下顎側方運動の Gysi 軸学説ならびに 作図法に関する立体図学的解析

第3部 下顎側方運動面と更に切歯指導板の下顎の歯牙及び 顎頭の側方運動に及ぼす影響の立体図学的解析

海 老 名 竜 雄

A Solid Geometrical Analysis of Gysi Axis Theory and His Drawings for Lateral Movements of the Mandible Part III: A Solid Geometrical Analysis of Posterior Border Surfaces of the Mandibular Movements and Influence of Incisal Guidance on Lateral Movements of the Mandible

Tatuo Ebina

I. 緒 言

下顎側方運動の研究に当り、剛体の運動の理論的解析を完成する為に立体図学的解析を以て解析する事を企図し、空間に於ける剛体の運動を剛体中の3点の運動を知る事によつて解析する方法を考案しこれを第2部⁹⁾として報告した。

下顎側方運動を観察するに、中心咬合位から種々な開口率の方向に側方運動が行われ、単一な一経路の他に多くの経路の集合された運動面が存在する。従つて、補綴学上、切歯指導板を調節することによつて、種々の切歯の経路がつくられ、その結果下顎歯牙の側方運動経路に影響を及ぼす事は明かである。

著者は、下顎の側方運動面の解析を試み、その面が下顎の全点に存在する事を知り、又運動の経過を軌跡線の理論によつて求める努力を重ね、新知見を得たので、これを第3部として報告する。

II. 下顎側方運動面の研究

下顎側方運動面は、Eltner¹⁾, Gysi²⁾, Schröder³⁾,
東京都

McCollum⁴⁾, Fischer⁵⁾, Posselt⁶⁾, Schweitzer⁷⁾, 根本⁸⁾等によつて研究されている。

著者は別の立場からこれを考察した。

側方運動が中心咬合位から、種々の開口方向へ自由に行われるわけであるので、その運動の起始に於いて得た瞬時回転中心点は、その運動の起始の経路の接線の法平面の交りとして得られるわけであるから、側方運動面の起始点を通る切平面に垂直な直線上にあることがわかる。そして側方運動が続行されるとその瞬時毎の瞬時回転中心が生じ次々に移動する。これを連ねた軌跡は線分をなす。Schröder の論じたようにその解析は極めて困難である。そこで、今切歯を咬合平面上を側方運動せしめ、更に、少し咬合高経を高めた水平面上を側方運動せしめ、更に今少し咬合高経を高めたと数段階に涉つて、水平面上の側方運動を行はしめると、瞬時回転中心の軌跡の線分が数段に涉つて生ずる。

このとき、下顎歯牙に於いて、それと同様に側方運動経路が数段に涉つて生ずる。

各側方運動経路を含む面をつくると、各点の側方運動面となる。同様に瞬時回転中心点の軌跡の集合面が生ずる。

下顎の各歯牙に側方運動面が存在するわけであるから、顎頭にも側方運動面が存在しなければならない。

顎頭点（顎頭の仮想中心点）の切歯点の数段に渉る水平側方運動時の、経路を描記し得たとすれば、その描記線を含む面が側方運動面（平衡及び作業の2面）となる。

そこでこの側方運動面を水平的要素と、縦径的要素に分解することを考えてみると、左右の側方運動面の交線が縦径的要素であり、切歯が咬合平面上を側方運動を行うときの、他の点の描記線が、各点の水平的要素となる。

切歯に於いて左右の側方運動面の交線はとりも直さず数段の水平面での Gothic arch の apex を連ねた線である（切歯の後方限界線と云う）。顎頭に於ける後方限界線は、平衡と作業の切替点を連ねた線である。

同様に下顎歯牙に於いて左右側方運動面の交線が後方限界線であり、それは又、切歯が Gothic arch を数段の水平面上での側方運動を行う際の歯牙の側方運動の左右の切替点を連ねた線でもある。

ここで、この数段に於いて、各後方限界線に対し法平面をつくり、その交りを求めると、各瞬時の回転中心が得られる。しこうしてこの中心は下顎の各点に於ける後方限界線のその瞬時の回転中心でもあるから、或点の後方限界線がわかるとき、その点の瞬時の位置は、瞬時回転中心からその後方限界線に下した垂線の足として求められる筈である。

また水平的要素に於いて、切歯が咬合平面上を側方運動を行う際、その運動を或位置で止め、その経路の接線に対し法平面をつくり、またそのときの顎頭点の位置で経路の接線に法平面をつくると、三法平面は交つて点をつくる。

この点はそのときの瞬時回転中心点であるから、下顎の歯牙の側方運動経路がわかれば、その瞬時回転中心点から、歯牙の経路に下した垂線の足が、歯牙の位置となるので、水平要素となる。

よつて下顎は側方運動に於いて種々の開口を伴うときそれを集合すると、運動面を構成し、その運動面は、水平的要素と縦径的要素とに分解し得、下顎の或一点がその運動面で或規制によつて、或側方運動を行うと、これを、水平と縦の2要素線分に分解し得るので、そのときの下顎の他の点の水平と縦の2要素線分が得られ、従つて2要素線分の合成として、その側方運動経路が求められることが判明した。

この方法によれば、難事も解決し得るわけである。

III. 顎頭ならびに歯牙の後方限界線の解析

前章で述べたように、顎頭の後方限界線は平衡と作業の経路の切替点の軌跡として求められるわけであるが、

これを現実に把握することは困難である。そこで、側方運動面から求めることにする。

前章で触れたように、側方運動の左右の瞬時回転中心点は、側方運動面の起点での切平面の垂線上にあるから、逆に瞬時回転中心点と顎頭とを結びこの結線に顎頭を通つて垂直な平面をつくると、顎頭の側方運動面の切平面となる。よつて左右の切平面をつくりその交線と求めると、起始の後方限界線の接線となる。

ここで切歯と顎頭の後方限界線が直線である場合に就て論じると、理解を容易にするために、左右瞬時回転中心が、左右対称的であつて、顎頭の側方運動が等しく、又位置も対称的であるとすると、その側面図を切歯を通つて、水平面と直立面に垂直な平面としてみると、左右の顎頭と瞬時回転中心点は、側面図に於いて顎頭と瞬時回転中心点として投影する。以下側面図で言う。

瞬時回転中心点と顎頭を結び、その結線に顎頭を通つて垂線をつくると、顎頭の後方限界線となる。同様に切歯に於いても後方限界線が得られる。

顎頭及び切歯の後方限界線を延長しその交点をRとする。又顎頭及び切歯、瞬時回転中心を夫々、C、I、O、とする。

現実には後方限界線運動は把握不可能であるので、後方限界線運動として解析することは不合理であるわけであるが、解析の都合上その運動が行われるとすると、その後方限界線運動の瞬時回転中心の軌跡を求めると、次の如くなる。

切歯と顎頭は、各々 IR CR 上を運動するわけで、I 及 C での瞬時回転中心 O は IR CR への垂線の交点である。よつて点 IRCO を考えると、同一円周上の

図 1 側方運動の瞬時回転中心点と後方限界線との関係

点であることがわかる (図1参照)。

同様に切歯と顎頭が移動した位置での瞬時回転中心をつくり、中心点と移動点とRを考えると別の円の円周上にあることがわかる。そこで切歯と顎頭の間の距離は変化しないから、2つの円は、同長の弦と、その弦が同一円周角を挟む事から等しいことになり、瞬時回転中心とRを結ぶ線は各円の直径であるから、これも等しいことになる。よって、瞬時回転中心点は、Rを中心点とし、OR を半径とする円を画くとこの円周上にあることになる。

以上のことから、後方限界線運動の瞬時回転中心の軌跡はこの円であることになる。

そして、後方限界線運動は、点 IRCO を通る円が、Rを中心とし OR を半径とする円の内側を接して滑らず回転する運動である (証明は軌跡線の理論から得られる)。

そこで切歯がある位置に至ったときの顎頭の位置は、切歯の位置で切歯の後方限界線に垂線を立てたとき、垂線が OR を半径とする円と交った点はその瞬時の回転中心点であるから、この交点から顎頭の後方限界線に下した垂線の足の位置である。

同様に歯牙の位置は、歯牙とOを結びそれに垂線を歯牙を通つてつくと歯牙の後方限界線 (厳密には少し異なる) となる。よってこれに、瞬時回転中心点から垂線を下しその足をつくれれば、それが位置となる。

IV. 顎頭ならびに歯牙の水平要素線の解析

顎頭の水平要素線と歯牙の水平要素線は側方運動とし

図2 切歯咬合平面上の側方運動と下顎の側方運動要素点

て、第2部に述べた。

そこで、位置に就て述べる。

切歯の或移動位置での瞬時回転中心は、後方限界線のときのようには求められない。然し、平衡及作業の顎頭の位置は得られるので、その位置での法平面をつくり、交点をつくと瞬時回転中心点となる。

よって、この点から歯牙の側方運動路に垂線を下したときの足が歯牙の水平要素点となる。図2は垂線の足を示した。

勿論作図による解法があるが、作図が複雑となるので、便法を用いた。

V. 切歯の水平ならびに後方限界要素への分解

切歯が指導板によつて規制されるのでその経路を初めに解析することが必要である。

それは切歯の側方運動面と切歯指導板面との交りであるから、両面を作図して交線をつくれればよい (図3参照)。

側方運動面は、II章で述べたように、数段の Gothic arch を含む面でよい (又略して第2部の瞬時回転中心と切歯を結び、それに垂直な平面を切歯を通つて作図してもよい)。(但し切歯の運動面が平面である場合)。

さて数段の Gothic を水平面上に投影し延長して基線と交らしめ、数段の直立面上の位置を求める。即ち各 Gothic の高さを基線の下方に引き、水平面の投影の延長が基線と交る点より各高さの基線平行線に下した垂線の足が各 Gothic の直立跡となる。

即ち、各 Gothic の水平投影が基線と交る点より、基線に垂線を引きそれが各 Gothic の高さの点より基線に平行して引いた直線と交る点をつくと、各 Gothic の直立跡となる。この直立跡を次々結んだ線が側方運動面の直立跡となり、それが折線となるときは、面は平面でない。それは曲面となる。又次々を結んだ線が重なった場合は平面である。そしてその水平跡は咬合平面の高さの Gothic である。

切歯指導板の面は、多数の種類が存在するがここでは最単純型の矢状傾斜面に就て述べると、その傾斜角を、側面図に於いて切歯点で水平線に対して、とつて、直線を引き延長して、直立面と交らしめた点 (基線に垂直な直線を、切歯から基線迄の距離の長さの処に立て、これに傾斜線とが交つた点) を通つて基線に平行線を引くと、矢状傾斜面の直立跡となる。又水平面で切歯点を通つて基線に平行直線を引くと水平跡となる。

図3 後方限界線要素点

先の切歯側方運動面の直立跡と、矢状傾斜面の直立跡の交点をつくり、基線に垂線を下し、その足と水平面の切歯点を結ぶと、切歯の経路の水平投影となる。

又直立面の直立跡の交点と、基線上の切歯点とを結ぶと、切歯経路の直立投影となる。

次に水平及後方限界線への分解を行う。

IV章に於いて、切歯の水平面での位置がつくられているので、この位置を通して切歯の後方限界線に平行線を引き、切歯の新経路と交らしめ、その交点より水平面側方運動経路 (Gothic arch) に平行線を引き、切歯の後方限界線と交らしめる。この交点を側面図に移し (交点と基線の距離を側面図の直立線から前方にとり直立線に平行線を引き、切歯の後方限界線と交らしめたときの点) これを、直立面に移すと (後方限界線上の点から基線に平行線を引き、直立面の切歯の後方限界線と交らしめた点) 直立投影となる (図3参照)。

VI. 顆頭および歯牙の後方限界点への移送と合成

側面図に於いて、切歯の後方限界点に於いて法線をつくり、瞬時回転中心の軌跡の円と交らしめ、その交点より、顆頭及び歯牙の後方限界線に垂線を下す。この垂線が後方限界線と交った点が、顆頭及び歯牙の後方限界点即ち縦径の要素である。

図4 下顎側方運動の後方限界線要素と水平面側方運動要素との合成前と後の経路

この後方限界点を水平面及び直立面に移す。側面図の顆頭及び歯牙の後方限界点と直立線迄の距離に等しく、基線より前方にとつて基線に平行直線を引き、水平面の後方限界線と交らしめる。その交点が顆頭及び歯牙の後方限界点の水平投影である。

又側面図の後方限界点を通して基線に平行直線を引き直立面の後方限界線と交らしめると、その交点が、後方限界点の直立投影である。

図 5 Gysi 分出軸と側方運動経路

次に合成について述べると (図 4 参照)

水平面に於いて切歯の水平運動点より基線に垂直な線を引き基線と交らしめると、これは、切歯の水平要素の直立投影象である。又歯牙、顎頭の側方運動点より基線に垂直な線を引き延長して、歯牙、顎頭の直立面の後方運動経路と、交らしめると、水平要素の直立投影象となる。

水平面及び、直立面の夫々の点の後方限界点と側方運動点より互に平行線を引き、交点をつくる。この交点と夫々の起点 (顎頭及び歯牙の点) とを結ぶと、縦径的要素と水平的要素が合成をされたものとなる。

この合成されたものが顎頭及び歯牙の新経路である。

VII. Gysi 軸学説との比較

Gysi は切歯と小臼歯部の Gothic arch に垂線を水平面上で引き、その交点を P.R.O としたことは周知の通りである (図 5 参照)。

そしてこの P.R.O. を通つて切歯の矢状傾斜面 (切歯指導板) によつて、得た運動の法平面の水平跡が引かれると考えた。と言ふ事は、とりも直さず、切歯の側方運動面は縦径は自然開口運動線で水平面的には咬合平面での切歯の側方運動経路によつて構成されると考えたので、従つて運動面は咬合平面に垂直であり、その結果指導板による新切歯径路の水平投影象は常に水平要素に一致

するので、その法平面の水平跡は常に同一であり、従つて固定された P.R.O. を通ることになった。

法平面の直立跡は、切歯指導板の傾斜角に比例して、傾斜を異にするので、ここに 3 通の型の運動軸が現はれた。Gysi は前内側方に傾くものを幅合軸、前方に傾くものを平行軸、前外方に傾くものを分出軸と称した。

切歯指導板の矢状傾斜面が顎頭の矢状傾斜面に平行である場合が平行軸である。

切歯指導板の矢状傾斜面が顎頭のそれより傾斜が少いときは幅合となり、傾斜が多いときは分出となる。

Gysi の切歯側方運動面のように若し数段の水平面での Gothic arch が同一水平投影象で、運動面が構成されるときは、瞬時回転中心点は、前章迄の努力に拘らず、咬合平面上に存在する。然し Fischer, McCollum, 根本の調査は夫々別の立場でこれを否定しているので、現在では考えられない。

従つて、固定点は、始めの瞬時回転中心であるとしなければならない。よつて軸の型も固定点を上方に置いた異つたものとなつたであらう。Gysi による作図から得たものと比較すると歯牙の経路は異なることは無論である。

図 6 側方運動の瞬時回転中心が顆頭の後上方に位置するときの合成前と後の顆頭の経路

VIII. 考 按

起始に於ける、側方運動のあらゆるものの瞬時回転中心が一点である（共通点、或は個有点）とするこの考え方は、その位置の関係から、顆頭の後方限界線の方角を3通りにした。即ち位置が顆頭より前上方にある場合は後方限界は後上方に、又位置が顆頭の真上にある場合は後方に、又顆頭の後上方にある場合は、後下方に向き、顆頭が夫々移動し又逆行し振ることになる（図6参照）。

この為に側方運動が開口を伴ふときは、顆頭の側方運動経路に変化を来すことになる。そこで顆頭は窩面に接しているにも拘らず顆頭中心点の経路に変化を必要とするわけで、それに応じて窩面から離脱するであろうか、と言ふ疑問が生じたわけである。

この疑問は下顎前進運動でも同様である。

IX. 結 論

下顎側方運動の理論的解析の完成に努力しこれを立体図学的に算出することを企図し始めに空間に於ける直線の運動、次に立体の運動を解析することを得て報告した。今回は側方運動面を先人と異なる見地から把握することを試み、即ちその縦径的要素として後方開口運動又は後退開口運動を用いることを排し、種々の咬合高径での水平面的側方運動による左右側方運動の切替点の連続線を採用し、又水平面側方運動要素として咬合平面で

の側方運動を採用した。又切歯指導板の影響を解析するに当り、運動の解析を軌跡線の理論を用いて、運動量を考え、切歯の運動を水平と縦の運動量に分解し、これを顆頭及び歯牙の運動量に移転し、更にこれを合成し、その運動の経路を解析した。元来これは立体の軌跡線の理論によつて解析し得るわけであるが、その数式又は作図は複雑で簡易ではない。よつて便宜的にこの方法をとつた。

その結果歯牙は勿論のこと顆頭に於いても側方運動面が存在し、更に切歯の指導板によつて切歯が指導されて側方運動を行ふ際、歯牙の咬頭の経路もそれに従つて影響されると同時に顆頭の経路も影響されることが明かとなつた。

又Gysi 軸学説ならびに作図法と比較した結果差のあることが判明した。

この小文が側方運動の切歯指導板による下顎歯牙の経路への影響状況の解析に裨益し、又近時の顆頭の運動の諸問題⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾の解決に参考となる処あれば幸である。

欄筆するにあたり、御鞭撻を頂いた恩師黒沢佐太郎博士に深甚なる感謝の意を表します。

文 献

- 1) Eltner: Fischer 5) より引用, p. 108.
- 2) Gysi A, 沖野節三: 有床補綴学. 東京. 昭 26. 医歯薬出版会社より引用.

- 3) 石原寿郎：下顎運動と咬合器(その22 Schröder) (昭40). 日本歯科評論, 268: 61より引用.
- 4) McCollum B. B.: The Mandibular hinge axis and a Methode of locating it, J. Pros. Den. 10: 428-435, 1960.
- 5) Fischer, R.: Die Artikulationslehre. Zahn-Mund Kieferheilkunde, 4. Band. 110-153, 1966.
- 6) Posselt U.: Physiology of Occlusion and Rehabilitation, Blackwell Scientific Publication. Oxford. 38-50, 1966.
- 7) Schweitzer, J. M.: Masticatory function in man, J. Pros. Den., 11: 625-647, 1961.
- 8) 根本一男：有歯顎の下顎切歯点に於ける3次元
的運動限界の研究, 補綴誌, 6: 1-40, 1962 (昭37).
- 9) 海老名竜雄：下顎側方運動の Gysi 軸学説並びに作図法に関する立体図学的解析. 第2部 運動の知れた3点を含む剛体中の全点の運動の立体図学的解析, 日補誌, 10: 39-42, 1966 (昭41).
- 10) Thomas E. J. Shanahan and Alexander Laff.: Mandibular and Araticulator Movements. Part VII: Concepts of Lateral Movements, and Cndylar paths, J. Pros. Den. 14: 279-289, 1964.
- 11) 大場彬照：咬合の平衡について(1), 歯界展望, 27: 1, 23-30, 1966 (昭41).