

寛政暦と和時計—夜明けの定義をめぐって

橋本 毅彦

〈東京大学先端科学技術研究センター 〒155-0031 東京都世田谷区北沢 1-39-17-305〉

e-mail: hasimoto@rcast.u-tokyo.ac.jp

江戸時代の時刻制度は、夜明けと日暮れを境として昼と夜の時間を6等分する不定時法であった。この時刻制度においては、夜明けと日暮れの時刻が基準になるために、それらを何らかの形で定義する必要がある。高橋至時が編纂に携わった寛政暦においては、この時刻を太陽が地平線下7度22分ほどに沈んだときの時刻として定義した。それは、それ以前に用いられていた日の出の2刻半（今日の時間で36分）前、日の入りの2刻半後という定義を再定式するものであった。暦学における夜明けと日暮れの定義は、ある種の和時計にも反映されたが、とりわけ田中久重の万年時計の天象儀に寛政暦の夜明けの定義の影響を見て取ることができる。

1. 江戸の時刻制度と夜明けの定義

江戸時代の時刻制度は、西洋由来の現在の時刻制度とは異なり、昼夜をそれぞれ独立に等分する不定時法であった。すなわち、夜明けの時点が明六つ、日暮れの時点が暮六つとして、明六つから暮六つまでの昼間の時間を6等分、暮六つから明六つまでの夜間の時間を6等分するわけである¹⁾。したがって、時間の単位となる1刻の長さは、昼と夜とで異なり、また季節により変化することになる。

季節によって変動する昼と夜の長さを基準にして時間の長さを定めるのは、さぞかし不便であろうと現代人には思われるが、夜間の照明が限られ、明るい昼の時間に主たる社会活動がなされていた当時の人々にとっては、日の高さを目安とするこのような不定時法はむしろ自然であり便利なものであったろう。

西洋社会においても不定時法は、中世末期に至るまで利用されていたが、機械時計の発明に伴い徐々に機械のリズムに合わせた定時法が一般社会においても利用されていくことになる²⁾。それに

対して、江戸時代の日本では、16世紀末に輸入された西洋の機械時計は、日本の不定時法に合わせて時を知らせるように改変されていった。西洋由来の機械時計は、職人たちによって工夫を施されて、二挺天符式や割駒式の時計、また尺時計など、江戸時代の260年間の間に「和時計」として独特の進化を遂げていったわけである。

筆者は、江戸時代から近代にかけての人々の時間の使い方への関心から、和時計の歴史について関心をもち調査をしている。このような時刻制度の下で機械を動かす際に、時刻の基準となる夜明けの定義を数値として正確にしておく必要はないのだろうか。よく引用される一般的な方法としては、掌の3本の太い手筋が目で見えるようになるのが、昼の時間の始まりであり、夜明けの定義とされている。しかし、ある種の和時計の製作では、数値的にもより明確な定義が必要になるように思われる。特に田中久重が製作した万年時計は、和時計や月齢のカレンダーなどを組み込んだ全自動の表示機械であり、そこには夜明けの時刻の厳密な定義が必要なはずである。

実際、江戸時代の暦学においては、夜明けと日

暮れの時点を数値的に定義していた³⁾。江戸時代の暦学者・天文学者は、1日を100等分した時間の単位を利用していたが、その「刻」の長さを利用して、夜明けや日暮れを定義した。それによれば、夜明けと日暮れ、すなわち明六つと暮六つの時刻は、それぞれ日の出時刻の2刻半前と日の入り時刻の2刻半後とされた。2刻半の刻は、一日24時間を100等分した時間単位であるので、2刻半は現在の時刻に直せば36分の長さに相当する。また、太陽が日周運動の軌道上を動いた弧度に換算すれば、9度という角度になる。

このような夜明けと日暮れの定義に2刻半という時間を利用する定義の仕方は、古代中国の天文暦学にすでに現れている。天文学史家の能田忠亮氏の『東洋天文学史論叢』によれば、夜明け(旦)と日暮れ(昏)を数値的に定義することは、古代の天文書に散見される⁴⁾。それによれば、古代において夜明けと日暮れを、それぞれ日の出前2刻半ならびに日の入り後2刻半と定義していた。たとえば、『尚書正義』には、昼夜の長さとその季節的変異が単純に定義されていたことが記されている。日の出から日の入りまでの「昼」と日の入りから日の出までの「夜」の時間的長さは、夏至には60刻と40刻、春分秋分には50刻と50刻、そして冬至には40刻と60刻となり、夜明けから日暮れまでの「明」と日暮れから夜明けまでの「昏」の時間的長さは、それぞれ2刻半の時間差を考慮して、夏至に65刻と35刻、春分秋分に55刻と45刻、冬至に45刻と55刻になるとされた。また、古代中国の暦書には、夜明けと日の出の時間差を2刻半ではなく3刻として定義しているものもあり、その両様が存在したと能田は述べている。

これらの日暮れと夜明けの定義においては、いずれにしても、夜が明るみ始め星が見えなくなるとき、日が落ち暗くなり始めて星が見え始める時ととらえられている。日の出・日の入の時刻とどのように星が消滅出現する時刻の差は、緯度と季

節によって異なってくることを能田は注意したうえで、それが北緯35,6度付近においては、それが日の出前ならびに日没後2刻半(すなわち36分)程度になることを述べ、これらの定義が理に適っていたことを指摘している。

江戸時代の日本と異なり中国においては、このように100刻による定時法で定義された夜明けと日暮れを基準にして、不定時法を再定義するようなことはなかった。中国においては子の刻や午の刻などといった十二支による時刻の表示は、一日における太陽が現れる方角の表示名と一致させており、基本的に定時法での時刻表示法が公式の時刻制度としてみなされていた。そして中国における暦法と時刻制度を基本的には踏襲した中世初期の日本においても、時刻の表示法は少なくとも朝廷においては基本的に定時法でなされていたとするのが通説である⁵⁾。夜明けと日暮れの時刻を基準にして、一般社会で利用される時刻制度を再定義するのでなければ、夜明けと日暮れの時刻の定義に関してはその重要性は副次的なものにとどまるであろう。

日本の時刻制度は、奈良・平安時代から鎌倉時代以降、室町、戦国時代と下るにつれて厳密なものではなくなるとともに、不定時法が利用されるようになっていったとされている。また不定時法に関しても、日の出日の入りの時刻を基準にとったりする不定時法が使われたりしたが、江戸時代になると、夜明けと日暮れを基準にした不定時法に統一されるようになる。その際に採用されたのが、日の出前2刻半、日の入り後2刻半という古代中国以来の夜明けと日暮れの定義法であった。17世紀末に862年以来採用されていた宣明暦が改暦され貞享暦が作られ、さらに宝暦暦に改暦されるが、それらの暦においてはいずれも、夜明けと日暮れをそのように定義した。しかしその後、この定義は寛政の改暦において修正され、より厳密な定義へと変更されることになる。

2. 『寛政暦書』における夜明けの定義

高橋至時は、間重富とともに改暦事業に携わり寛政暦を完成させたが、その際にプトレマイオス流の西洋天文学を取り入れた中国の暦書『暦象考成上下編』、またケプラーの天文学を導入した『暦象考成後編』を参考にした。寛政暦の理論を表した『寛政暦書』は、高橋の次男であった渋川景佑らによって寛政暦を施行した45年後の1844年に出版された。

この寛政暦においては、夜明けと日暮れの時点に対してそれまでとは異なる定義がなされている。『寛政暦書』の巻四「日躔曆理」のうちの「晨昏実時」と題された節には、まずは上記の2刻半という日の出と夜明けの差が、晋の天文志以来伝わっていることとして記される。次に、『暦象考成上編』で解説される「朦影刻分」が引用される。朦影刻分とは、「微星の見えると見えずの際」であり、同書ではそれは太陽が地平線下18度に沈んだ時刻であると定義される。この定義は、西洋で使われ今日でも使われている「天文薄明」の開始する時刻の定義に等しい。『暦象考成上編』には、その俯角が太陽の日週の運行軌道に沿った弧度にどのように換算されるか、球面三角法を利用して算定している。それを受けて『寛政暦書』においても、夜明けと日暮れに相当する晨昏における境「晨昏分」を、太陽が地平線下「7度36分」に沈んだ時点と定義する。ここで36分は1度を100等分した単位で測った分であり、それは7度21分36秒に相当する。(この値は、今日、7度21分40秒として通用している。)この値は、京都の緯度である「35度01分」において、春秋の分点において太陽が2刻半の時間分地平線から下がった角度として計算されたものである。

2刻半という一定の時間を加減する便利な定義の代わりに、地平線下の角度という直接的で厳密な定義を採用したのは、地平線下の一定の角度まで太陽が沈む時間は、季節ごとに変化してしまう

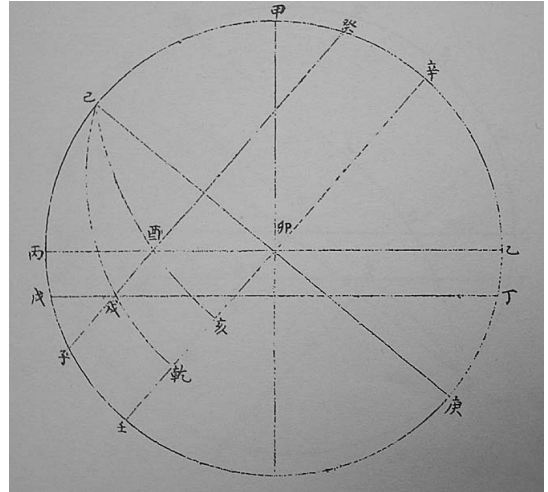


図1 寛政暦書に現れる図。春分時と夏至に、太陽が同一角度を沈む時間を比較計算する。

からにはほかならない⁶⁾。そのことを一目瞭然に示す図が、『寛政暦書』の当該の節に示されている(図1)。図中の中心「卯」が観測者の地点であり、中心「卯」を横切り右上から左下まで引かれている直線「辛壬」が、春分秋分時における太陽の動きを示す線であり、その右上半分「辛卯」が昼の太陽の運行を表し、左下半分「卯壬」が夜の太陽の運行を表している。

中心「卯」を通り、水平に引かれている線「丙乙」は地平線を表し、そのやや下に平行して引かれている線「戊丁」が地平線下「7度36分」の線を表している。この図には表示されていないが、「辛壬」と「戊丁」の交点を「辰」とすれば、「卯辰」が春分秋分時に太陽が地平線と地平線下7度22分との間を移動する距離、時間を表すことになる。上で説明したように、その弧度は9度の角度、すなわち全円周の1/40にあたり、時間的には100/40刻=2刻半すなわち36分に相当する。一方、線「辛壬」の左上に並行して引かれる「癸子」は、夏至の日における太陽の運行を表す線である。それは「酉」において昼夜が分かれており、昼間の運行距離「癸酉」が夜間の運行距離「酉子」よりもかなり長くなっている。この経路において

太陽が地平線下 7 度 22 分まで沈む経路は「酉戌」となる。この長さは、時間的にはどのような時間になるのか、それは春分秋分時に太陽が地平線下 7 度 22 分に沈むまでの時間と比較するとどのようになるのであろうか。図には、天の北極「巳」から二つの補助線「巳酉亥」と「巳戌乾」が引かれており、線分「酉戌」が「辛壬」上に射影されることで「亥乾」になることを表示している。すなわち、「酉戌」が円周「癸子」に対してもつ割合は、「亥乾」が円周「辛壬」に対してもつ割合に等しいことになる。その割合は、「卯辰」が円周「辛壬」に対してもつ割合よりわずかに大きいことは、図から明らかである。したがって、春分秋分時には太陽が地平線下 7 度 22 分まで沈む時間は 36 分であるが、夏至にはそれより長くなる。夏至だけではなく、春分秋分時以外の季節には、太陽が地平線下 7 度 22 分まで沈む時間は、36 分より長くなる。言い換えれば、一年のうちで春分秋分時にその時間が最小になるのである。

幾何学的には当たり前にも思える定義の変更であるが、江戸時代の社会の不定時法の下でその厳密な定義がどれだけの重要性をもっていたかは疑問の残るところである。もともと手筋が 3 本見えるか見えないかという、言わばファジーな定義のほうがほとんどの人々には簡単でありかつ実用的な定義として機能していたことであろう。

3. 異なる夜明けの定義

寛政の改暦がなされた後の 1823 年に、加賀藩において独自の時刻制度が公布された⁷⁾。この時刻制度は、加賀藩の役人であり天文学の知識にも明るかった遠藤高璟によって提案され定められたものである。それにあたって遠藤は、1798 年から 1823 年までの実際の時鐘の時刻を、当時天文観測のために使われるようになった垂揺球儀（振り子時計）を利用して測定したり、以前に作成された日時計から以前の時刻制度を推測したりした。そして当時の六つとそれ以前の六つとが時刻的に異

なること、そして六つと七つ半の時刻の間が、本来は半時であるはずなのに、一時の時間間隔があげられて時鐘がつかれるようになってきたことを見いだす。彼は、その原因を正確な時計がなく、時間を正確に測定できなかったことにしている。そこで彼は、不定時法ではあるが昼と夜の時間をそれぞれ 6 等分するような時刻制度を新しく定めようとする。そこで提案された時刻制度は、六つの時刻を、太陽が地平線下 13 度あまり沈んだときとするものであった。これは、寛政暦で定められた 7 度 22 分という俯角よりもかなり大きいもので、そのために通常よりもかなり暗い時刻に晨昏の限度を定めるものである。それは、それまでの慣習から七つの時間が実質的に 1 刻半あったことを配慮したものであった。

上述のように西洋の天文学では、太陽が地平線下 18 度にあるときから日の出まで時間と薄明 (twilight) として定義してきた。今日では、薄明については天文薄明 (astronomical twilight)、航海薄明 (nautical twilight)、常用 (市民) 薄明 (civil twilight) の 3 種類が定義され、それぞれ太陽が地平線下 18 度、12 度、6 度にあるときからの時間と定められている。太陽が地平線下 18 度にあるときは、暗い星が見えなくなり始めて、天文観測ができなくなる時、また 12 度にあるときは海洋で水平線が見えるようになる時、また 6 度にあるときは通常の社会生活が送れるようになり始めるときとされている。このような定義によるならば、加賀藩の新時刻制度は六時が航海薄明と天文薄明の間に定義されており、空は相当に暗かったように思われる。また日の出日の入りの時刻との時間差は 1 時間あまりとなる。

1823 年に制定された新しい時刻制度は、しかしながら庶民の間で評判が悪く、翌年には早速廃止されることになった。そしてそれまでに利用されていた時刻制度を復活し、七つ半と六つの間に「余」という時間が入れられることになった。こうして実質的に加賀藩の時刻制度は、一日を 12 分

割するのでなく、13分割する時刻制度となった。

このような幕府の公式の暦とは異なる独特な時刻制度が他の藩でも存在したかどうかについては、筆者は確定した答えを持ち合わせていない。しかし、幕府の公式の暦が各藩でも基本的には公式の暦として使われており、加賀藩のような事例は例外的だったのではないかと推測する。

ちなみに幕末に出版された『西洋時辰儀定刻活測』という西洋の時刻制度を紹介した解説書においても、それまでの官暦と異なる夜明けと日暮れの定義がなされている⁸⁾。そこでは、2刻半の代わりに西洋時における1時間分の時間をもって、日の出・日の入りから夜明け・日暮れの時間差としている。すなわち、春分秋分時において、明六つは午前5時、暮六つは午後7時と定義されることになる。この時間差は、100刻で数えれば4刻1/6、太陽の日周運行する際の移動の角度に換算すれば15度、地平線下の俯角にすれば約12度という角度に相当する。加賀藩の時刻制度並みに、相当暗い時刻を夜明けとして定義していることになる。

4. 和時計と夜明けの定義

さて、暦学における夜明けと日暮れの定義は、和時計の設計においてどのように利用されるのだろうか。和時計の中でも一般的なタイプは、二挺天符式の和時計と呼ばれるものである。和時計の上部で天符と呼ばれる水平の棒がゆっくりと単振動の回転運動をし、それが振り子の役目を果たすことで時を刻む仕掛けになっている。最初に発明された機械時計はこのような天符を備えた時計であり、日本に伝来した時計もそのような時計であった。日本では、江戸時代の不定時法に適合させるために、この天符に吊される分銅の位置を変化させることで、天符の振動周期を変化させるといふ仕掛けが生み出された。その後、二挺天符と呼ばれる2本の天符を備え、昼と夜の時間をそれぞれ別個に刻んでいくメカニズムが発明されるこ

とになった。昼と夜における一刻の長さが季節によって変化するために、昼の時を刻む天符と夜の時を刻む天符とを備え、明六つと暮六つにおいて自動的に振動する天符を交代するようにされていた。

この二挺天符の時計においては、各季節で昼夜の長さをどれだけ刻むように設計されていたかを直接知ることはできない。ただ、一年を通じて平均的にも昼の長さの方が夜の長さよりも長くなるために、二挺の天符の昼用の天符と夜用の天符の長さが異なるように作られているのが一般的である。天符の長さや分銅の位置と振動の周期を量的に関連づけることは困難であり、それらの特徴から時計師のもっていた時刻の知識を伺い知るのには困難なようである。果たして二挺の天符の長さの比から何が言えるのか、現在検討をしているところである。

一方、夜明けと日暮れの定義が明瞭に時計の表示に現れるのは、尺時計と呼ばれるタイプの和時計である。尺時計は、和時計の歴史においては比較的后期に登場したもので、機構は等速で降下する指示器と各季節の時刻を示す表示板によって時刻を表示するもので、機構的には単純で価格も安価であるが、不定時法による各季節の時刻がより直接的に表示されている。セイコー時計資料館に所蔵されている尺時計のいくつかを計測したところ、春分秋分時における昼の時間と夜の時間の比率は、暦学が教える55:45という比に近いものもあるが、相当逸脱しているものもあった。尺時計におけるこれらの値と暦学における値との比較調査についても、今後の検討課題と考えている。

5. 田中久重の万年時計

田中久重の万年時計(1800)は、六角柱となる本体の6面において、時刻、暦、月齢などを表示する極めて精巧な機械装置である⁹⁾。本時計は、2004年5月より10月にかけて、元セイコーの技師の方々により分解調査されたが、そのデー

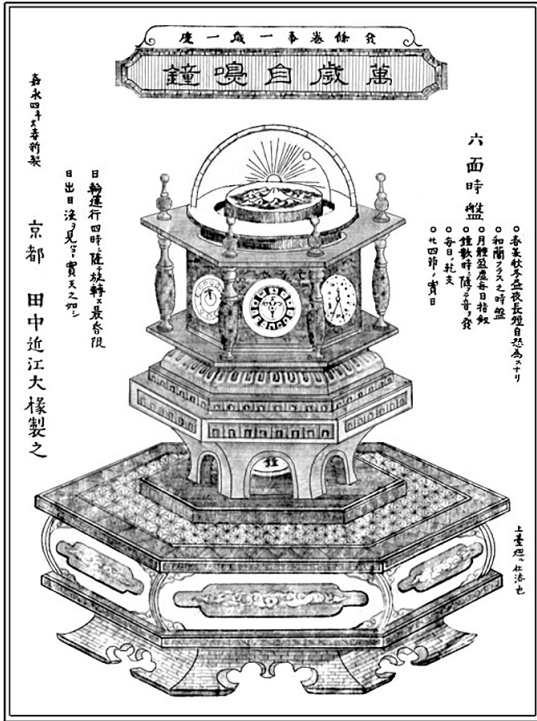


図2 万年時計の解説書に現れる図

タを基にしてその複製が製作された。また東芝の技術者の方々は、それらのデータを基にして内部機構をビジュアル化するようなシミュレーション・プログラムを作成している。作成された万年時計の複製品とシミュレーション・プログラムは、2005年3月から開催された愛知万博に展示されている（万博協会シンボル館「グローバル・ハウス」）。

図2は、田中久重が田中近江大椽という公式名称で、「万歳自鳴鐘」を発売しようとしたときの宣伝用と思われる解説文『万歳時計図弁』であるが、そこにはケースに入れられていないオリジナルの万年時計の姿が表されている¹⁰⁾。万年時計の本体の6面のうち正面に見えているのが、割駒式の和時計である。割駒式の和時計とは、文字盤の時刻を表示する文字が移動可能な「割駒」に記されており、通常は季節ごとに手でその割駒を動かすことによって、不定時法の時刻に対応させるもので

ある。しかし田中久重の割駒式時計は、内部に精巧な機構を備え、季節に応じて割駒が自動的に動く仕掛けになっている。明六つと暮六つを表す割駒は、夏至と冬至の時の位置を振幅の極限としてその間を単振動するように作られている。春分秋分時の割駒の位置は、上記の夜明けの定義に従い、水平にはならず、水平の位置からある一定の角度をもつことになる。日の出日の入りの前後2刻半、すなわち太陽の運行角度にして9度ということであれば、この水平線からのずれの角度は9度になるはずである。今回の分解調査によって機構の構成部品はすべて寸法が計測された。それによれば、春分秋分時の明六つと暮六つの割駒の位置は、それぞれ水平線から11度ほどずれている。田中久重は、万年時計の製作にあたって、土御門家に入門し暦学と天文学を学習しており、夏至の昼夜の長さについては暦学のとおり値が図弁にも記されている。時計部品における理論値と実際値の差については、現在調査中である。

久重が寛政暦における夜明けの定義を参考にしたと思われるのが、万年時計の上部に設置されている天象儀である¹¹⁾。図2の図弁の万年時計の上部に描かれている天象儀には、富士山と思しき山を含む日本の地図が描かれた円盤の上部を太陽が日周運動をするように回転するような仕掛けになっている。実物では、太陽だけでなく太陽と月の二天体が日周運動をするようになっており、両者の相対的な運動と位置が分かるようになっている。しかしこの図弁では、太陽の動きを示すことがセールスポイントとなっているようで、『図弁』には、「日輪運行四時ニ随テ旋転ス晨昏限」「日出日没ヲ見ルコト実天ノ如シ」と謳われている。『図弁』には運行する太陽のモデルのほかに、地平線から姿を表した日輪がこの天象儀が喚起する想像上の光景として描かれている。この天象儀は、その構造からこのような日の出の光景をリアルに表象するだけでなく、太陽が地平線下にある晨昏限をも分かりやすく表現するようになっている。す

なわち、円盤の外の環状の平面は円盤からやや下がった位置に置かれており、日輪のモデルはその環状面を超えると円盤の下をもぐるようになっている。この環状面は、晨昏限を示す地平線下7度あまりの位置を表示しており、太陽がこの面を通過する時点が、日の出と日の入りの時刻を示すことになる。この角度については、ほぼ7度になっており、久重が寛政暦の理論に従ったことが見て取れる。それはまた、寛政暦における夜明けの定義に対する考え方を、立体モデルの形で表現したものであるということもできよう。

参考文献と注

- 1) 日本の時刻制度の歴史、ならびに江戸時代の不定時法の時刻制度については、橋本万平, 1992, 『日本の時刻制度』 塙書房を参照。日本学士院編, 1960, 『明治前日本天文学史』 日本学術振興会, 第5章「時法」には、平安時代と江戸時代の時刻制度に関する簡潔な解説がある。
- 2) ゲルハルト・ドールン-ファン・ロッスム, 1999, 『時間の歴史』 大月書店を参照。
- 3) 前掲『明治前日本天文学史』 p. 314
- 4) 能田忠亮, 1943, 『東洋天文学史論叢』 恒星社, pp.479-490
- 5) 橋本万平氏は、時計がなかった古代中世の社会で定時法が使われていたかどうか、源氏物語の一節を引用して疑問を付している。橋本, 上掲書, pp. 29-30
- 6) この事情については、国立天文台の相馬 充氏にご教示いただいた。
- 7) 渡辺 誠, 2000, 「金沢城の時鐘と江戸民具街道の正時版」『びっくり仰天記—江戸時刻制度の独立国加賀藩の「垂揺球儀」発見』 江戸民具街道, 所収, pp. 55-77. 本書は、神奈川県江戸民具街道で発見された垂揺球儀(振り子式の時計)が、元々は加賀藩で作られたもので、その背景に時刻制度の改変などの歴史があったことを解説したものである。
- 8) この解説書に夜明けの定義が出ていることは、電気

通信大学助教授佐藤賢一氏にご指摘いただいた。

- 9) 田中久重については、以下の伝記などがある。田中近江翁顕彰会編, 1931, 『田中近江大椽』, 復刻版, 1993年; 今津健治, 1992, 『からくり儀右衛門』ダイヤモンド社
- 10) 『万歳時計図弁』は、国立科学博物館に所蔵されている。
- 11) 万年時計上部の天象儀が、まさに寛政暦の晨昏分の定義に即した構造になっていることは、東芝で万年時計の構造のシミュレーション・モデルの作成作業を進めていらっしゃる久保田裕二氏にご指摘いただいた。

Kansei Calendar, Japanese Clocks and the Definition of Twilight Takehiko HASHIMOTO *The University of Tokyo*

Abstract: Edo Japan adopted seasonal time system, which divided daytime and nighttime respectively into six units. According to this time system, dawn and dusk becomes the time of beginning day and night, and it was necessary to define precisely that point of time. Kansei Calendar edited by Yoshitoki Takahashi reformulated the previous definition of the time of dawn as 2.5/100 of a day before the sunrise, and redefined it as the time when the sun falls 7 and 36/100 degrees below the horizon. The definition of twilight in Japanese calendrical system was reflected in certain Japanese clocks. The astronomical model on the top of the Ten Thousand Year Clock made by Hisashige Tanaka well represented the definition of time of Kansei Calendar.