〔第45回総会シンポジウム—X線撮影技術の動向と将来展望〕

3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術

川 村 義 彦

日本医科大学付属病院放射線科

Key words : Positioning, plain radiographic technique, three-dimension, radiography of foramen opticum, image information for medical use

TENDENCY OF RADIOGRAPHIC TECHNOLOGY AND PROSPECTS FOR
THEM IN FUTURE

—Formation technique and future clinical technique of radiography—

YOSHIHIKO KAWAMURA

Department of Radiology, Nippon Medical School Hospital

Summary

I made a report to this Symposium relating to positioning out of the radiographic techniques. It indicated present problems to be solved before discussing the prospects for the techniques in the future.

First, I pointed out the necessity of rearranging the present radiography so that it could stand up as technology more firmly. For this purpose, it is necessary to grasp the process of forming the radiography techniques systematically and newly put them in order.

Secondly, an analysis of the tendency of making use of radiography showed that it was advancing in the direction of metric diagnosis and that there were demands for highly precise and reproducible X-ray images. I remarked that it was a subject to be solved how technologists meet such demands. That is, we are now at a turning point in dealing with technical steps.

Thirdly, I stressed the importance of systematically constructing radiographic techniques on the basis of diagnosing physicians' demands for them. This can be said to be natural from the viewpoint of communicating X-ray image information, too.

The report showed an outline of the flowchart of radiographic technique construction (a continuous flow from appearance of diagnosing physicians' demands to technical evaluation of radiography). To explain this outline, I gave the radiography of foramen opticum as an example.

As the fourth subject, the respective items of the flowchart need be put in order to establish the radiographic techniques for various sites. This requires accumulation of technical data. Promotion of full-scale use of databases is also believed to be needed.

Those subjects are thought to be the items first to be solved in considering the future of the radiographic technologies.

緒 言

X線単純撮影法は、X線発見以来の歴史があり、伝統のある技術として多くの部位の撮影に用いられている。

〔第45回総会シンポジウム〕 3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術 (川村)

現在、用いられている撮影法は、数多く作られたものの
中から、臨床に役立つもののみが残されてきたといえる。

一方、現在の撮影技術は、従来にも増して疾患・病態
に合わせた撮影技術に進むべきであるといわれ、第9回
の技術シンポジウムでも取り上げられ検討されている。

そこでは、従来、有用であるとされている撮影法でも、
最新の医療水準に見合ったX線像の要求から、もう一度
考えなおし整理をしてみる必要があるとされた¹⁾。

X線単純撮影法に関しては、技術学会でとりあげられ
専門委員会における、撮影法検討班の実態調査²⁾や、撮影
法標準化検討班の見直し作業³⁾が進められているのが現
状である。撮影法を体系的に整理する方法についてはわ
れわれも、そのまとめ方を検討し報告している^{4,5)}。この
撮影法を考え直し整理するにあたっては、共通の認識の
上に立って、統一した方法で行う必要があり、まず、共
通の理解と認識の必要性がさげばれている。

このような実態をふまえて、本稿では、改めてX線写
真の利用動向を調べ撮影技術になが要求されているの
か、撮影技術研究の現状はどのようになっているのか、
単純撮影法はどのようにまとめられてきたのか、その課
題は何かについて文献調査を行い、その結果から撮影法
を考えなおし検討する方法・枠組みの必要性を明らかに
したい。そして、撮影法を考えなおし検討する方法には、
どのような項目を起こし、どのような内容の整理をする
べきなのか、どのようなまとめ方をすべきなのかにつ
いて考え方をのべてみたい。

1. 単純X線写真の利用動向調査からの 撮影技術の検討

単純X線写真及び骨X線写真は、疾患描出能の限界も
指摘されているが、それなりに有効であるという評価が
一般的となっており、骨X線写真の利用動向をみると、
要求が全体像把握のためのロードマップとしての概観像
と、骨・関節などの計測のための精密画像という二つに
分類され、明確にされている^{6,7,8)}。

ここでは、その中の計量診断について、その動向を調
査し、その結果をもとに技術のあり方を考えてみたい。

単純X線写真の計量診断の利用動向を、文献・書籍を
調査し、その結果と関連する撮影技術を対比させ、今後
の撮影技術の対応を調べた。

Fig. 1は、単純X線写真による計量診断法の発表の動
向を、整形外科分野では、廣島ら^{9,10)}のデータを、臨床全
般では、Keats, Lustedら¹¹⁾のデータを用いて得た結果
である。図は横軸に発表年をとり、縦軸を各年代の発年

Fig. 1 Progress of publications on metric diagnosis currently in use. Two publications show data of the orthopedic field and the other one demonstrates data of the entire clinical field.

数の全計量診断法に対する百分率で表している。計量診
断法の発表の動向は、臨床全般ではなだらかに増加し、
整形外科分野では、ここ数年で急激な計量診断法の開発
へと進んでいる事を示した。

次に、増加傾向にある整形外科分野の計量診断の要求
内容を、先の廣島らの文献^{9,10)}を用いて調べた結果、その
利用動向の分類と利用率は、下のようになった。

不安定性・異常可動性計測…10%

アライメント計測……………60%

形態計測……………30%

ここでの不安定性・異常可動性計測の分類とは、不安
定性・異常可動性の距離や角度データにあたり、アライ
メント計測は、角度・距離の偏位・比指数などで、形態
計測は、大きさ・形・幅・厚さ・深さ・高さ・長さ・径
などとその比指数を振り分けた。

整形外科分野では、ここ数年で急激な計量診断法の開
発へと進んでいる事が分かった。要求内容の傾向をみる
と、整形外科分野の計量診断は、アライメント計測が60
%と大きな比率を占めている。このアライメント計測と
不安定性・異常可動性計測を合わせると70%にも達する
計量診断となるが、両者に共通しているのは、可動性の
コントロールという機能解剖学的な要因となる。

使用比率からみて、今後、この機能解剖という面から
の技術の組み立てを、積極的に取り入れていく必要があ
る。特に、スポーツ整形外科分野^{12,13)}からの要求が増大
しており、この分野の撮影技術¹⁴⁾においては、運動機能
解剖の理解が必須なことから、一層の技術研究が必要と
考えられる。

一方、これらの計量診断は、X線写真に高い画像描出

精度を要求しているが、大貫はこの点をとらえ、利用サイドからの許容できる誤差などの数量的な提示が明確でない場合もあるとし、また、技術サイドからの正確な技術データの提示がないなどの曖昧性の改善を提言している¹⁵⁾。放射線医療技術叢書(1)の放射線技術 QC プログラム¹⁶⁾における一般撮影分野の排除基準は、この画像精度と関連しているが、数量的に明確に示されている部分は少なく、計量診断に関わる数値は今のところ提示されていない状態となっている。これはX線写真の利用評価がパターン認識という数量で割り切れない利用の仕方であることから、X線写真の品質に関して、数値で明確に提示できなかったものと考えられる。しかし、計量診断分野での数値表示による排除基準などは、今後まとめられるべきもので、そのために一層の技術研究が必要となる。

2. 単純X線撮影技術研究の変遷とその課題

2.1 単純X線撮影技術研究の変遷と今後の課題

撮影技術の研究はどのように推移したかを検討し、今後の課題を明らかにする。

技術史委員会のまとめた資料¹⁷⁾と、最近の10年間の学会総会発表から単純撮影技術の研究発表¹⁸⁾を調査し、その結果から今後の技術研究のあり方を考察した。

Fig. 2 は技術史委員会のまとめた技術研究の動向を示したもので、単純撮影技術は6期の昭和45～49年がピークを示しており、単純撮影技術の研究は、他の撮影技術分野と比較して少なく、しかも減少傾向を示している。

Fig. 2 Progress of publications of researches on radiographic techniques
(Quotation from literature 17)

最近の10年間の学会総会発表から単純撮影技術の研究発表の動向を調査した結果では、全演題数に対する単純撮影演題数の比率は、全演題数がそれ程変動していない状態での3%程度、平均で14演題であった。研究の内容は、計量診断や、骨置換術などに関するもので、どちらかと言えば、より精密な撮影で、臨床要求に添った発表

の傾向にあった。

研究発表数の比較では、他の分野よりも少なく、しかも、減少傾向かもしれない、横ばい状態を示しており、先の計量診断の要求からしても、もっと活発な研究がなされるべきと考えられる。また、研究の動向をみると、第42回総会座長セッションでの大塚の集約¹⁹⁾と同じように、臨床の要求に即した技術開発がなされている結果となり、計量診断のための技術開発が行われるなど、適切な対応がなされていると考えられる。

しかし、この分野の研究は活発ではなく、今後は計量診断分野の撮影技術の研究が促進されるように、何らかの組織だった形での研究体制がとられるべきではないかと思われる。

2.2 日本におけるX線単純撮影法の研究はどのように進められてきたのか(視神経管撮影法を例にして)

日本におけるX線単純撮影法は、どのようにまとめられてきたのかを、視神経管撮影法を例にして検討する。

つぎにあげる、中村²⁰⁾、伊藤²¹⁾、金田²²⁾、清水・平松²³⁾、光田²⁴⁾、三宅²⁵⁾、野田²⁶⁾、笠間・井上²⁷⁾、原田²⁸⁾、牧野²⁹⁾、奥村³⁰⁾、城所・戸塚³¹⁾、増野³²⁾、鍵田³³⁾、内藤³⁴⁾、山岸³⁵⁾、湯浅³⁶⁾、森口³⁷⁾らの視神経管撮影法を対象にして、

(1) つぎの3つの撮影法の組み立て方の利用頻度を調べた。「1) Hartman法³⁸⁾やGoalwin³⁹⁾法に代表される、正中矢状面との角度および、ドイツ水平面などの基準線・面との角度の相関データを利用した撮影法、2) Brunetti法⁴⁰⁾に代表される、X線の入射点と射出点を何らかの相関データで求めてそれを利用した撮影法、3) Busi別法⁴¹⁾に代表される、視神経管の走行と相関のある他の部位のデータを利用した撮影法、」

(2) Pfeiffer法⁴²⁾、Lysholm法⁴³⁾、Camp & Gianturco法⁴⁴⁾撮影などのように特殊装置(撮影台および補助具など)を考えた撮影法の比率を調べた。

(3) 研究が独自なものか追試なのかをつぎの分類でその頻度を調べた。「a) 欧米の研究の追試、b) 欧米の撮影法の日本人の体型への補正研究、c) 既存の撮影法の改良研究、d) 独自な撮影法の研究」

(1) 撮影法の組み立て方の利用頻度は、不明の一つを除き、正中矢状面との角度および、ドイツ水平面などの基準線・面との角度の相関データを利用した方法が61.1%、X線の入射点と射出点を何らかの相関データを求めてそれを利用した方法が27.8%、視神経管の走行と相関のある他の部位のデータを利用した方法が11.1%となっ

〔第45回総会シンポジウム〕 3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術 (川村)

た。

(2) 撮影台および補助具などを用いた撮影法は、全体の66.7%になった。

(3) 研究が独自のものか追試なのかの分類は、その違いを明確に記述されているものもあるが、不明なものが相当数にのぼり、正確な比率を求めることができなかった。

視神経管撮影の目的は、視神経管の正しい解剖学的軸方向像を得ることであり、しかも見えない部位の撮影であることから、分類した三つの方法のどれを用いて撮影法を作ってもよいことになるが、撮影法の組み立て方の利用頻度をみると、人体の基準線・面を用いた技術の組み立てが約60%もしていた。視神経管は入射点・射出点を求めて行う対向点撮影法が比較的良好な結果を得る部位にも関わらず、その研究開発は、約30%程度に留まっている。このことは、撮影法の作成には人類学的な基準線・面を利用するという考え方が基本にあることを証明しているものと考えられる。

さらに、撮影法の組み立て方が異なったとしても、撮影台および補助具などを用いて実際の撮影法を組み立てていこうとする考え方は、全体の70%近くにも達している。

これは体表から見えない部分の正しい設定のためには、器具を用いて行うことを基本に考えていることを示すものである。

研究が独自のものか追試なのかの正確なデータを求めることができなかったが、研究はつぎのような傾向にあった。

a) の欧米の研究の追試の例は、撮影法の導入の最初に行われる研究であるが、論文として掲載されているものは少なかった。収集の論文の中では、Camp & Gianturco 法⁴⁴⁾の光田の研究や²⁴⁾、Pfeiffer 法⁴²⁾の金田の研究²²⁾など初期の研究にみられていた。

b) の欧米の撮影法の日本人の体型への補正研究は、Goalwin³⁹⁾法に基づく中村の統計的な研究²⁰⁾が、その代表的なものとなっている。

c) の既存の撮影法の改良研究は、最も多くみられる研究となっている。

この既存の撮影法の改良研究は、視神経管に限らず、その他の部位でも取り入れられ用いられており、撮影法の研究開発の相当数を賄っている方法となっている。

d) の独自の撮影法の研究は少なく、視神経管撮影では戸塚の研究³¹⁾が優れたものとして評価されている。

日本におけるX線撮影法の研究開発は、欧米の撮影法

を日本人の体型に合わせた補正研究か、あるいは既存の撮影法の改良研究が多かったことから、わずかの違いの撮影法も数多く発表されるに至っている。

さらに、いくつかの撮影法の長所を取り入れた撮影法も作られ、同一撮影法の名称でも僅かに異なる内容の撮影法が数多く存在することにもつながったのではないかと考えられる。

2.3 日本におけるX線単純撮影法の研究はどのようにまとめられてきたのか(視神経管撮影法を例にして)

日本におけるX線単純撮影法は、どのようにまとめられてきたのかを、視神経管撮影法を例にして検討した。

欧米の撮影法も含めた視神経管撮影法の研究が、日本の書籍の上で、どのようにまとめられたか、どれ程内容が異なるかを入手できた書籍⁴⁵⁻⁵¹⁾から比較した。

入手できた書籍の記述内容をまとめると Table 1 の結果となった。表は研究発表のオリジナルと同じ記述の場合、撮影法の名称のみを記入し、本の著者のオリジナルと推測されるものは、その角度数値を記載してまとめられている。

内容は、当然、著者の撮影法に対する考え方が反映されることになり、その当時までに発表された中から、一つあるいは二つの撮影法が掲載されている。江副⁴⁹⁾や小川⁵¹⁾は戸塚氏法³¹⁾を採用し、横井・福田⁴⁶⁾や熊谷⁴⁸⁾は、X線束の斜入射投影を採用しているなど、種々の異なる記述内容であり、全ての著書にわたって採用されている撮影法はなかった。

視神経管撮影法では、全てに共通して用いられている撮影法は見あたらなかったが、Goalwin 氏法のドイツ水平面との角度 α と、正中面とのなす角度 β にもとづく撮影法を採用しているものが多かった。しかし、その角度は、種々の数値が提示されており、方法論は同一でも異なる撮影法が存在していることが知れた。

この結果は、専門委員会の19冊の書籍の調査結果の²⁾、同一部位で多くの撮影法が僅かの違いで存在し、また、同一撮影法の名称でも異なる記述があるという報告と一致した。

この結果から班報告では、同一の方法論からの撮影法の記述で、数多くの内容が存在することは混乱を招くとして、撮影法を何等かの方法で、体系的に整理することが必要であると提言している。

我々はこのような結果もふまえて、さらに、現在の医療の水準、技術革新を目の当たりにしたとき、伝統のある撮影法を、客観的・技術的にみて、もう一度、整理を

RADIOGRAPHIC METHODS OF OPTIC CANAL

(PUBLICAITON)

1937	Hideo Irie	Roentgenographic examination and the way to treat patients (Kanehara)	Median sagittal plane at an angle of 50° to the cassette. Deutsche Horizontal plane at an angle of 70°. Perpendicular beam projection.
1964	Yokoi & Fukuda	Radiography of the human body (Nankodo)	Median sagittal plane at an angle of 55° to the cassette. Anthropological base plane at an angle of 85° (the chin to be stuck out). X-ray beam, cephalically at an incidence angle of 15°.
1966	Masao Kagita	Schematic radiography of bone (Kanehara Shuppan)	Median sagittal plane at an angle of 55° to the cassette. The chin is stuck out, and anthropological base plane inclined 12° backward. X-ray beam, perpendicular.
1969	Sadayoshi Kumagai	Radiographic technique of bone (Ishiyaku Shuppan)	1)Median Sagittal plane at an angle of 55° to the cassette. X-ray beam, cephalically at an incidence angle of 17°. 2)Haltman method
1971	Masayoshi Ezoe	Radiographic technology (Nanzan-do)	1)Median Sagittal plane and cassette at an angle of 55°. Anthropological base plane, inclined 15° backward. X-ray beam, perpendicular.
1971	Shigeharu Horio	Plain radiography of bone and x-ray anatomical pictorial book (Igaku-shoin)	Median sagittal at an angle of 52.5° to the cassette. Acoustic pore made perpendicular to anterior nasal spine. X-ray beam, perpendicular.
1986	Norihisa Ogawa	Radiologic Technology (Tsusho sangyo-Kenkyu-Sha)	1)Median sagittal plane at an angle of 55° to the cassette. Anthropological base plane, inclined 12° backward (up to 78°). 2)Totsuka method 3)Rhese-Goalwin method Median sagittal plane at an angle of 53° to the cassette. Acoustic pore and anterior nasal spine, made perpendicular.

Table 1 Books on plain radiography in Japan
(Progress of radiography of foramen opticum)

— (1755) —

〔第45回総会シンポジウム〕 3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術 (川村)

しなければならないのではないのか、そのような課題を現在抱えているのではないかと結論づけた。

3. 撮影法を体系的に整理する方法の検討

3.1 撮影法を体系的に整理する方法の基本的な考え方

撮影法を体系的に整理する方法を検討するにあたり、その基本的な考えをまとめておく必要がある。

撮影法は、一般的に診断サイドの要求から出発し、診断学的要素の各項目が明らかにされ、その要求にもとづいて撮影法の組み立て目標が明確にされる。そして被写体の医学的要素の各データが検討され、撮影技術学的要素の各項目の検討から一応の撮影法の考え方ができる。さらに、現場の設備・装置の制約という要素も加味されて、実際に撮影法が作られるという経過を辿る。

したがって、撮影法を体系的に整理する場合も、この基本的な枠組みの中で整理することが必要と考えられる。

さらに、撮影法を体系的に整理する場合、撮影法の結果だけではなく、撮影法の組み立ての考え方・方法の違い、データの違いを論理的に明らかにすることを基本におくことも重要なことと考えられる。

3.2 撮影法の組み立ての考え方・方法の違い、データの違いをどのように整理するのか

整理する方法については、現在、明確に提示されているわけではない。そこで戸塚の視神経管撮影法の分類研究⁵⁸⁾を参考にし、新たに考えることにした。

戸塚はつぎのように撮影法の作成の方法を分類している。

- a) 頭部撮影の経験上、あるいは特定位置を撮れば視神経管像が得られるとのべたもの
- b) 多数頭蓋骨の統計的観測結果をあげて、基点、基面を定め、これを撮影に応用したもの
- c) まず、b)の方法により、さらに実際の撮影時には、各患者毎にそれぞれ若干の補正を行うもの
- d) 撮影の特殊装置を考案したもの

戸塚は、この分類を用いて、内外の文献の整理をしている。

撮影法の作成には、多くの考え方があり、一見、まとめがつかないように見えるが、戸塚の分類研究でわかるように、撮影法を作り出す過程での考え方の、いわゆる筋道を分類整理することで、その違いを明らかにでき、撮影法をまとめることができると考えられる。

戸塚の分類は大きな枠で整理されており、撮影法の違

いをまとめるには、もっと細かな分類整理が必要となる。

そこで、つぎのような考え方から、もっと細かに分類整理をし、しかも系統的に整理する方法を検討した。

X線単純撮影は、撮影目的と撮影部位が決まれば、具体的には撮影方向、撮影体位、基準となる部分の設定、X線の入射点・入射角度、撮影範囲、撮影距離、呼吸動態などの各項目の内容が決定されて撮影法が作られることになる。

この具体的な内容が決められる過程では、いくつかの考える筋道、つまり、考え方の選択枝があると考えられる。つまり、いくつかの選択枝の中から、どれかを選び出して、その考え方に基づいて具体的な内容を決めていることになる。

そこで、予め筋道となるであろう選択枝をいくつか提示しておき、各項目での具体的な内容決定に際して、選択枝のどれを選んだかを明らかにして整理していく方法を考えた。

撮影法の組み立ての考え方・方法の違い、データの違いを整理する方法は、この選択枝の違いを明らかにすることを基本におき、診断学的要素から、被写体の医学的要素、撮影技術学的要素と、選択枝を選びながら、その技術の作成の筋道を系統的に辿っていけるような方法とすることとした。

この考え方から整理の方法を確立するためには、診断学的要素、被写体の医学的要素、撮影技術学的要素で、撮影法を作る上で明らかにしなければならない項目を整理し、そして、それぞれの項目ごとに選択枝を抽出し、整理をしていかなければならないことになる。

なお、撮影法の組み立ての考え方・方法の違い、データの違いを整理する方法を、われわれは先にフローチャートの形で報告しているが⁵⁾、シンポジウムではチェック・シートの試案を発表した。

チェック・シートは、撮影法を考え作る過程での選択の違いとその内容が分かるように、縦軸に選択枝を配置し、横軸に被写体の3次元(矢状面、前額面、水平面)の3つの分類項目を設け、技術の対応整理や、被写体の解剖・機能データが各次元ごとに整理できるような形としたものである。

ここでいう被写体の3次元ごとの技術の対応整理という考え方は、Cieszyński⁵⁹⁾や、オルビックス・テクニク、日本でも小川⁶¹⁾、増野⁶⁰⁾、堀尾⁵⁰⁾らの多くの研究者によって取り入れられた考えであるが、内容表現が多少異なっている。

われわれが提案したのは、人体の3次元である水平面、

矢状面、前額面を基本におき、それぞれの断面の分布という形とした。

つぎに、それぞれの項目とその選択枝の分類・整理の検討結果を報告する。

3.3 撮影法を作る上で明らかにしなければならない項目の整理

撮影法を作る上で明らかにしなければならない各項目の抽出・整理は、各種の撮影法の研究と、つぎの文献を参考にして検討した。

1) 診断サイドの要求の整理の項は、特に文献 (52, 53, 54) を参考にした。

2) 被写体の解剖・機能の項目の設定には各種解剖学の文献 (55, 56, 57) を参考にした。

3) 撮影技術の、各項目は、標準化班報告³⁾、われわれの分類報告⁵⁾を用いて整理した。

(1), (2), (3)について以下の項目に分類・整理した。

(1) 診断サイドが要求する診断学的要素の項目

- a. どのような疾患が目的か
- b. どのような機能状態でのX線像の要求か
- c. 要求画像のタイプはどのようなものか
- d. どのような部位がどのようにでていればよいのか
- e. どのような利用の仕方なのか

(2) 被写体の解剖・機能の項目

- a. 骨格の解剖でのデータの利用はどのようなものか
- b. 体表形態解剖でのデータの利用はどのようなものか
- c. 運動機能解剖でのデータ利用はどのようなものか
- d. 放射線感受性でのデータ利用はどのようなものか
- e. 体位の安静度でのデータ利用はどのようなものか

(3) 撮影法の組み立ての項目

- a. 撮影技術の組み立て目標はどのようなものか
 - b. 撮影技術の組み立て方針はどのようなものか
 - c. 撮影技術の組み立て過程とその内容はどのようなものか
1. 撮影方向は
 2. 被写体の体位は
 3. 撮影の基準設定は
 4. X線入射角度は
 5. X線入射点は

6. 照射野は

7. 撮影距離は

8. カセットの設定は

9. 構図・構成は

10. 呼吸は

d. X線写真の技術的な評価は、どのようなものか

(4) 評価項目はどのようなものか

1. X線写真の品質からは

2. 患者の保護からは

3. 現場技術・装置との関連からは

これらの項目は、撮影法を考え、整理する上で、必要と考えられるものを、多くの研究論文および書籍から抽出して整理したものであるが、実際には、これらの各項目は、現在、明確に分類整理されているわけではなく、今までの種々の撮影法に用いられている組み立てでの分類を調査して求め、一応の試案を提示したものである。

つぎに、これらの各項目ごとに、どのような選択枝が存在するか検討したので結果を、診断サイドの要求から、順に報告する。

3.4 診断サイドが要求する診断学的要素の各項目の選択枝

ここでの選択枝の分類・抽出は、臨床診断サイドの要求を技術の組み立てに必要な形に分類整理することにおいた。

診断学的要素での選択枝の抽出・整理は、診断学の著書を参考にしたが、特に文献 (1, 52, 53, 54) を参考にした。

Fig. 3 に示すように、5つの項目のそれぞれで選択枝を求めて次の結果を得た。

(1) 描出要求がだされている疾患の分類整理

技術の組み立てを考えるにあたっては、まず、どのような疾患のための写真かを明らかにし、何が目的なのかを明確にする必要がある。ここでは、図のように6つの選択枝と、さらに、その疾患 (a~n) を設定した。

例えば、肩関節のX線撮影でも、種々の要求があり、撮影技術も必然的に異なってくる。この整理で概略の技術の組み立ての指針が決められることになる。

(2) どのような機能状態での撮影要求かの分類整理

つぎに身体および局所部分の機能を、どのような状態においたときの写真がほしいのか、何の目的でそのような機能状態にした映像情報を要求するのかを明らかにする必要がある。ここでは、3つの選択枝を設定した。

例を膝関節にとると通常の撮影では、運動機能的にみて静的状態のスタチックレベルとなり、片脚立位では自

〔第45回総会シンポジウム〕 3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術 (川村)

ARRANGEMENT OF CLINICALLY DIAGNOSING PHYSICIANS' DEMANDS

Fig. 3 Checksheet of radiographic technique construction
(In reference to the section of the arrangement of clinicians' demands)

動のダイナミックレベルの撮影で、前方引出し撮影は他動のストレスレベルでの撮影と分類される。

ここでは、撮影技術の機能状態の対応が明確にされる。

(3) X線写真像で守れていなければならない基準の分類・整理

それぞれの臨床X線写真には、必ず守られていなければならない、損ねてはならないポイントがいくつかある。このポイントの一つに、読影に際し、その前提となる基

準通りのX線写真像が撮れているかどうかあげられる。この基準を大きく図の5つの選択枝に分類し、さらに、その分類に対応する形で要求像のタイプと技術考えた。5つの選択枝は、それぞれ、つぎのようにまとめられる。

1) 要求基準が正しい位置の投影像の場合は、要求像のタイプを概観像とみなし、技術の組み立ての方針を正しい位置投影設定技術と位置づけられる。正中矢状面を基

準にした左右対称性の撮影などがこれにあたる。

2) 要求基準が正しい形態像の場合、要求像のタイプは局所の解剖学的に正しく投影される像となり、技術の組み立ての基本を、ある部位の正しい解剖学的形態を得るための技術とみなせる。視神経管撮影などがこれに該当する。

3) 要求基準が障害投影部の除去を目的とした場合、要求像は障害除去像となり、技術の組み立ての基本を障害部位の重積率の軽減・改善の技術とみなせる。胸骨斜位撮影などがこれに相当する。

4) 要求基準が2)と3)にまたがる場合は、両者を合わせた要求像のタイプと技術の組み立てとみなせる。

5) 要求基準が疾患情報におく場合は、要求像のタイプを、その疾患形態を正しく見ようとするためなのか、障害部位の重積率の軽減・改善での像を見ようとするのか、除去での疾患像なのか、違った方向からの疾患像の把握なのかなどに分類整理できる。技術の組み立ての基本も、同様に疾患形態を正しく描出するための技術か、障害部位の除去での疾患像なのか、違った方向からの疾患像の描出のための技術なのかに分類整理される。

要求基準となる選択枝は、際限なくありそうだが、実際には、Fig. 3 に分類整理し、上記で説明した選択枝の5つに集約されと考えられる。そして、技術の組み立ての基本方針も、大きくみると、その選択枝に連なった5つの技術的対応の選択枝を持つだけとみなせる。

例えば、正面と側面の概観撮影の他に、別の撮影法が要求されるということは、正面あるいは側面の写真で何等かの不備があったことになる。その不備は、正しい形態情報が得られなかったのか、障害重積投影像があったのか、両者にまたがる不満があったのか、それともより良い疾患投影像が得られなかったかのいずれかに該当するに過ぎないこととして説明される。

したがって、撮影法を考える場合、そのどれに該当するかを求め、それを改善する技術を組み立てれば良いことになる。

例えば Stenvers 撮影法⁶²⁾は、Shüller の経眼窩撮影法の中で、正しい形態情報が得られなかった部分と、障害となる重積投影部分があり、この二つの改善のために行った技術の組み立てとみることができる。歪率の改善部分は骨半器官と蝸牛部の正投影、および錐体部の長軸の最大長の投影に当り、重積率の改善は顔面頭蓋部の重積除去として整理される。

これらの分類整理は、技術の組み立ての基本方針が明確になるところであり、重要な部分であるといえる。

(4) 部位・部分の描出要求のパターン分類整理

ある部位あるいは部分の写っていないと見えないポイントが指摘されたとき、これを映像上の分類で辺縁の情報なのか、濃淡の情報なのか、形態の情報なのかという明確な当てはめができるように、分類・整理をし、技術的対応を明確にできるようにした。

この項の展開は、ポジショニングというよりも、画質に関する項となるので詳細は省略するが、別の機会に技術の組み立てとの関連を明らかにして報告したい。

(5) 利用方法の分類・整理

図のようにパターン認識レベルの利用なのか、計量診断なのか、選択枝を設けてその内容を明らかにし、精度はどの程度なのかを明確にし、技術のレベル・精度を決定することが必要となる。

このように、臨床診断サイドの要求の整理をし、技術的な関連を明確にすることは、撮影技術の組み立ての違いを明確にすることになり、撮影法を体系的に整理する上からはとても重要なことと考えられる、今までこの部分が明確に整理されていなかったところに、一種の曖昧さが生まれたのではないと思われる。

3.5 撮影技術の組み立て目標の分類・整理

撮影技術の組み立て目標とは、診断学的な要求内容を分類整理してまとめた各種の項目と内容を、被写体の3つの次元ごとに分解整理し、各次元ごとに、どのような映像として描出されるとよいのか、どのような機能状態か、その利用のレベルはなどをまとめるものである。

Fig. 3 の診断学的な要求内容の分類整理をもとに、撮影技術の組み立て目標を明確にするためのチェックシートを検討した。

Table 2 に示すように、被写体の3つの次元を横軸にし、Fig. 3 の診断学的な要求内容の分類整理を縦軸にして、診断学的な要求内容を、被写体の3つの次元ごとに分解整理するものである。

例えば、副鼻腔の Waters 法は、つぎのように整理される。

- a) 矢状面断の分布は、表の中の 3-d のルートを通り、重積像の除去をした状態での形態像の観察要求となり、技術的には、障害部除去の技術の組み立てとなる。その目標は上顎洞下縁と錐体上縁との分離投影におかれる。
- b) 水平断の分布では、表の 1-b のルートを通り、正しい位置設定の局所外観像の観察要求となり、技術的には、正しい投影位置設定技術の組み立てとなる。その目標は正中矢状面上のものが正しく重積投影さ

〔第45回総会シンポジウム〕 3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術 (川村)

Table 2 Checksheet to put in order the objectives of radiographic technique construction

OBJECTIVES OF RADIOGRAPHIC TECHNIQUE CONSTRUCTION					
Detailed lines	Criteria for image reading	3-D classification of construction objectives Superimposition of what site/area Type of demanded x-ray image	Superimposed projection on sagittal plane (Y-Z plane)	Superimposed projection on horizontal plane (X-Z plane)	Superimposed projection on mid-frontal plane (X-Y plane)

Criteria for image reading and required images	1) Setting of the right position	a) Overall general view			
	2) Setting of the right shape	b) Regional anatomical orthographic projection			
	3) Setting of subtraction of superimposed image	d) Superimposed-image subtracted shape image			
	4) Shape after superimposed-image subtraction + setting of the right shape	e) C + d			
	5) Disease information	f) Orthographic projection disease image g) Superimposed-image-subtracted disease image h) Disease image from other directions			
Condition of function	1) Neutral (static) position				
	2) Dynamic position				
Usage	3) Stress position				
	1) Accuracy of pattern recognition 2) Accuracy of notrical diagnosis				

れることにおかれる。

c) 前額面断の分布では、副鼻腔の Waters 法の場合、重積分布の目標ではなく、平面的な分布の目標が設定されることになる。要求基準は、1 のルートを通り、正しい位置の設定となり、技術的には、正しい投影位置設定技術の組み立てとなる。その目標は頭部の左右屈がなく矢状面上のものが直線上に投影されることにおかれる。

このように、3-D の各次元ごとに要求基準と要求 X 線像のタイプをたどり、技術の組み立ての基本方針や、どのような X 線像として描出されるとよいかのポイントを各次元ごとに明らかにしていくことが、撮影技術の組み立て目標の分類・整理のポイントになる。

機能状態や、利用方法などについても同様に、該当するものを選択し、3-D のそれぞれでどのような内容となっているかをまとめることになる。

3.6 被写体の各種解剖・機能データの分類・整理

被写体の医学的要素の、項目の設定には各種解剖学の文献 (55, 56, 57) を参考にした。

このデータ・シートのまとめ方についても、撮影技術の組み立て目標の分類・整理の項と同じような形式をとり、縦軸には各種の解剖・機能・放射線感受性などの項目をおき、横軸に 3-D を配した **Table 3** のマトリックスとし、その中にデータを収録することとした。

このデータ・シートは、そのデータが各種解剖・機能のどの分野にあたるのか、そして、部分のデータなのか、部位として構成されたときのデータなのか、人体として構成されたときのデータのかなどを明確にしようとし

Table 3 Checksheet to put various data on a subject in order

ANATOMICAL/FUNCTIONAL DATA OF A SUBJECT

ANATOMICAL/FUNCTIONAL DATA OF A SUBJECT	3-D classification of a subject	Sagittal plane (Y-Z plane) distribution	Horizontal plane (X-Z plane) distribution	Mid-frontal plane (X-Y plane) distribution	Item
Content					
Anatomy	Skeletal system	a) Shape/angle of an area b) Position/angle of a site c) Position/angle of the whole body position/angle
	Surface of shape body shape	a) Surface of body shape of an area b) Surface of body shape of a site c) Surface of body shape of a whole body			
	Motor function	a) Motor function of an area b) Motor function at a site c) Whole body motor function			
Function	Body position	a) Position/angle of an area b) Position/angle of site c) Whole body position/angle			
	Radiation sensitivity	a) Area b) Site			
	Rest	a) Motor function b) Body position			

たものである。そして、データも統計的な取り扱いを基本として、整理することを心がけることとした。

したがって、3-D のそれぞれのデメンジョンで、どの解剖・機能がどのようなデータとなっているのかを系統的に整理、把握されることになる。したがって、撮影法の組み立てにどのような解剖・機能とどのような次元のデータを用いたかのチェック・シートとしても利用できる。

このデータ・シートの内容の精度如何で、撮影技術の精度が決まることになるが、統計的なデータが不足しており、今後、本腰を入れた研究・整理が必要と考えられる。

3.7 撮影技術の組み立て方針の分類・整理

標準化班報告³⁾ および、われわれが報告した分類⁵⁾ を利用して整理した。

技術組み立ての基本となる方針は、先にあげた診断サイドの要求整理で 5 つに概略まとめられている。その基本方針のもとに、撮影法を考え検討するとき、被写体の体位変換方式なのか、X 線束の斜入射方式のかなどの方針を予め明らかにするように選択枝を考えた。

選択枝は、組み立ての方式、X 線束に対する角度、体表指標の有無や相関データの選択、撮影台の使用、技術精度の維持レベルなどにおいて、**Table 4** にあげたような 3-D を配列したマトリックスで整理することにした。

例をあげると、副鼻腔撮影の Waters 法の場合⁶³⁾ は、Caldwell の撮影に対する技術の転換であったこともあ

Table 4 Checksheet to set up the policy of radiographic technique construction

POLICY OF RADIOGRAPHIC TECHNIQUE CONSTRUCTION				
3-D classification of construction objectives	Superimposed projection area			
	Superimposed projection on sagittal plane (Y-Z plane)	Superimposed projection on horizontal plane (X-Z plane)	Superimposed projection on mid-frontal plane (X-Y plane)	
Policy				
Construction method				
Angle to X-ray beam				
Surface index				
Table				
Setting of accuracy				

り、より明確に技術組み立ての方針と結果が明らかになっている。

即ち、フィルムに対してX線中心線束は常に垂直であるべきで、しかも、被写体は顎を突き出すという基本方針をとっていることである。

これを選択枝のルートで整理すると、Waters法の矢状面断での組み立て方式は、被写体の体位変換法方式で、X線束に対する角度は、フィルムに垂直で被写体は任意の角度とするという方針にあたる。

一方、Caldwell法は、組み立てに際しての方針をどのようにしたかは不明であるが、結果を整理してみると矢状面断での組み立て方式は、X線束の斜入射変換方式で、X線束に対する角度は、フィルムに斜入射で被写体は任意の角度とするという方針にあたる。

このように3-Dの各次元ごとに方式を明らかにすることは、以後の技術を確立する重要な部分と考えられる。

3.8 撮影技術の組み立ての考え方の筋道を明確にするための分類・整理

Table 5に示す単純X線撮影法の具体的な各項目は、今まで整理してきた診断サイドの要求、撮影法の技術目標、被写体の各種データ、撮影技術の組み立て方針の資料に基づき、評価項目も加味されて検討されることになる。

これらの各項目の内容決定を系統的にまとめるには、やはり、それぞれの決定に際しての筋道を明らかにする

Table 5 Checksheet to put in order the process of thinking of radiographic technique

PROCESS OF THINKING OF RADIOGRAPHIC TECHNIQUE CONSTRUCTION				
3-D classification of construction objectives	Superimposed projection area			
	Superimposed projection on sagittal plane (Y-Z plane)	Superimposed projection on horizontal plane (X-Z plane)	Superimposed projection on mid-frontal plane (X-Y plane)	
1) Direction	a-n			
2) Body position	a-n			
3) Standard	a-n			
4) Incident angle	a-n			
5) Incident point	a-n			
6) Radiation field	a-n			
7) Source image receptor distance	a-n			
8) Setting of radiographic cassette	a-n			
9) Composition	a-n			
10) Respiration	a-n			

ことが必要となる。

したがって、Table 5の1～10の項目で、それぞれの項目ごとに考え方の筋道としての選択枝（図ではa～nとしてあらわした）を明らかにしなければならない。

同時にTable 5の横軸右端にあげた3つ評価項目を整理して、その中の選択枝を明らかにしなければならないことになる。

これらの整理によって、撮影技術の組み立て・考え方の筋道を明確にするためのチェック・シートはできあがる。

Table 5は、すべての撮影技術の項目を縦軸に羅列した一覧表で表したが、実際には、各項目ごとに選択枝を配列したチェックシートができあがることになる。

Table 5の1～10の項目の選択枝、および評価項目の選択枝の抽出と、各項目のチェックシートをつぎに検討したが、ここでは、紙数の都合で1～10の項目の選択枝、および評価項目の選択枝の抽出結果のみを提示する。

標準化班報告³⁾および、われわれの分類⁵⁾を利用して選択枝を抽出した。

1. 撮影技術の項目の選択枝

1. 撮影方向の決定の選択枝

- 被写体の解剖学的な位置的関連から
- 患者さんの保護という関連から
- 現場の設定精度から
- 簡便性から

2. 被写体の体位の決定の選択枝

- 方向の決定と装置の制約から
- 患者さんの保護という関連から
- 機能状態の診断要求から

〔第45回総会シンポジウム〕 3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術 (川村)

- d. 可検域を広げる観点から
3. 被写体の基準設定の選択枝
(体表から目的部が触知できたり、位置が確かめられる場合)
a. それを基準にして設定
(体表から直接判断できない場合)
b. 基準線・面などを用い、その相関データを用いてそれを設定の基準とする
c. その部位の体表面上の指標そのものを、何等かの相関データから求め、それを設定の基準とする
d. その部位の体内配置と一致する他の部位の体表指標の相関データから求め、それを設定の基準とする
4. 入射角度の決定の選択枝
撮影技術の組み立て方針・および方式の決定によって斜入射か、垂直投影かの基本が決定される。さらに被写体の目的部の設定のあり方と相補的な関係で具体的な角度はきまることになる。
(組み立て方針の項目の一部を入射角度の決定の選択枝とみると、)
a. 被写体の目的部に直角あるいは平行で、フィルムに垂直
b. 被写体の目的部に直角あるいは平行で、フィルムに斜入射
c. 被写体の目的部に斜入射で、フィルムに垂直
d. 被写体とフィルムの両者の斜入射
(二等分線法のように被写体の目的部の設定に対して斜入射投影ではあるが、X線歪率を極力おさえた状態の斜入射)
5. X線入射点の決定の選択枝
(体表から目的部が判明する場合)
a. それを入射点の基準にする
(体表から目的部が分からない場合)
b. その目的部の体表面上の指標を求めて、それを基準にする
c. その目的部位の体内配置と関連する他の部分の体表指標を基準にする
d. 基準線・面を基準にした相関データを基準にする
e. 斜入射投影になるように入射点を任意の距離だけ移動させる
6. 照射野の設定の選択枝
(限定する範囲が、体表から見える場合)
a. それを用いる
(体表から見えない場合)
b. 基準線・面との相関データを用いる
c. その部位での絞る簡図の体表面の指標を求めて、それを用いる
d. 関連する他の部位の体表指標を求めてそれを用いる
7. 撮影距離を設定する選択枝
a. 拡大ボケ、歪みとの関連から
b. 撮影機器の出力などとの関連から
c. 拡散するX線放射角度の利用の関連から
d. 作業能率との関連から
8. カセットを設定する選択枝
a. 通常のカセットトレイに設定
b. 撮影台の上に斜め(任意の角度)に設定
c. 撮影台に垂直の設定
9. 構図・構成を設定する選択枝
(目的部が体表から判明している場合)
a. それを目安に、被写体一照射野一カセットの構図を構成する
(目的部が体表から不明の場合)
b. その部位の体表上の指標を求め、他の部位との関連も加えて、被写体一照射野一カセットの構図を構成する
c. 基準線・面との相関データとの関連から、被写体一照射野一カセットの構図を構成する
10. 呼吸の状態を設定する選択枝
a. 吸気の状態での呼吸停止
b. 呼気の状態での呼吸停止
c. 呼吸状態での撮影
2. 評価項目の選択枝
1. X線写真の品質
a. パタンの精度
b. 照射野の精度
c. 構図・構成の精度
d. 画質の精度
2. 患者保護
a. 放射線被曝の軽減・防護
b. 苦痛の軽減
c. 被写体の安定性
3. 現場技術での対応
a. 現場技術での精度
b. 現場技術での簡便性
- 撮影技術の項目の選択枝と評価項目の選択枝の一応の試案を提示した。これらの選択枝を用い、チェックシー

トが作成されることになるが、この中にはさらに検討し、削除するもの、追加が必要なものがあると思われる。今後、実際の系統整理の作業の中で、修正・追加を加えていきたい。

3.9 X線写真の技術的な評価の分類・整理

ポジショニングに関する評価は、当初あげた撮影技術目標の達成度から行うことができると考えられる。したがって、Table 3 の撮影技術の組み立て目標のシートをもとに、3-D のそれぞれのデメンジョンで、達成しなければならない目標がどれ程達成されたかを、各項目ごとにチェックすればよいことになる。具体的には、目標シートに記載されていた内容と、得られたX線写真の状態を比較して、評価内容を Table 6 のチェック・シートに記載してまとめることができる。

このような内容を盛り込み、整理した形のテクニカルレポートをまとめる事を、今後、心がけなければならないのではないかと考えられる。

X線写真の臨床技術的な評価とは、決して診断する訳ではなく、撮影技術の組み立て目標の内容について、どれ程達成したかをチェックし、技術レポートをまとめることがまず基本的に必要な事と考えられている。

現在、このような臨床技術的なX線写真の評価に関しての本格的な議論はなされておらず、一部には間違った方向へ評価法が進んだきらいがあり、臨床X線画像の評価はどうあるべきかを改めて検討すべきではなからうか。

以上、途中で省略した箇所もあり、全てのチェックシートを提示できなかったし、具体例をあげることができ

なかったが、撮影法を体系的にまとめるための考え方と、その試案の一端を提示した。

この撮影法を系統的に論理的に整理する方法は、それぞれの撮影法が、どのような選択枝を採用して作られたかを明らかにし、そして、どこの部分が論理的に空白であるか、曖昧なのかを明らかにしていこうとするものである。当然のことではあるが、新たな撮影法を考える時にも、このチェックシートを用いて検討することができる。

撮影法を相互比較する場合も、それぞれの項目における選択枝の違いと、解剖・機能データの選択の違いを明らかにすることで違いを明確に指摘することができる。

4. ま と め

この報告では、現状の撮影技術の見直しをしなければならないのではないかとこの事と、さらに、撮影法はもっと系統的にしつかりした技術の枠組みでまとめ直さなければならないのではないかとこの事を、資料をもとに提案した。

X線写真の利用動向は、計量診断へ進んでおり、高精度の画像の要求が増えている事から、精度という観点から、どう技術が答えていくのかが現在の課題となっていることをのべた。

一方、X線単純撮影技術の研究の動向をみると、停滞傾向にあり、今後、その対応を十分に検討する必要があることを明らかにした。

さらに、撮影法は、臨床に供されて有効に利用されているのだから良い、というものではなく、その根底にある技術組み立ての論拠を、改めてまとめ直し、撮影法の技術ベースを作ることが重要なことであり、今日の課題であることを提示した。

本報告では、撮影法を体系的に整理する方法の考え方とその試案の一端を提示した。

このまとめ方の特徴は、技術に関わる事項を診断サイドの要求から、技術的な評価までを網羅して各項を系統的に分類し、その中に選択枝を設けて、撮影法を作っていく筋道、思考過程を、人体の3次元構造体のそれぞれの次元ごとに明らかにしようとしたところにある。

個々の撮影法は、このチェック・シートによってその考え方を明確に分類整理することができる。つまり、多くの撮影法を共通の枠組みで比較検討することになり、技術としての一貫性が生まれ、ここに一つの技術ベースができあがるのではないかと考えられる。

この技術ベースをまず確立する事が、伝統のある単純

Table 6 Checksheet to put in order the process of the technical assessment of radiography

ASSESSMENT OF RADIOGRAPHS (To what extent have the objectives been achieved?)				
Criteria for image reading and required factors	3-D classification of construction objectives Type of demanded X-ray images	Superimposed projection on sagittal plane (Y-Z plane)	Superimposed projection on horizontal plane (X-Z plane)	Superimposed projection on mid-frontal plane (X-Y plane)
1) Setting of the right position	a) Overall general view	(Y)	(X)	(Y)
2) Setting of the right shape	b) Regional general view	(Z)	(Z)	(X)
3) Setting of subtraction of superimposed image	c) Regional anatomical orthographic projection			
4) Shape after superimposed-image subtraction + setting of the right shape	d) Superimposed-image subtracted shape image			
5) Disease information	e) C + d			
	f) Orthographic projection disease image			
	g) Superimposed-image-subtracted disease image			
	h) Disease image from other directions			
Condition of function	1) Neutral (static) position			
	2) Dynamic position			
	3) Stress position			
Usage	1) Accuracy of pattern recognition			
	2) Accuracy of medical diagnosis			

〔第45回総会シンポジウム〕 3. X線撮影法の作成技術と今後の臨床技術 (川村)

撮影技術の現状の技術的課題と考えているが、そのためには、このチェック・シートのコンピュータ・データベース化への推進や、臨床技術データの蓄積、収集整理のための、データベース化を進めていかなければならないと考えている。

今後の臨床技術は、より専門化され、より深く追求されるものと思われるが、技術の組み立ての論理を明確に持ち、基本を忘れることなく、取り組むことが重要なことではないかと考えられる。

謝 辞

本シンポジウムに発表の機会を与えて下さいました後藤正季大会長初め、本部役員の皆様、そして斉藤一彦座長に御礼申し上げます。本報告についてご援助を賜りました日本医科大学第二病院放射線科 鈴木 洵技師長、御校閲下さいました日本医科大学付属病院放射線科、山岸一雄技師長に感謝申し上げます。また、石田勝哉先生、森矢達人先生には、本報告の撮影技術に関する考え方に多大な御助言・御指導いただきました。誌上を借りて感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 整形外科領域における疾患別撮影技術について、第9回放射線技術シンポジウム、日放技学誌、38-3, p. 308~348, 1982.
- 2) 撮影技術委員会、撮影法検討班報告、岡本裕之、小嶋義尚他：日放技学誌、38-1, p. 93~110, 1981.
- 3) 撮影技術委員会、佐藤貞男、川村義彦他：撮影法標準化検討班、中間報告、日放技学誌、41-4, p. 649~657, 1985.
- 4) 川村義彦、森矢達人他：撮影技術成立の技術的構造化(1)、日放技学総会、予稿集、886, 1985.
- 5) 川村義彦、森矢達人、丸山智之他：撮影法の系統分類作成法について、1.2.3.4.日放技学、東京部会雑誌、No. 21., Sep., p. 45~48, 1986.
- 6) 特集、画像診断における単純X線写真の役割、画像診断、6-3, p. 13~75, 1986.
- 7) 片山 仁：単純写真の価値と限界、撮影分科会教育講演、日放技学誌、40-4, p. 605~609, 1984.
- 8) 小田切邦雄：骨単純撮影の意義と進歩、臨床画像、3-11, 1987.
- 9) 廣島和夫、米延策雄：これでわかる整形外科X線計測、金原出版、東京、1986.
- 10) 廣島和夫：計量X線診断学74-92(編集、伊丹、西尾)、整形外科臨床検査法、金原出版、東京、1986.
- 11) Theodore E. Keats, Lee B. Lusted, Atlas of Roentgenographic Measurement Fifth Edition Chicago 1985.
- 12) 中嶋寛之：スポーツ整形外科学、南江堂、東京、1987.
- 13) 症例によるスポーツ外傷・障害の実際：臨床スポーツ医学、臨時増刊号、Vol. 4., 文光堂、1987.
- 14) 川村義彦：スポーツ整形撮影技術の組み立て、日放技学、東京部会雑誌、No. 28., July, p. 34~39, 1988.
- 15) 大貫一信：スポーツ整形における下肢の外傷と障害時のX線検査の実際、日放技学、東京部会雑誌、No. 28., July, p. 26~30, 1988.
- 16) 放射線医療技術学叢書(1)、放射線技術 QC プログラム、日放技学、1988.
- 17) 技術史委員会公開討論会、研究発表からみた放射線技術の推移と動向、日放技学誌、42-6, p. 888~894, 1986.
- 18) 第36~45回、日放技総会、予稿集.
- 19) 第42回総会座長セッション、日放技学誌、42-5, p. 676, 1986.
- 20) 中村 康：視神経管及び其周囲ノ解剖学的研究並びニ視神経管「レントゲン」線写真撮影法ニ就テ、日眼、31, p. 985~1014, 1927.
- 21) 伊藤益三郎：視神経管レ線撮影法に就いて、眼臨、45, p. 243.
- 22) 金田 弘：余の考案せる「レ」線写真撮影用頭部傾斜器、日本レントゲン学会誌、11-4, p. 295.
- 23) 清水宗一郎・平松 博：視神経孔の「レ」線撮影法並びにその影像、十全会雑誌、39-5, p. 1380.
- 24) 光田光之助：視神経孔撮影用具に就いて、日放技学誌、2-8, p. 235~236, 1936.
- 25) 三宅 寿：余の考案せる頭蓋骨孔撮影補助具、日放技学誌、5-1, 1937.
- 26) 野田静夫：視神経孔「レ」線撮影法、大阪放技学誌、2-1, 1937.
- 27) 笠間知彦、井上教保：余の考案せる視神経管方向線測定器並びに視神経孔「レントゲン」線写真撮影に就いて、眼臨、34, p. 301, 1939.
- 28) 原田達三郎：視神経孔管撮影の簡単なる一方法、眼臨、35, p. 277, 1940.
- 29) 牧野利三郎：余の考案せる視神経孔の「レントゲン」写真撮影法、実践医理学、3-4.
- 30) 奥村譲四郎：視神経「レ」線像の撮影法と該管軸方

- 向指示器, 日放学誌, 2, p. 163, 1941.
- 31) 城所信五郎, 戸塚 清: 視束管(視神経孔)「エックス」線写真新撮影法ニ就テ, 日医放学誌, 3-8, p. 653~670, 1942.
- 32) 増野 豊: 視神経孔X線撮影術式, 日放技, 第8回総会, 1953.
- 33) 鍵田政雄: 視束管撮影法, 日放技師会誌, 83, p. 8, 1960.
- 34) 内藤義親, 松浦 浩, 伊藤謙助: 対向点撮影法に関する研究, 日放技学誌, 1961.
- 35) 山岸一雄, 池田幸好, 武田弘志: 視神経管撮影法, 日放技第23回総会, 1968.
- 36) 湯浅久司, 土井信一格, 中垣五月他: 神経溝・管・孔の撮影法, 日放技学誌, 31-5, p. 453~456, 1966.
- 37) 森口武彦, 中西省三: 視神経管及び舌下神経孔撮影の検討, 日放技学誌, 31-5, p. 456~460, 1966.
- 38) Hartmann: Radiographie dr l'orbite et de ses orifices. Soc. d'Opht. de Paris. Juin.
- 39) Harry A. Goalwin: Die exakte radiographische Darstellung des Canalis opticus. a.d. Geb. d. Rontg. 3-4, 1924.
- 40) Brunetti: In difesa del mio metodo personale dell'assunzione crociata dei due canali ottici cranio fisso su stessa film. La rad. med. Vol. 19. fase. 9.
- 41) Busi: Di una nuova tecnica per la radiografica dei canali ottici. Ann. di rad. Fev.
- 42) Pfeiffer Raymond L: A new technique for roentgenography of the optic canals. Am. J. of Roent. and Rad. Ther. Vol. 29. No. 3.
- 43) Lysholm Apparatus and technique for Roentgen examination of the skull. Acta Rad. Suppl. 12. Vol. 6. p. 63.
- 44) Camp and Gianturco: A simplified technique for roentgenographic examination of the optic canals. Am. J. of Roentg. and Rad. Ther. Avril. Vol XX 1 X. No. 4, p. 547~549.
- 45) 入江英雄: レ線検査法ト患者ノ取扱方, 金原商店, 東京, 1937.
- 46) 横井勝郎, 福田 実: 人体X線撮影法, 南光堂, 東京, 1964.
- 47) 鍵田政雄: 図説骨X線撮影法, 金原出版, 東京, 1966.
- 48) 熊谷定義: 骨X線撮影法, 医歯薬出版, 東京, 1971.
- 49) 江副正輔, 田島聖正, 森山有相: X線撮影技術学, 南山堂, 東京, 1971.
- 50) 堀尾重治: 骨単純撮影法とX線解剖図譜, 医学書院, 1971.
- 51) 小川敬寿, 山下一也他: 放射線検査学(X線), 通商産業研究社, 1986.
- 52) 西岡清春: X線診断コード, 分光堂, 東京, 1984.
- 53) 加藤齊之訳: X線診断演習, 広川書店, 東京.
- 54) 川村義彦: X線撮影の限界を探る, X線写真の視覚評価研究の立場から, 日放技学, 栃木支部雑誌, No. 3, 5~9, 1988.
- 55) 金子丑之助: 日本人体解剖学, 1. 2. 3. 南山堂, 東京, 1979.
- 56) 藤原 知: 体表解剖学, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 57) 藤原 知: 運動解剖学, 医歯薬出版, 東京, 1981.
- 58) 戸塚 清, 大石省三: 日本眼科全書, 5-2, 95~116, 金原出版, 東京, 1954.
- 59) Antoni Cieszyński Über extraoräre Kieferaufnahmen mittels Röntgenstrahlen Fort a.d. Gebiet. Röntgen. XVIII. 1, 1~26, 1912.
- 60) 増野 豊: 頭部X線撮影について, 日放学誌, 1966.
- 61) 島田 孝他訳: 人体運動の基礎力学, 共同出版社, 東京, 1981.
- 62) Stenvers, H.W. Roentgenology of the os petrosum. Archives of radiol. & electrol., v. 22, pp. 97-112, 1917.
- 63) Waters, Charles A. A Modification of Occipito-frontal Position in the Roentgenography of the Accessory nasal sinuses Arch. radiol. & rad. therapy, v. 20, pp. 15-17, 1915.