体の影響を受けることを考えると、心が多くの座標系との関係を得ることを説明できる。このような関係では、距離および時間でエネルギーとの関係を説明することになる。この議論では、エネルギーの保存則と心^{からだ}の関係の問題を観ることになる。心で^{からだ}体を動かすことができる。このことは、心で物質を移動させている。心に距離を観測できないことでは、体の部位の届かない距離に在る物質を心の作用で動かす方法を 2014 年現在の著者は考える。エネルギーの保存則で、「心の影響の限界を説明できるものか」の課題を得る。

正円では、上下左右を示す。このことで、東西南北を考えることもできる。また、上下左右では、位の上下を意味することもある。位の上下では、善および悪を説明できる。善および悪では性を観る。この性を観る際には、正円を採用した議論であるので相には正円を見る。この正円では正弦波を描くことができ、時間を定義できる。そのような正円が相として与えられる所は、時計がある世界である。この時計で時間を観測して、正円で性について観ることができる。正円の円周の位置に時計の表示に使用できる 1 から 12 までの位置を与える。この位置の数字に 1 時間として読む場合および 1 年間として読む場合の時計を仮定する。1 年間の時計で各位置に春夏秋冬および土用を読むことができる。この時計で、五行を導入すると春の位置には木、夏の位置には火、土用の位置には土、秋の位置には金および冬の位置には水を観る。さらに、春の位置に東、夏の位置に南、土用に位置に中央、秋の位置には西および冬の位置には北を観る。角度で 360 度を 72 度で 5 つに等しく区分することはできる。これで、1 度を 1 日として計算すると 360 日になり 365 日には 5 日欠ける。このことは 1 日をどのように定めるかにも関わる問題である。このことも踏まえて、十二支では春の位置に寅・卯、夏の位置に巳・午、土用に位置に辰・未・戌・丑、秋の位置に申・酉および冬の位置に亥・子を観る。昼夜では、一日の時間で観ることができる。色では、春の位置に青、夏の位置に赤、土用に位置に黄、秋の位置には白および冬の位置には黒を観る。これらで、陰陽を観ることもできる。ここの議論での五行配当では、広辞苑第六版 DVD-ROM 版の五行配当 (表) および時の広辞苑-図版も参考にしている。五行を採用することで、五大、五根お

よび五輪を導入して観ることもできる。物理学でも正弦波で力の増減を観ることができ、五色あるいは昼夜で明暗を観ることもできる。五常では、春の位置に仁、夏の位置に信、土用に位置に智、秋の位置には義および冬の位置には礼を観る。天地では、例えば五大を使用して考えることができる。この例では、空を天として考えてみる。五大では、春の位置に空、夏の位置に火、土用に位置に地、秋の位置には風および冬の位置には水を観る。風でエネルギーの分布が与えられ雨、霧および電^{ひょう}が生じることで水——氷塊は氷である。——が生じる。惑星の地として扱う所から上方に空が生じる。この空に惑星を包む気体を仮定する場合には、気体が水分から生じる。この水分は惑星の地に含まれていた場合も仮定できる。水分から気体が生じるのに熱を用いる。熱を生じるものに火を当てて仮定する。日輪の有る惑星では火を日に当てることで、地球での物理学の説明を使用できる。熱のエネルギーの分布で粒子の運動が生じ風を説明できる。

上述のように正円および時間を使用することで方位、四季および心などについて扱うことができる。時計で五行を考慮することでは、方位および季節との関係に他の惑星で観測した記録が物理学に整合することを研究する必要がある。このような物理学で説明する現象には我々の心身との関係を観ることができる。時間が進むことでは、方位を太陽の位置で考え、エネルギーの分布の変化を説明できる。このエネルギーの変化から物理学での波を描くことができる。

時間には、1時間を60分で定義することで我々に始終を認識させる。太陽系では、太陽の位置の観測で時間を知ることができる。このことでは、地球の時点の周期および公転の周期で説明できるものを利用するのが普通である。1時間は単位となる時間としても扱えることから地球上での各始終の認識に観測できる波を説明するのに使用できる。

我々の心が無始無終で存在することでは、各々の心の支配のされ方は2014年現在の著者の考察では不明である。認識は心であるものである。我々が従う法^{のり}を仮定できる。心を支配するの^{のり}に、我々の識を生じる智慧を仮定できるものと2014年現在の著者は考える。このような智慧は心を支配する法に仮定することになる。法に智慧を仮定することでは、その法の支配で各々の心に用いる智慧を法が決定することを仮定できる。この意味では、法が各々の心が所有するものを支配する徳を示している。心の所有するものが決定することで心の状態が仮定できることでは、その状態を生じさせる徳を示している。心の状態が相として顕わされることでは、その状態に心を仕向け従わせる徳を示している。このような3つの徳を示す法は、物理学の法則のようなものとは異なる。法が智慧を用いることになるが、法である性を示している。

この法が支配する智慧で我々が時間に従って識を得る。我々の識は、心を支配している法の智慧並びに他の現象に支配される心身の世間との力および用^{ゆう}で生じる仮^{かり}のものとする——心身の世間には、心、身および環境を考える。——。識を説明できる波は、その力および用で生じた法を仮定するのに使用できる。智慧および我々の心を用いて、我々の心を支配する法が一体であるものと仮定する。この一体では、我々の心は国土と不二^{ふじ}であるものとする。この国土の中に我々の肉体を仮定する。我々の肉体は物理学の法則にも従うことで国土に存在しているものと、2014年現在の物理学では考えられるものと著者は判断する。このような国土に在る肉体を持つ我々の心は、その肉体とは不二であることを一期^{いちご}に観ることになる。物理学、心および国土は、上述の三徳を示す法に収められることで一体であるものと仮定できることを2014年現在の著者は考える。ここで仮定する一体では、上述の三徳を示す法の体はひとつである。この法の体から力および用が生じるものと仮定する。このような仮定では、真実および仮のものを次のように観ている。この法に真実を観て、この法の力および用で生じるものに仮のものを観る。真実の相を仮定することで、その相で所有するものを支配する徳、生じさせる徳および仕向け従わせる徳を得る心を仮定できる。これらの徳を得る各々の心は、徳^{とく}力が異なることで他の心の徳力を以て生じる用の相——ここでは、仮の相として扱う。——を顕わすことを仮定できる。このように観ることで、相での真実および仮のものを考えることができる。この法の真実の体に収められている我々の

心となるものおよび仮のものとして顕わされる我々の心となるものを仮定できる。このことは、法の唯一の体に我々の心、国土および他の一切のものが収められていることで説明できるようになる。現在の我々の心が仮のものであることでは、真実である我々の心を仮定できる。心と国土が一体であることで心が国土の影響を受けることが仮定できる。このことで、真実の国土と仮の国土を仮定できる。心および国土の各々に含まれる他の一切のもの、心および国土に観る相互関係について2014年現在の著者は考える。この上述に仮定した法から一切のものが生じることを仮定することは、2013年に発表した理論物理学での波の関数4の2章で説明した考察に関係する。

日輪が地を熱する。太陽の熱エネルギーの波が地表から上空に伝搬する。上空に伝搬した熱が水分を生じさせる。このことで、雨や風になる。雨の水あるいは風力などが地の運動を起こす。地の運動で水の流れが決定する。水で生物が育まれる。育まれた生物が活動することでヒトを含めた環境の世間を生じさせる。人が念を生じる所に智慧を仮定できる。智慧を得ることでヒトが識を感じる。このことでは、生体での情報に波を観測できる。識では文字および言葉に相当するものを観ることが有る。文字および言葉などに義を観ることは可能である。このような義から教えが生じる。教えを受けることで、生物が育まれる。教える際に、文字を視覚あるいは聴覚などの情報に変換して伝送する。この伝送の際に、波が生じる。

波の伝搬を追跡することで、その波を記述する正弦波がどの粒子の運動の影響で生じているものか説明できる。その粒子の運動する位置がヒトの生体に与える影響を知ることで、ヒトの心に作すものを考えることもできる。このことでは、心の方から波および粒子が生じる現象を仮定できる。この仮定では、上述の生体情報の波から教えを伝える際の通信で使用する波でも説明できる。正弦波では、時間および空間のある世界での議論である。心は、時空の世界で肉体を持って存在している我々の識で認めることができる。ここで、上述の法を仮定することで我々の無始無終の心と時空の世界が一体となる不二として議論できることを観る。このような仮説の真偽の追及は、我々の過去、現在および未来に関わることであり秩序および治安に関係するものと2014年現在の著者は考える。

3 理論物理学で弧度を計算する際の加減の解釈^{1), 2), 3), 4), 5)}

2章の正弦波を定義するのに使用した正円で、心および時空について考察した。この考察では、ひとつの正円で心および時空を扱った。心および時空がひとつの法^{のり}で統べられることを仮定した。このことでは、相で示す性は正円を使用して考えることができる。このように考えることは、正弦波で性を示す方法に観る。その性がまとめている法に統べられていることで、^{たい}体を仮定することができる。体から生じる相で性を示す。このことを、波を使用することで説明した。3章1節以降では、正円の計算で正弦波を扱う方法である。

図 2.1 で正弦波を記述できる。3章では、その関数の独立変数となる弧度の記述について説明する。著者が独自に構築している波の理論の計算方法に弧度の記述を使うので本章で特に説明することにした。3章1節で初めには、正弦波を描くことができる関数の導出である。その次に、0 rad の位置について考察して計算技術の説明をする。3章2節では、弧度の計算に使用する円周上の点の移動で正円の図を区別した。本書の第六回以降で、どのように図を描くかは重要である。

3.1 弧度の記述

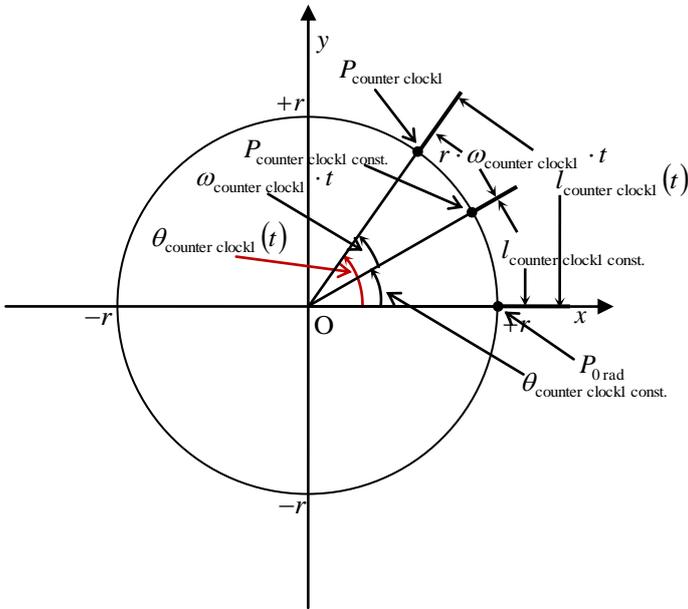


図 3.1 加算での逆時計回りの弧度

図 2.1 には半径が r である正円を描いている。図 2.1 では逆時計回りに回転する点 $P_{\text{counter clock}}$ および静止している点 $P_{0\text{rad}}$ の 2 つの点で、正弦波を描くことができる。この 2 つの点の間の距離である弧の長さ (3.1.1) で、0 以上の実数としての弧度 (3.1.2) を計算できる。

$$l_{\text{counter clock}} \dots (3.1.1)$$

$$\theta \equiv \frac{l}{r} \text{ rad}, (r \neq 0) \dots (3.1.2)$$

弧度 (3.1.2) の分子に弧の長さ (3.1.1) を代入すると、(3.1.3) になる。文献 1 で、波長の定義に (3.1.4) を与えた。波長 (3.1.4) を使用すると弧度 (3.1.3) は (3.1.5) に書き換えることができる。

$$\theta_{\text{counter clock}}(l_{\text{counter clock}}) = \frac{l_{\text{counter clock}}}{r}, (r \neq 0) \dots (3.1.3)$$

$$\lambda_r = 2 \cdot \pi \cdot r \dots (3.1.4)$$

$$\theta_{\text{counter clock}}(l_{\text{counter clock}}) = 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clock}}}{\lambda_r} \dots (3.1.5)$$

図 2.1 で正弦波の正弦関数を記述するのに、弧度 (3.1.5) を使用する。図 2.1 では半径が r であり、波長が (3.1.4) になった。このことで、その正弦関数は (3.1.6) で記述できる。

$$r \cdot \sin(\theta_{\text{counter clock}}(l_{\text{counter clock}})) = r \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clock}}}{\lambda_r}\right) \dots (3.1.6)$$

図 3.1 の円周上を定数の速さで回転する点の描く弧の長さ (3.1.1) は (3.1.7) である。(3.1.7) の右辺の第 1 項は、図 2.1 の円周を定数の速さで回転する点の描く弧の長さである——定数の速さ×時間である。——。(3.1.7) の右辺の第 2 項は、時間が零 (3.1.8) の時に点 $P_{0\text{rad}}$ から回転する点 $P_{\text{counter clock}}$ が在る位置までの弧の長さである。

$$l_{\text{counter clock}}(t) = v_{\text{counter clock}} \cdot t + l_{\text{counter clock const.}} \dots (3.1.7)$$

$$t = 0 \dots (3.1.8)$$

角振動数 (2.5) および振動数 (3.1.9) を使用すると, 正弦関数 (3.1.6) は (3.1.10) に書き換えることができる.

$\omega_T = 2 \cdot \pi \cdot \nu \dots$ (2.5) 正弦波での角振動数および振動数の関係式

$\nu \equiv \frac{v_{\omega_T}}{\lambda} \text{ Hz}, (\lambda \neq 0) \dots$ (3.1.9) 正弦波の振動数の定義

$$r \cdot \sin(\theta_{\text{counterclockl}}(t)) = r \cdot \sin\left(\omega_{\text{counterclockl}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r}\right) \dots (3.1.10)$$

時点が (3.1.8) の時には, 正弦関数 (3.1.10) は (3.1.11) になる. 弧の長さ (3.1.7) の第 2 項の円周上の点 $P_{\text{counterclockl const.}}$ での正弦関数を (3.1.11) で記述した.

$$r \cdot \sin(\theta_{\text{counterclockl}}(0)) = r \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r}\right) \dots (3.1.11)$$

正弦関数 (3.1.10) の弧度は (3.1.12) である. 弧度 (3.1.12) の左辺を (3.1.13) で記述できるものとする. ここで, 弧度 (3.1.12) および弧度 (3.1.13) の右辺を比較すると弧度 (3.1.14) および弧度 (3.1.15) を記述できる.

$$\theta_{\text{counterclockl}}(t) = \omega_{\text{counterclockl}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r} \dots (3.1.12)$$

$$\theta_{\text{counterclockl}}(t) = \theta_{\text{counterclockl } \omega}(t) + \theta_{\text{counterclockl const.}} \dots (3.1.13)$$

$$\theta_{\text{counterclockl } \omega}(t) = \omega_{\text{counterclockl}} \cdot t \dots (3.1.14)$$

$$\theta_{\text{counterclockl const.}} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r} \dots (3.1.15)$$

図 3.1 での点 $P_{\text{counterclockl const.}}$ の位置は距離 (3.1.16) を変えることで, 異なる位置を示す. このように弧度 (3.1.15) の値が変化することで, 弧度 (3.1.14) の値が同じでも弧度 (3.1.13) の値は変わることになる. 弧度 (3.1.14) は点 $P_{\text{counterclockl const.}}$ を基準として計算する弧度である.

$$l_{\text{counterclockl const.}} \dots (3.1.16)$$

弧度 (3.1.12) は点 $P_{0\text{rad}}$ を基準として計算することで, 点 $P_{0\text{rad}}$ に対応する慣性座標系から観測しているものと仮定できる. ここでの観測対象は, 点 $P_{\text{counterclockl}}$ が描く波を仮定している. 弧度 (3.1.14) は点 $P_{\text{counterclockl const.}}$ を基準として計算することで, 弧度 (3.1.12) と同じ慣性座標系での点 $P_{\text{counterclockl const.}}$ に対応する座標で観測しているものと仮定できる. 観測している慣性座標系については後で説明する. 正弦波を描く場合には, 点 $P_{0\text{rad}}$ を 0rad とするものと点 $P_{\text{counterclockl const.}}$ を 0rad とするものとは異なる正弦波である. 慣性座標系での相対的な位置の隔たりが有ることを正円の円周上の位置および弧度で示すことができる. このことを応用すると著者の独自に構築している本書の波の理論でドップラー効果について考察できる. このようなドップラー効果の考察では相対論的な問題も考える.

0rad の位置の定義は, 正円で描く正弦波の正弦関数の独立変数となる弧度を計算するのに使用できる. 図 2.1 および図 3.1 では, 点 $P_{0\text{rad}}$ に 0rad の位置の定義をした. 点 $P_{0\text{rad}}$ から逆時計回りに回転する点は正の値の弧度となり, 時計回りに回転する点の弧度は負の値になる. このことでは, 点 $P_{0\text{rad}}$ から或る点が角振動数で示す等速で回転を続ける場合では y 軸上の点は上方に移動するものと下方に移動するものとに分けることができる. この区別では, 3 章 2 節で正弦波の伝搬方向および負の時間について考察する. この考察は, 正弦波の伝搬した距離にも関係する. その伝搬距離の計算に波の発生源および観測位置が関係することもある. このことは, 円周上の各点の隔たりから計算できる弧の長さの変化を生じる. 弧の長さが異なることで, 異なる弧度の値を計算できる. このような計算は, 著者が独自に構築している波の理論でのドップラー効果の説明で応用する.

0 rad は, (3.1.17) で計算できる. (3.1.17) の集合 \mathbf{R} はすべての実数の集合である. 弧度を計算する際に, 円周上の任意の位置から弧度を計算することはできる. このことで, 0 rad を計算の結果にすることが円周上の任意の位置で与えられる. この意味での 0 rad の位置の定義は, その正円の円周上の点で計算するすべての弧度に 0 rad になる位置を定義したものではない. 弧度を示すそれぞれの変数には, それぞれ 0 rad になる位置を弧度の定義を使用して仮定できることは明らかである. ただし, 正弦波を定義する際には, 正弦波の独立変数である弧度が 0 rad になる位置は定義している——図 2.1 および図 3.1 では, 点 $P_{0\text{rad}}$ である. ——. その弧の位置の定義は文献 2 の 3 章で説明した.

$$\theta + (-\theta) = (-\theta) + \theta = 0, (\text{all } \theta, -\theta \in \mathbf{R}) \dots (3.1.17)$$

(3.1.17) では, 弧度の加法を使用している. 弧度の加法を使用することでは, 文献 2 の 2 章および 3 章で説明した公式 (3.18) ~ (3.21) を使用できる.

$$\sin(\theta_\alpha + \theta_\beta) = \sin \theta_\alpha \cdot \cos \theta_\beta + \cos \theta_\alpha \cdot \sin \theta_\beta \dots (3.1.18)$$

$$\cos(\theta_\alpha + \theta_\beta) = \cos \theta_\alpha \cdot \cos \theta_\beta - \sin \theta_\alpha \cdot \sin \theta_\beta \dots (3.1.19)$$

$$\sin(\theta_\alpha - \theta_\beta) = \sin \theta_\alpha \cdot \cos \theta_\beta - \cos \theta_\alpha \cdot \sin \theta_\beta \dots (3.1.20)$$

$$\cos(\theta_\alpha - \theta_\beta) = \cos \theta_\alpha \cdot \cos \theta_\beta + \sin \theta_\alpha \cdot \sin \theta_\beta \dots (3.1.21)$$

0 rad となる位置を通る半径方向に直交座標系の横軸を仮定して, 正弦波を考えることができる. このように直交座標系を仮定すると, 図 2.1 および図 3.1 のような正円の円周上を回転する点を使用できる. その回転する各々の点に各々の直交座標系を仮定して, 正弦波を描く正円に独立変数の 0 rad の位置が定義される. その 0 rad の位置を定義する際に, 原点を等しくする正円を描く直交座標系を各々仮定する. 仮定した各々の座標系は基準となる座標系の原点を固定点——回転している座標系の原点でもある. ——として回転をしていることになる.

各々の直交座標系が回転し続けることでは, その回転をしている直交座標系での独立変数の 0 rad の位置として定義した点が, その直交座標系で静止し続けているものと仮定する. 各々の直交座標系に対応する慣性座標系を仮定する. そのように仮定した各々の慣性座標系上で静止している質点を仮定できる. 静止している質点は, その質点が静止している慣性座標系と共に等速度運動している. このことで, 各々の慣性座標系を使用して特殊相対性理論での時間の変換を仮定できる. このように特殊相対性理論での時間の変換を正円で使用する時間に考えることができる. 正円で使用する時点が, どの慣性座標系の時点であるかは問題である.

各々の直交座標系での正円の円周上に定義した 0 rad の位置となる点——図 2.1 および図 3.1 の点 $P_{0\text{rad}}$ に相当するもの. ——がひとつの正円の円周上を回転し続けていることは説明した. この場合では, 円周上を回転し続けている点は等速——各々の点の速さが等しいことは保証していない. ——で回転している. 或る正円の円周上に在る 2 つの点の速さが互いに等しい場合では, その 2 つの点で計算する弧度は定数である. これらの回転し続けている点が静止している慣性座標系は, 互いに静止しているものと仮定できる. このことで, 各々の点が静止している慣性座標系の各位置に定義している時計の時点は, すべて等しいことは特殊相対性理論で説明できる.

円周上の点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ の弧度 (3.1.15) を (3.1.22) で書き直す. (3.1.22) の右辺では, (3.1.23) を保証する. 弧度 (3.1.23) が図 3.1 の円周上のどの位置から計算した弧の長さを使用しているかは不明である.

$$\theta_{\text{counter clockl const.}} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clockl const.}}}{\lambda_r} \dots (3.1.15)$$

$$\theta_{\text{counter clockl const.}} = -\theta_{\text{clockl const.}} \dots (3.1.22)$$

$$\theta_{\text{clockl const.}} = -2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clockl const.}}}{\lambda_r}, (r \neq 0) \dots (3.1.23)$$

この弧の長さの計算位置では、弧度 (3.1.23) が 0 rad となる円周上の位置を与えることになる。ただし、弧度 (3.1.22) は弧度 (3.1.15) を意味する。このことで、図 3.1 の円周上の位置は示されている。

弧度 (3.1.22) の記述での円周上の点の移動を考える。点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ に弧度 (3.1.23) の 0 rad になる位置を仮定する。この仮定では、点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ から時計回りに弧度 (3.1.23) の分だけ回って点 $P_{0\text{rad}}$ に達する。次に、点 $P_{0\text{rad}}$ から逆時計回りに弧度 (3.15) の分だけ回って点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ に達するものと考えることができる。一方、点 $P_{0\text{rad}}$ に弧度 (3.1.23) の 0 rad になる位置を仮定する。この仮定では、点 $P_{0\text{rad}}$ から時計回りに弧度 (3.1.23) の回転をした点に達する。弧度 (3.1.22) は弧度 (3.1.23) に負号をつけているので、弧度 (3.1.23) とは逆方向に弧度の分だけ回るものと考えることができる。最初に、点 $P_{0\text{rad}}$ から弧度 (3.1.23) 分だけ時計回りに回る。次に、その回転方向とは逆向きに弧度 (3.1.15) の 0 rad の点 $P_{0\text{rad}}$ に達するものと仮定する。最後に、点 $P_{0\text{rad}}$ から逆時計回りに弧度 (3.1.15) の分だけ回って点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ に達するものと仮定する。

上述の2つの仮定では、弧度の 0 rad となる位置が異なる。弧度の記述では、弧度の 0 rad となる位置および弧度の回転方向が仮定できる。弧度の 0 rad となる位置が異なることでは、弧度 (3.1.23) の分だけ回って達する点異なる。円周上の点の移動では、回る方向で説明している。弧度 (3.1.22) の右辺では、弧度 (3.1.23) とは逆方向に回ることを示している。弧度の符号は回転方向を意味するものと約束した。弧度 (3.1.22) の右辺では、弧度 (3.1.23) の絶対値の分だけ円周上の点が移動することになる。移動する方向は、弧度 (3.1.23) および弧度 (3.1.22) の箇所別れる。弧度 (3.1.23) の部分では時計回りになり、弧度 (3.1.22) の左辺では逆時計回りになる。移動の結果は弧度 (3.1.22) の左辺になることは明らかである。この意味では、最初に弧度 (3.1.23) の移動をするものと考えることができる。次に、弧度 (3.1.22) での右辺の負号の方向に回るものと考えることができる。そして、結果として弧度 (3.1.22) の左辺の位置になる。一般的な弧度の連続した移動を考えると、弧度 (3.1.23) の分だけ回った後に弧度 (3.1.22) の左辺の分だけ回り最終的な位置に点が達する。このような移動を満足するのは、上述の前者の方である。前者では、図 3.1 で点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ に弧度 (3.1.23) の 0 rad になる位置を仮定した。このように考えると、弧度 $\theta_{\text{counter clockl const.}}$ は図 3.1 の点 $P_{0\text{rad}}$ を 0 rad となる位置に定義できる。このことでは、図 3.1 の計算に使用できる。

弧度 (3.1.22) は右辺を移項することで弧度 (3.1.24) に書き直すことができる。弧度 (3.1.24) の右辺は 0 rad である。弧度 (3.1.24) の左辺は弧度 (3.1.25) に書き直すことができる。弧度 (3.1.25) の右辺の第1項には図 3.1 の 0 rad の位置として定義した点 $P_{0\text{rad}}$ から計算する弧度が記述してある。このことを弧度 (3.1.25) の右辺の加算に使用する。弧度 (3.1.25) の右辺の第1項で達する円周上の点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ から弧度 (3.1.25) の右辺の第2項で達する点にまで円周上の点が移動することを仮定できる。この仮定で、弧度 (3.1.24) の右辺の 0 rad を使用すると点 $P_{0\text{rad}}$ に戻ることになる。このように考えることでも弧度 (3.1.23) の 0 rad になる位置は点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ である。

$$\theta_{\text{counter clockl const.}} + \theta_{\text{clockl const.}} = 0 \dots (3.1.24)$$

$$\theta_{\text{conat.}} = \theta_{\text{counter clockl const.}} + \theta_{\text{clockl const.}} \dots (3.1.25)$$

弧度 (3.1.22) の値は定数である。弧度 (3.1.24) の右辺も定数である。弧度 (3.1.24) の加算には、円周上の点が移動する時間は記述していない。このことでは、弧度 (3.1.24) の記述は計算結果を記述しているもので移動の時間の認識を要求していない記述である。

各正円の円周上に図 3.1 の点 $P_{0\text{rad}}$ のような 0 rad となる位置を定義することは一箇所のみである。そのような独立変数でない弧度では、円周上の 0 rad となる位置——例えば、弧度 (3.1.23) の 0 rad になる位置は点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ である。——は正円上に任意に仮定できる。各々の 0 rad となる位置には別の直交座標系および慣性座標系を仮定できる。その

ような位置が静止している場合には、各々の慣性座標系の速さは点 $P_{0\text{rad}}$ の慣性座標系の速さに等しいものと仮定できる。このことは既に説明した。そのような位置が移動している場合には、各々の慣性座標系の速さは点 $P_{0\text{rad}}$ の慣性座標系の速さとは異なるものと仮定できる。

3.2 正円で正弦波を描くことができる弧度の解釈

3章1節で、弧度 (3.1.12) を独立変数とする正弦波 (3.1.10) を導出した。正弦波 (3.1.10) の右辺を (3.2.1) で使用して、著者が独自に構築している波の理論について考察する。

$$\theta_{\text{counterclockl}}(t) = \omega_{\text{counterclockl}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r} \dots (3.1.12)$$

$$r \cdot \sin(\theta_{\text{counterclockl}}(t)) = r \cdot \sin\left(\omega_{\text{counterclockl}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r}\right) \dots (3.1.10)$$

$$r \cdot \sin\left(\omega_{\text{counterclockl}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r}\right) \dots (3.2.1)$$

弧度 (3.2.2) を使用して、弧度 (3.2.3) を記述する。弧度 (3.2.3) の左辺は (3.1.10) の左辺の独立変数として記述している。弧度 (3.2.3) の右辺は、弧度 (3.1.10) の右辺に記述されている。

$$\theta_{\text{counterclockl const.}} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r}, (r \neq 0) \dots (3.2.2)$$

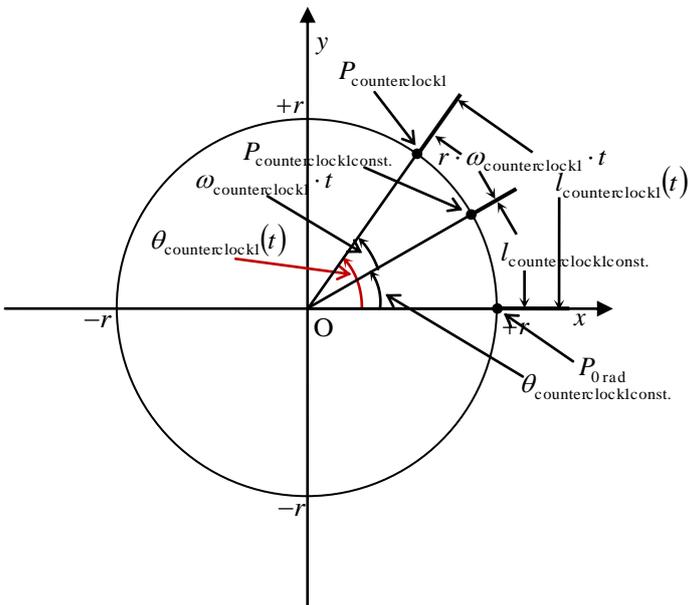
$$\theta_{\text{counterclockl}}(t) = \omega_{\text{counterclockl}} \cdot t + \theta_{\text{counterclockl const.}} \dots (3.2.3)$$

弧度 (3.2.4) を使用して、弧度 (3.2.5) を記述する。弧度 (3.2.4) の右辺は正弦関数 (3.1.10) の右辺に表示はしていない。弧度 (3.2.5) の右辺の値は、弧度 (3.2.3) の右辺の値に等しくなる。

$$\theta_{\text{clockl const.}} = -2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r}, (r \neq 0) \dots (3.2.4)$$

$$\theta_{\Gamma\text{counterclockl}}(t) = \omega_{\text{counterclockl}} \cdot t - \theta_{\text{clockl const.}} \dots (3.2.5)$$

ここでは、弧度 (3.2.3) および弧度 (3.2.5) で著者が独自に構築している波の理論について考える。弧度 (3.2.3) および弧度 (3.2.5) の両方で図 3.1 の同じ円周上の点を指定できる。この意味では、弧度 (3.2.3) および弧度 (3.2.5) で正



弦波 (3.2.1) を描くことができる。

弧度 (3.2.3) および弧度 (3.2.5) の各々が独立変数となる正弦関数を仮定する。その正弦波の伝搬した距離を計算している位置の指定をする。その位置は、慣性座標系上に仮定する。弧度 (3.2.2) の 0 rad となる位置は、図 3.1 での点 $P_{0\text{rad}}$ である。弧度 (3.2.4) の 0 rad となる位置は、3章1節で考察した。弧度 (3.2.4) の右辺は弧度 (3.1.23) の右辺に等しい。このことで、0 rad になる位置は点 $P_{\text{counterclockl const.}}$ であるものと仮定できる。弧度 (3.2.2) および弧度 (3.2.4) の 0 rad となる円周上の位置は異なる。

$$\theta_{\text{clockl const.}} = -2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockl const.}}}{\lambda_r}, (r \neq 0) \dots (3.1.23)$$

各々の弧度を計算する円周上の点に対応するの慣性座標系を指

図 3.1 加算での逆時計回りの弧度

定できる．この指定で，ひとつの円周上の各々の位置に対応する慣性座標系上の各々の位置を指定できることを仮定する．弧度 (3.2.2) および弧度 (3.2.4) で指定する各々の慣性座標系の速さは等しい．図 3.1 の直交座標系の円周を使用しているので，図 3.1 の正円に対応する慣性座標系で考える．

弧度 (3.2.5) の記述の第 2 項が，弧度 (3.1.22) になる．このことでは，その定数である第 2 項の点の移動の時点に対応する履歴は不明である．弧度 (3.2.4) で指定できる慣性座標系上での位置に存在するものが，伝搬する正弦波を観測できるものと仮定する．弧度 (3.2.4) が定数であることから互いに静止している慣性座標系を仮定した．どちらの慣性座標系上でも互いに静止している位置での正弦波の観測である．各々の慣性座標系上の移動でも等速直線運動の場合では，図 3.1 の正円を使用して考えることができる．

$$\theta_{\text{counter clockl const.}} = -\theta_{\text{clockl const.}} \dots (3.1.22)$$

——弧度 (3.2.3) および弧度 (3.2.5) で使用する正円の解釈について——

図 3.2 のような場合では，点の移動が図 3.1 のようにはならない．図 3.2 では，弧度 $\theta_{\Gamma\text{counter clockl}}(t)$ が点 $P_{\text{clockl const.}}$ から逆時計回りで計算している．正弦波の伝搬する距離が 0 rad である点 $P_{0\text{rad}}$ から計算することになる．このことは，最初に点 $P_{\text{clockl const.}}$ の時計回りの弧度を示している．点 $P_{0\text{rad}}$ の 0 rad から正弦波が描けることを図 3.2 では意味する．弧度 $\theta_{\Gamma\text{counter clockl}}(t)$ が，リーマン積分可能な滑らかで連続な関数の独立変数ではない¹⁾ ——不連続な弧度である．——．弧度 $\theta_{\Gamma\text{counter clockl}}(t)$ が図 3.2 の計算では，その正円を使用して正弦波 (3.2.1) を描く弧度ではない．弧度 $\theta_{\Gamma\text{counter clockl}}(t)$ が 0 rad のときに，図 3.2 の正円では負の弧度である $\theta_{\text{clockl const.}}$ を意味する．図 3.2 の弧度 $\theta_{\text{clockl const.}}$ に対応する y 軸の負の値を示すことになる．このことで，図 3.2 のように弧度を計算する場合は改めて図 3.1 のような正円を仮定する．その正円を使用して正弦波を描くことが，ひとつの方法として 2014 年現在の著者は考える．

図 3.1 では，弧度 $\theta_{\text{counter clockl}}(t)$ を点 $P_{0\text{rad}}$ から逆時計回りで計算している．図 3.1 での弧度 $\theta_{\text{counter clockl}}(t)$ には，リーマン積分可能な滑らかで連続な関数の独立変数を仮定している．

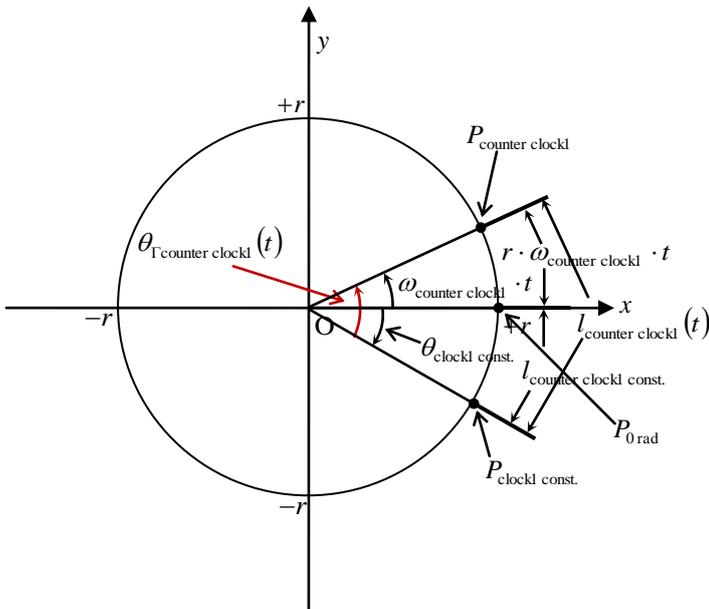


図 3.2 (3.1.12) の右辺の解釈にならない図

$$\theta_{\text{counter clockl}}(t) = \omega_{\text{counter clockl}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clockl const.}}}{\lambda_r} \dots (3.1.12)$$

図 3.1 が図 3.2 とは異なる所を考える．伝搬距離，正弦波を描き始める円周上の点，弧度の回転方向，弧の長さおよび 0 rad の位置を定義して正弦波を描くことについて説明する．

弧度 (3.2.3) では，正弦波 (3.2.1) の伝搬した距離は点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ および点 $P_{\text{counter clockl}}$ での 2 点間を使用する．その 2 点間での弧の長さ $r \cdot \omega_{\text{counter clockl}} \cdot t$ で，その距離を計算している．弧度 (3.2.3) の計算は，点 $P_{0\text{rad}}$ および点 $P_{\text{counter clockl}}$ の 2 点間の弧の長さを使用して計算している．

$$\theta_{\text{counter clockl}}(t) = \omega_{\text{counter clockl}} \cdot t + \theta_{\text{counter clockl const.}} \dots (3.2.3)$$

$$r \cdot \sin \left(\omega_{\text{counter clockl}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clockl const.}}}{\lambda_r} \right) \dots (3.2.1)$$

弧度 (3.2.5) では，正弦波 (3.2.1) の伝搬した距離は点 $P_{0\text{rad}}$ および点 $P_{\text{counter clockl}}$ の 2 点間の弧の長さ $r \cdot \omega_{\text{counter clockl}} \cdot t$ で計算している．弧度 (3.2.5) の計算は，点 $P_{\text{clockl const.}}$ および点 $P_{\text{counter clockl}}$

の 2 点間の弧の長さを使用して計算している.

$$\theta_{\Gamma \text{counter clockl}}(t) = \omega_{\text{counter clockl}} \cdot t - \theta_{\text{clockl const.}} \dots (3.2.5)$$

図 3.1 では, 点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ から等速で逆時計回りに回転する点 $P_{\text{counter clockl}}$ で正弦波 (3.2.1) を描いているものと考え

る. 図 3.2 では, 点 $P_{0 \text{rad}}$ から等速で逆時計回りに回転する点 $P_{\text{counter clockl}}$ で正弦波 (3.2.6) を描いているものと考えることができる.

$$r \cdot \sin(\omega_{\text{counter clockl}} \cdot t) \dots (3.2.6)$$

図 3.1 の点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ は図 3.2 の点 $P_{0 \text{rad}}$ とは異なる円周上の位置を示している. 図 3.1 で正弦波 (3.2.1) の独立変数 (3.2.3) である描く弧度を計算できる点 $P_{0 \text{rad}}$ は, 点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ から負の弧度の回転方向に弧の長さ $l_{\text{counter clockl const.}}$ だけ回転した円周上の位置である. 図 3.2 で正弦波 (3.2.6) の独立変数でない弧度 (3.2.4) を計算する点 $P_{\text{clockl const.}}$ は, 点 $P_{0 \text{rad}}$ から負の弧度の回転方向に弧の長さ $l_{\text{counter clockl const.}}$ だけ回転した円周上の位置である.

$$\theta_{\text{clockl const.}} = -2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clockl const.}}}{\lambda_r}, (r \neq 0) \dots (3.2.4)$$

図 3.1 では, 弧度 $\theta_{\text{counter clockl}}(t)$ の計算する方法が図 3.2 とは異なる. 正弦波 (3.2.1) の伝搬した距離を計算する点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ が, 図 3.1 には表示されている. 正弦波 (3.2.6) の伝搬した距離を計算する点 $P_{0 \text{rad}}$ が, 図 3.2 には表示されている. これらの点から等しい弧の長さ $l_{\text{counter clockl const.}}$ だけ時計回りに回転していることは, 共通である.

正弦波の独立変数である弧度の 0rad の点 $P_{0 \text{rad}}$ を円周上に定義していない場合では, その弧度の 0rad とする円周上の位置が一意に定まらない. この位置を定めることで独立変数の弧度の値は, その位置で定義された 0rad を基準として計算する. 図 3.2 の点 $P_{0 \text{rad}}$ が独立変数の 0rad を計算する直交座標系の点である場合には, その独立変数が点 $P_{\text{clockl const.}}$ では負の弧度である. その負の弧度に対応する y 軸上の値を正弦波の値に対応させる.

——弧度の符号で示す伝搬方向について——

図 3.1 および図 3.2 では, 慣性座標系を仮定できることを説明した. 慣性座標系上での正弦波の伝搬方向を弧度の符号で考える. 弧度は, (3.2.3) あるいは (3.2.5) で記述すると各々に第 1 項および第 2 項を記述した. 第 1 項および第 2 項の弧度は異なる解釈を示す. 次に, 第 1 項および第 2 項の弧度の解釈について考える. 弧度の符号で示す伝搬方向について以下のように議論できる.

図 3.2 では, 波の伝搬する位置である点 $P_{0 \text{rad}}$ を仮定している. 点 $P_{0 \text{rad}}$ から隔たれた所に正弦波の独立変数となる弧度 $\theta_{\Gamma \text{counter clockl}}(t)$ を計算する位置として, 点 $P_{\text{clockl const.}}$ を仮定した. 点 $P_{\text{clockl const.}}$ で独立変数 $\theta_{\Gamma \text{counter clockl}}(t)$ が 0rad となるように定義した. このことで, 点 $P_{0 \text{rad}}$ から点 $P_{\text{clockl const.}}$ までの弧度は負の弧度となる. その負の弧度の位置から 0rad に定義した所である点 $P_{0 \text{rad}}$ は, 正の弧度の回転方向で定義したことになる. 正弦波の値が y 軸上の値として連続に繋がるように変化することを正弦波の記述に要求することは一般的である. このことで, その要求を満足するように弧度を計算する. 点 $P_{0 \text{rad}}$ のように 0rad の位置を定義することで, その点から時計方向に回転する場合は正弦波の独立変数となる弧度に負の弧度を与えることなる. このように, 正円を使用して計算する際には負の弧度を対応させなければならない要求が生じることが有る. この要求で, 図 3.2 では点 $P_{\text{counter clockl}}$ の y 軸の値が連続して点 $P_{\text{clockl const.}}$ の y 軸の値に繋がらないことになる. このことは, 時間を負の値で与えることを許すことで解決できる.

しかし、弧の長さとして定義した $(\omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t) \cdot r$ が負の値になることで採用できる時間でないことにもなる。このことは、負の弧度の場合での弧の長さの計算を採用することで解決できる。負の時間の計算では、時点の進みが正の値の場合とは逆になる場合を考える。これは、現在から過去に向かうことを意味する。過去の観測が不明であることでは、時間である変数に負の値が代入できることを保証していない。さらに、図 3.2 の正円では正弦波 (3.2.1) の独立変数 $\theta_{\text{counterclockwise}}(t)$ となる弧度の 0 rad の位置は決定している。

$$r \cdot \sin\left(\omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counterclockwise const.}}}{\lambda_r}\right) \dots (3.2.1)$$

この決定で、図3.2では正弦波 (3.2.1) の独立変数となる弧度 $\theta_{\text{counterclockwise}}(t)$ の 0 rad の位置は点 $P_{0 \text{ rad}}$ から計算して負の弧度になる。このことで、図 3.2 の正円を使用して弧度 (3.2.5) の正弦波 (3.2.1) を描くことができない。

$$\theta_{\text{counterclockwise}}(t) = \omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t - \theta_{\text{clockwise const.}} \dots (3.2.5)$$

点 $P_{\text{counterclockwise}}$ の回転方向が波の進行方向であるならば、負の時間では波は逆方向に進行していることを意味する。このような伝搬は、波の伝搬で観測しているものではない。この事実では、点 $P_{\text{counterclockwise}}$ の回転方向に対する解釈にも負の時間で計算できるものかの問題は関係する。正弦波が等速直線運動をして伝搬する。このことで、回転方向を正弦波の伝搬方向として仮定すると正円上の点の回転方向は逆時計回りあるいは時計回りのどちらかである。負の時間を採用することで、ひとつの正弦波の伝搬方向が 0 rad を境に図 3.1 および図 3.2 で正負の弧度を記述する。独立変数である弧度の符号で逆時計回りおよび時計回りの2つの方向を示すことが有る。弧度の符号で正弦波の伝搬方向を仮定することは、ひとつの伝搬方向が2つになる場合が有る。このことは、理論上および観測上の正弦波とは異なるものと 2014 年現在の著者の知る上では言える。y 軸上の値は、正弦波の値であるので正弦波の進行方向を示していない。円周上の点のどちらの回転方向でも、x 軸上の値が同じ方向に移動する場合に y 軸方向の値は上方あるいは下方へと異なる方向に変化する。回転方向は、円周上の点の変化で決定できる。その点の変化が正弦波の伝搬方向に従って、伝搬方向の回転方向が明らかになる。正弦波の伝搬方向で正弦波の値が決定する。この値の変化から正弦波の伝搬方向が分かるので、その伝搬方向を弧度の回転方向に対応させることができる。

このような議論では、正弦波の独立変数となる弧度の回転方向は正弦波の伝搬方向の記述でない。その独立変数となる弧度の符号で、正弦波の伝搬方向を考えることはできる。この符号は、伝搬方向を記述していない。図 3.1 のように、0 rad の位置からの回転方向を記述している。

正弦波の伝搬は、正弦波の発生源を囲む球面に達することを仮定できることが有る。このことでは、発生源から等速直線運動して十方に伝搬するものとの仮定を含む。十方に等速直線運動する場合では、同じ時点で慣性座標系上の各々の位置に各々の正弦波が伝搬することを仮定できる。

正弦波の伝搬方向は弧度 $\omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t$ の回転方向で示すものと仮定できる。図 3.2 の正弦波の独立変数となる弧度は、 $\theta_{\text{counterclockwise}}(t)$ で記述している。正弦波が過去の時間に伝搬している場合は、 $\omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t$ で過去の伝搬方向および距離を計算できることもある。 $\omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t$ で示す伝搬方向は、正弦波の等速直線運動のひとつの方向のみである。 $\theta_{\text{counterclockwise}}(t)$ は伝搬している正弦波を描く際の独立変数である。正弦波の独立変数は、正弦波の伝搬方向および距離を計算するものとして一般には扱うことができない。

このような考察で、図 3.2 は、(3.2.5) の $\theta_{\text{counterclockwise}}(t)$ が独立変数となる正弦波を描く正円としては扱えない。図 3.1 は、(3.2.3) の $\theta_{\text{counterclockwise}}(t)$ が独立変数となる正弦波を描く正円として扱える。

$$\theta_{\text{counterclockwise}}(t) = \omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t - \theta_{\text{clockwise const.}} \dots (3.2.5)$$

$$\theta_{\text{counterclockwise}}(t) = \omega_{\text{counterclockwise}} \cdot t + \theta_{\text{counterclockwise const.}} \dots (3.2.3)$$

——円周上の点の位置について——

正円で使用する円周上の点の位置が分かることで、使用する図を決定できる。図 3.1 を使用する場合について、次のように議論できる。

弧度 (3.2.3) の右辺の第 2 項を左辺に移項すると (3.2.7) を記述できる。弧度 (3.2.5) の右辺の第 2 項を左辺に移項すると (3.2.8) を記述できる。弧度 (3.2.7) および弧度 (3.2.8) の右辺の弧度は、正弦波 (3.2.1) および正弦波 (3.2.6) の弧度 (3.1.14) である。

$$\theta_{\text{counter clock1}}(t) - \theta_{\text{counter clock1 const.}} = \omega_{\text{counter clock1}} \cdot t \cdots (3.2.7)$$

$$\theta_{\Gamma\text{counter clock1}}(t) + \theta_{\text{clock1 const.}} = \omega_{\text{counter clock1}} \cdot t \cdots (3.2.8)$$

$$r \cdot \sin\left(\omega_{\text{counter clock1}} \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clock1 const.}}}{\lambda_r}\right) \cdots (3.2.1)$$

$$r \cdot \sin(\omega_{\text{counter clock1}} \cdot t) \cdots (3.2.6)$$

$$\theta_{\text{counter clock1 } \omega}(t) = \omega_{\text{counter clock1}} \cdot t \cdots (3.1.14)$$

図 3.1 を使用すると (3.2.7) の左辺は (3.2.9) の左辺で記述できる。図 3.2 を使用すると (3.2.8) の左辺は (3.2.10) の左辺で記述できる。弧度 (3.2.9) の右辺は、点 $P_{\text{counter clock1 const.}}$ および点 $P_{\text{counter clock1}}$ で計算した弧度である。弧度 (3.2.10) の右辺の第 1 項は、点 $P_{0\text{ rad}}$ および点 $P_{\text{counter clock1}}$ で計算した弧度である。

$$\theta_{\text{counter clock2}}(t) = \theta_{\text{counter clock1}}(t) - \theta_{\text{counter clock1 const.}} \cdots (3.2.9)$$

$$\theta_{\text{counter clock3}}(t) = \theta_{\Gamma\text{counter clock1}}(t) + \theta_{\text{clock1 const.}} \cdots (3.2.10)$$

弧度 (3.2.7) および弧度 (3.2.8) の右辺は等しいので (3.2.11) であることは明らかである。(3.2.11) で示す正弦波の伝搬方向は逆時計回りで等しいものとなる。(3.2.11) で弧度は等しくても弧度を計算する正円上の位置が異なる。弧度を計算する際に使用した点の位置を決定する方法が式 (3.2.3) および式 (3.2.5) には記述されていない。このように弧度を計算する際に使用する点の位置が不明であることで問題が生じる。著者が構築している波の理論での弧度を計算する際に使用する正円上の点の決定方法について、次に説明していく。

$$\theta_{\text{counter clock2}}(t) = \theta_{\text{counter clock3}}(t) = \omega_{\text{counter clock1}} \cdot t \cdots (3.2.11)$$

弧度を計算する際に使用する点の位置を与える方法での弧度の符号の与え方について考える。弧度の符号は正円の円周上の点の回転方向で決定することを説明した。このことでは、図 3.1 および図 3.2 のように 2 通りの図の描き方で説明した。最初に、静止している点で計算する弧度—— (3.2.3) および (3.2.5) の右辺の第 2 項のこと。——の決定方法について説明する。その後、等速に回転する点で計算する弧度—— (3.2.3) および (3.2.5) の右辺の第 1 項のこと。——について説明する。

——静止している点で計算する弧度について——

(3.2.11) を使用すると、弧度 (3.2.9) および弧度 (3.2.10) で (3.2.12) を記述できる。弧度 (3.2.12) から弧度 (3.2.13) を導出できる。

$$\theta_{\text{counter clock1}}(t) - \theta_{\text{counter clock1 const.}} = \theta_{\text{counter clock1}}(t) + \theta_{\text{clock1 const.}} \cdots (3.2.12)$$

$$\theta_{\text{counter clock1 const.}} = -\theta_{\text{clock1 const.}} \cdots (3.2.13)$$

図 3.1 で (3.2.13) の左辺の弧度 $\theta_{\text{counter clockl const.}}$ は点 $P_{0\text{rad}}$ から逆時計回りに回転した点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ を使用して計算した弧度である。図 3.2 で (3.2.13) の右辺の弧度 $\theta_{\text{clockl const.}}$ は点 $P_{0\text{rad}}$ から時計回りに回転した点 $P_{\text{clockl const.}}$ で計算した弧度 (3.2.4) である。図 3.2 で (3.2.13) の右辺の弧度 $-\theta_{\text{clockl const.}}$ は弧度 $\theta_{\text{clockl const.}}$ だけ点 $P_{\text{clockl const.}}$ から逆時計回りに回転させた弧度である。

$$\theta_{\text{clockl const.}} = -2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clockl const.}}}{\lambda_r}, (r \neq 0) \dots (3.2.4)$$

これら 2 つの弧度 $\theta_{\text{counter clockl const.}}$ および弧度 $\theta_{\text{clockl const.}}$ では、回転する方向が互いに逆である。これら 2 つの弧度を点 $P_{0\text{rad}}$ から計算する弧の長さ $l_{\text{counter clockl const.}}$ は等しい。このように定数部分の弧度は 0 rad になる点——ここでは点 $P_{0\text{rad}}$ のこと。——から回転する方向で弧度の符号を決定することができる。

——等速に回転する点で計算する弧度——

図 3.1 および図 3.2 では、図の解釈の異なる個所がある。図 3.1 では、点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ から正弦波が伝搬する距離を弧の長さとして描いている。図 3.2 では、点 $P_{0\text{rad}}$ から正弦波が伝搬する距離を弧の長さとして描いている。このことでは、理論物理学での解釈として次のように著者の波の理論に計算技術を与える。図 3.1 では時点が零のときに (3.2.3) を使用して弧度 (3.2.14) を記述できる。図 3.1 の点 $P_{\text{counter clockl}}$ は、時点が 0 以後には弧度 (3.2.14) から逆時計回りに回転して弧度 $\theta_{\text{counter clockl}}(t)$ を増加させる。時点が零のときに点 $P_{\text{counter clockl}}$ が点 $P_{\text{counter clockl const.}}$ の位置から連続的な移動をするものと説明できる。

$$\theta_{\text{counter clockl}}(t) = \omega_{\text{counter clockl}} \cdot t + \theta_{\text{counter clockl const.}} \dots (3.2.3)$$

$$\theta_{\text{counter clockl}}(0) = \theta_{\text{counter clockl const.}} \dots (3.2.14)$$

図 3.2 では、時点 (3.2.15) のときに (3.2.5) を使用して弧度 (3.2.16) を記述できる。図 3.1 の点 $P_{\text{counter clockl}}$ では、時点が 0 以後には弧度 (3.2.16) から逆時計回りに回転して弧度 (3.2.5) を増加させる。このような増加を弧度 (3.2.5) に記述できても、図 3.2 では時点 (3.2.15) から点 $P_{\text{counter clockl}}$ が点 $P_{\text{clockl const.}}$ の位置へ連続的に移動していない。このような連続的な移動をしても、時点 (3.2.15) のときの (3.2.17) で計算する図 3.2 の円周上の位置である点 $P_{0\text{rad}}$ に一致しない。

$$t = 0 \dots (3.2.15)$$

$$\theta_{\Gamma\text{counter clockl}}(t) = \omega_{\text{counter clockl}} \cdot t - \theta_{\text{clockl const.}} \dots (3.2.5)$$

$$\theta_{\Gamma\text{counter clockl}}(0) = -\theta_{\text{clockl const.}} \dots (3.2.16)$$

$$l_{\text{counter clockl}}(0) = l_{\text{counter clockl const.}} \dots (3.2.17)$$

図 3.1 では、時点 (3.2.15) のときは (3.2.18) ならば正弦波 (3.2.19) になった。時点 (3.2.15) のときに正弦波 (3.2.19) は零である。このとき、点 $P_{\text{counter clockl}}$ は点 $P_{0\text{rad}}$ の位置になければならない。点 $P_{\text{clockl const.}}$ を弧度 $\theta_{\Gamma\text{counter clockl}}(t)$ の 0 rad の位置とする図 3.2 である。時点 (3.2.15) のとき弧度が (3.2.4) であるならば、図 3.2 で弧度 (3.2.5) の第 2 項を計算すると点 $P_{\text{counter clockl}}$ は点 $P_{0\text{rad}}$ の位置になる。この計算では、図 3.2 の点 $P_{\text{clockl const.}}$ を $-\theta_{\text{clockl const.}}$ の 0 rad の位置として仮定している。このことで、点 $P_{\text{clockl const.}}$ から逆時計回りに弧度 $-\theta_{\text{clockl const.}}$ だけ回転する。

$$l_{\text{counter clockl const.}} = 0 \dots (3.2.18)$$

$$r \cdot \sin(\theta_{\text{counter clockl}}(t)) = r \cdot \sin(\omega_{\text{counter clockl}} \cdot t) \dots (3.2.19)$$

$$\theta_{\text{clockl const.}} = -2 \cdot \pi \cdot \frac{l_{\text{counter clockl const.}}}{\lambda_r}, (r \neq 0) \dots (3.2.4)$$

このような回転では、図 3.2 の 0 rad の位置を定義する上述の考察でも図 3.2 の正円で弧度 (3.2.5) の正弦波 (3.2.20)

4 あとがき

正円の円周上の位置については、正円で弧長の計算で使用する正円の図を表現する基礎になる。次回でも、正円の円周上の位置について説明する予定である。そのような円周上の位置および2章で説明した相を応用することで正弦波に五行との関係を考えるようになる。時計とした正円を仮定できる。その正円に一年間を表現することで四季を観ることができる。時計として扱うものでは、周期を1時間で定義するものが一般的である。正円を使用して、五常の礼、仁、信、智および義を考えることができる。五常は心について、正円を応用する基礎となる。例えば、文献4の心のモデルでも信を「信じる力で乱れずに住する」ことで説明した。智については、文献4および2章で法の力および用から仮のものを生じさせることで説明した。この意味では、善悪には仮の世界で観るものを指摘できる。文献4での「善悪を弁えて善を守る性に乱れずに住する」ことを説明した。礼を保つことで乱れないで住することに、礼および信を観る。善を守る性に住するものを育むことで、仁を観る。四季に正円を応用することでは時空の現象での相を得る。

正円で正弦波を描く正弦関数を記述するのに、弧長の計算をする。弧長の計算に正円を採用するので3章の説明をした。弧長の計算では、時間を使用する。この時間に、時間の変換を仮定する。2014年現在では特殊相対性理論の変換を採用したものを簡単に2章で説明したが、後で具体的な計算を示す予定である。

参考文献

- 1) [富岡和人, “理論物理学での波の関数1”](#) .
- 2) [富岡和人, “理論物理学での波の関数2”](#) .
- 3) [富岡和人, “理論物理学での波の関数3”](#) .
- 4) [富岡和人, “理論物理学での波の関数4”](#) .
- 5) [富岡和人, “特殊相対性理論の速度の変換”](#) .
- 6) [富岡和人, “特殊相対性理論のエネルギーの変換と相対論的質量の変換”](#) .
- 7) H.A.LORENTZ, A.EINSTEIN, H.MINKOWSKI AND H.WEYL, 1923 TRANSLATION : THE PRINCIPLE OF RELATIVITY, DOVER PUBLICATIONS, INC. , pp.37-65.
- 8) ROBERT RESNICK, 1968 : INTRODUCTION TO SPECIAL RELATIVITY, John Wiley & Sons, Inc..
- 9) [富岡和人, “AL_COM.CVSystem.1 on Dec. 27, 2006”](#), 循環系に関する研究報告, (2006-12-27) .
- 10) [富岡和人, “AL_COM.CVSystem.2 on Dec. 25, 2008”](#), 循環系に関する研究報告, (2008-12-25) .
- 11) [富岡和人, “循環系の回路モデルの簡単な初級講座 2007 第一回”](#) .
- 12) [富岡和人, “循環系の回路モデルの簡単な初級講座 2007 第二回”](#) .
- 13) [富岡和人, “循環系の回路モデルの簡単な初級講座 2007 第三回”](#) .

免責事項

A LIFE COM.および外部の情報提供者は、ユーザーに対しこの Web サイトの内容について何ら保証するものではありません。ユーザーが A LIFE COM.の Web サイトを利用したことにより被った損失・損害、その他 A LIFE COM. の Web サイトに関連して被った損失・損害について、A LIFE COM. および外部の情報提供者は、一切責任を負いません。

本資料は情報提供を目的として作成したものです。本資料の真偽に対しては、著者、A LIFE COM.および A LIFE COM.のバイオ研究室は一切の責任を負いません。

著作権

Copyright © 2014 富岡和人 All rights reserved.

文書のプロパティの文書に関する制限の概要の表示内容については著者の許可のないものとします。

本ドキュメントのバックアップのコピーは許可します。

本ドキュメントを私的利用の範囲内で印刷することは許可します。

理論物理学での波の関数 5 とみおかかずひと 富岡和人著

作成日：2014年12月30日

発行日：2014年12月30日

ホームページ

<http://www.alifecom.info/>

<http://book.geocities.jp/alifecominfo/>

<http://alifecominfo.aikotoba.jp/>

電気の回路のページ

http://www.alifecom.info/circuit_analysis.htm

http://book.geocities.jp/alifecominfo/circuit_analysis.htm

http://alifecominfo.aikotoba.jp/circuit_analysis.htm

特殊相対性理論のページ

<http://www.alifecom.info/relativity.htm>

<http://book.geocities.jp/alifecominfo/relativity.htm>

<http://alifecominfo.aikotoba.jp/relativity.htm>

波のページ

<http://www.alifecom.info/theoryofwaves.htm>

<http://book.geocities.jp/alifecominfo/theoryofwaves.htm>

<http://alifecominfo.aikotoba.jp/theoryofwaves.htm>