

# 法医解剖前CTの役割と Supria Grandeの利用状況

The Role of Postmortem CT and the Use Situation of Supria Grande

榎野 陽介<sup>1)2)</sup> Yohsuke Makino  
吉田真衣子<sup>1)</sup> Maiko Yoshida

猪口 剛<sup>1)2)</sup> Go Inokuchi  
岩瀬博太郎<sup>1)2)</sup> Hirotarō Iwase

<sup>1)</sup>千葉大学大学院医学研究院附属法医学教育研究センター

<sup>2)</sup>東京大学大学院医学系研究科 法医学・医事法学

千葉大学法医学教室では、2004年以来死後CTに関する実践および研究を行ってきた。法医学教室におけるCTには、ただ死因が分かればよいというだけでなく、多様な役割が求められている。具体的にはハイスパックであり、研究用シークエンスも撮影できることであるが、法医学の予算規模の小ささも考えると、比較的安価であることもCTには求められる。Supria Grande<sup>\*1</sup> (株式会社日立製作所製)を2016年9月以降利用しているが、本機は軌道同期スキャンを利用してデュアルエネルギーイメージングが可能であることも含め、法医学に求められる性能をほぼ満たしていると考えられる。

Since 2004, we have been performed postmortem CT scans for our practice and research in Department of Legal Medicine, Chiba University. For forensic medicine, postmortem CT is required not only to have ability to detect causes of death, but also to have more diverse roles. Considering the limit of budget for forensic medicine, CT is needed to have high efficiency, research sequences, and also inexpensive price. Based on our experiences using Supria Grande<sup>\*1</sup> (Hitachi, Ltd.) since September 2016, this machine seems to cover almost all demands of forensic medicine, in particular, featuring orbital synchronism enabling dual energy imaging.

**Key Words:** Postmortem CT, Forensic Medicine, Forensic Radiology, Dual Energy Imaging

## 1. はじめに

千葉大学大学院医学研究院法医学教室では2004年より本邦では先駆的に死後CTの利用を開始した。2006年には本邦初の法医学教室専用CTを設置し、以来、法医解剖全例で解剖前CT撮影を行ってきた。当初は、車載式1列CT-W950SR (株式会社日立製作所製)を使用していたが、2009年からは

16列ECLOS<sup>\*2</sup>(株式会社日立製作所製)、2016年からは64列Supria Grande<sup>\*1</sup>(株式会社日立製作所製)とグレードアップしてきた(次ページ図1)。本稿ではまず法医学教室の仕事をご紹介します、法医解剖前CTで何を見ているのかを概説し、その上でSupria Grandeの使用経験を述べたい。

司法解剖数は2003年の岩瀬博太郎教授就任当時は年間150体程度だったが、2012年には年間362体と倍増し、以降ほぼ同様の数字で推移している。1体あたりの解剖には平均2～3時間かかり、損傷の多い遺体では8時間以上かかることもある。その後の鑑定書作成などを考慮すると1体あたり、1～3日程度の労力が必要な上、裁判に呼ばれることもある。教育・研究が本務である大学教員のみで施行する数として、いかに350体という数字が大きいかが分かっていたのかと思う。

一方で、千葉県は人口約624万であり、年間死亡者数は約5万4,000である。そのうち司法解剖率は1%に満たない。警察が犯罪性ありと判断した死体には、すべて司法解剖が行われるので、相当数の死亡が無理に犯罪性なしと判断されている可能性が危惧される。2013年からいわゆる「新法解剖」と称される警察主体の新解剖制度も始まったが、解剖数は伸び悩んでいる。

当教室では2004年、おそらく世界で初めて車載式CTを警察署に持ち込むという試みを行った。すると驚くべきことに、一度司法解剖が不要と判断された事例であっても、CTの結果、硬膜下血腫などが認められ、あらためて司法解剖に至る事例が少なからずあるということが見出された<sup>1)</sup>。これはいかに犯罪性の判断がいい加減なものかということだけでなく、本邦において死後CTは、犯罪死を見逃さないための重要なツールに成り得るということを実証できた経験であった。

以来10年以上にわたり、本邦における死因究明において死後CTがどういった役割を果たすか、われわれは検討を続けている。2014年からは、研究・教育の中心となるべく千葉大学大学院医学研究院附属法医学教育研究センターが設置され、その中に法医画像診断学部門を置いた。2015年からは、連携機関である東京大学法医学教室でもCT撮影を開始し、これまで約3,000件の死後CT検査実績を積んできている。

### 3. 法医学教室におけるCTの意義

死後CTが死因究明においてどのように役立つのかを検討するため、われわれは解剖前CTを撮影し、解剖所見と比較を行ってきた。例えば、一部の致死性頸椎損傷が、意外にも死後CTで描出されにくいというのもわれわれの検討の成果として挙げられる<sup>2)3)</sup>。

ただこういった死後CTの質評価だけではなく、法医解剖にCTを組み合わせることにより、鑑定の質を多面的に向上させるというのも死後CTの大きな利点である。本項では羅列的にこの利点について述べたい。

#### 3.1 金属探知機としてのCT

法医解剖においてはしばしば金属を探すことが重要である。その最たるものは銃創である。法医解剖では銃弾を探し出すのが法医学者のタスクであるが、弾丸が脊柱管内などに入り込んだ場合や、散弾銃のように弾丸が多数ある場合、盲目的に探索していると多大な時間を費やすことになる。CTさえあれば、解剖前にどこに銃弾があるかは一目瞭然であり、解剖時間を短縮できる。



図1：千葉大学法医学教室におけるCTの変遷

(a)初代CTは健診に使われていた車載式CT(CT-W950SR)の中古をもらい受けたものである。写真右の茂みに隠れているのがCTを積んだトラックであり、写真左は解剖室の入り口である。(b)二代目CTは16列のECLIOSであり、解剖室の横に設置した。(c)三代目CTとして64列Supria Grandeが2016年9月より稼働している。ECLIOSと比べ曲線が前面に出るデザインで、圧迫感が少ない。

## 2. 千葉大学法医学教室の活動とCT

千葉大学法医学教室は1949年の初代教授就任以来、約70年の歴史がある。法医学の教育・研究のほか、業務として千葉県下の司法解剖を担っている。警察や検察は犯罪性が疑われる死体を発見すると、法医学教室の医師に対し司法解剖を嘱託する。解剖結果から鑑定すべきことは死因だけでなく、損傷の成傷機転、死後経過時間の推定、薬毒物使用の有無など多岐にわたっている。



銃創ではまた gunshot residue (GSR) と称される細かな金属片が、射撃距離／方向や成傷器の推定に役に立つことがあり、この検出もCTの良い適応である(図2)<sup>4)</sup>。

刺創の場合、刃先が遺体の中に残存していることがあり、これを見出すことは成傷器の推定に役立つ。銃弾と同様、CTは刃先検出のガイドとして重大な役割を果たす。

身元不明死体の場合、手術の際にプレートなどが骨に挿入されていると、型番などの情報があれば身元を特定しうる。解剖ではこれを見落としやすく、CTが有用である。

最近では前立腺癌に対する密封小線源療法の実行が増えてきているが、1年以内に死亡した場合はこれを除去してから火葬する必要がある。しかしルーチンの解剖で気付かれないことが十分にありうるため、小線源の存在をあらかじめ確認するために死後CTは大変有用である<sup>5)</sup>。

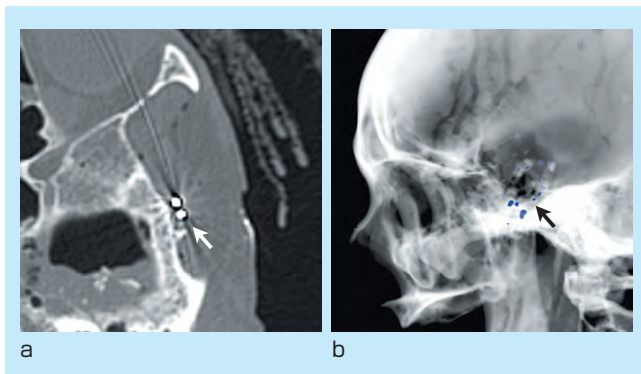


図2：銃創において皮下組織に認められる小金属片 (GSR: gunshot residue)

(a)軸位断において、左側頭筋周囲に小さな金属片を認める。  
(b)頭蓋骨3D画像(レイサム)に金属画像(CT値の高いところ)を青色に表示したものを重ね合わせたもの。銃創を取り囲んで金属片が散在している。

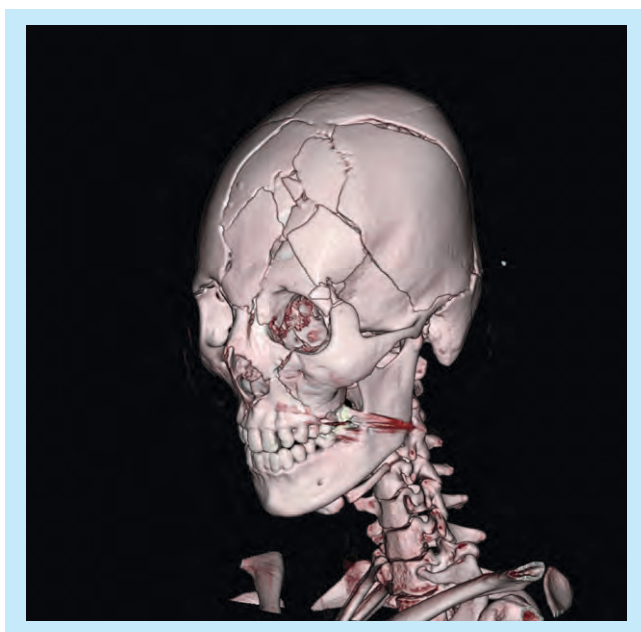


図3：交通事故における頭蓋骨粉碎状骨折。CTでは骨折の詳細が明瞭だが、解剖を進めていくうちに詳細がむしろ分らなくなる可能性がある。

### 3.2 骨評価のためのCT

解剖で骨折を探すことは法医学者の重要な仕事だが、全ての骨を検索することは困難であり、CTが役立つ。顔面骨折や、骨盤底部の骨折などがその好例である。

交通事故などで高度に粉碎した骨折は、解剖で骨を剖出すればするほど、骨片が動いてしまって、もともとどのような位置関係にあったかという情報が把握できなくなっていく。CTがあれば、解剖前の状態を保持できる(図3)。

虐待が繰り返された事例では、陳旧性骨折が重大な証拠となるが、解剖で損傷後修復された骨と、もともと損傷を受けていない骨の鑑別は難しく、CTによる画像診断学的評価が役立つ。

部分遺体においては骨の長さから身長推定をすることがあるが、正確な測定のためには軟部組織を取り除く必要がある、手間がかかる。CTがあれば、簡単にこの作業ができ、さらに今まで誰も計測していなかった新たな指標を見出すことも可能である<sup>6)7)</sup>。

### 3.3 空気を読むCT

緊張性気胸や空気塞栓といった空気(ガス)に関わる死因は、解剖よりもCTが優位といっても過言ではない。これらを解剖で証明するには、胸腔や心臓を開ける前に、採取のための特殊な準備をしておく必要がある。死後CTは、明瞭にガスがどこにあるかを示してくれるだけでなく、その量も計測できる<sup>8)</sup>。

一方、ガスは死後変化として死後CT上で多数登場してくるため、生前発生と死後発生を鑑別する必要がある。臓器内に出現する腐敗ガス所見は一般に死後早期には生じないものである。死後経過時間に比して、CTにおける臓器内ガス発生が強い場合は、生前の感染を示している場合がある(図4)<sup>9)</sup>。

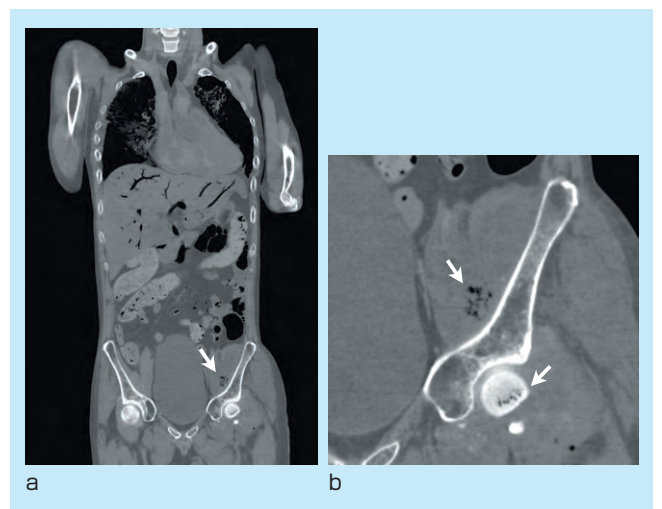


図4：左股関節周囲に膿瘍が形成されていた事例。心臓や肝臓のガス状況に比べて、膿瘍周囲のガスが目立つ。

(a)全身冠状断画像：心臓にガスが見られない。肝臓には血管内のみガスがある。左腸骨筋が腫脹しており、内部にガスが見られ、ほかの部位に比べガスが目立つ。  
(b)(a)の矢印部分の拡大。大腿骨頭にもガスが認められ、感染が及んでいることが示唆される。

### 3.4 造影CT

血管内部の病態は精密に時間をかけて解剖を行わない限り証明が難しく、細かな病変を検出するには限界がある。われわれは解剖中に冠動脈や、椎骨動脈にカテーテルを挿入し造影することにより、微小だが致死的な血管内病変を評価する試みを行っている。そして、実際に冠動脈解離や、椎骨動脈閉塞などの病態を指摘できた。またわれわれは検討により、脳動脈破裂の評価に造影後の多時相にわたる撮影が有用であることも報告している(図5)<sup>10)~12)</sup>。

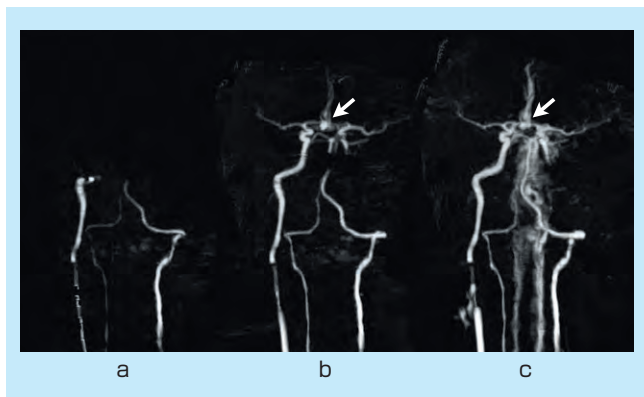


図5：脳動脈ダイナミック造影における造影早期相(a)・中期相(b)・後期相(c)。中期相では、前交通動脈の動脈瘤と同部からの造影剤漏出が確認できる(矢印)。後期相では、脳槽に造影剤が多量に貯留し、正確な血管破綻部が確認しにくい。

### 3.5 その他

法医学解剖前CTにはこのほか、生前CTと死後CTの比較による個人識別、腐敗した脳内からの血腫抽出、副鼻腔内の液貯留の評価など、まだまだ多岐にわたるが、そろそろ字数の限界である。

ただ一点記憶に留めていただきたいのは、ここまで有用性が高いと考えられる解剖前CT検査に対して、警察庁は2017年1月現在、必要な検査とは認めず、検査料を支払っていないという点である。一部の地域を除き、法医学解剖前CTは、その原価、維持費を全て持ち出して賄わなくてはならない。

## 4. Supria Grandeの利用状況

これまで述べてきたように、法医学教室ではさまざまな観点からCTを利用している。これに伴い、CTに求められる要件について以下のようなことを考慮している。

- ・足を含めた全身を撮影する。
- ・被ばくは考慮する必要がないので、できるかぎり高線量撮影を行いたい。
- ・適宜、MPR (Multi Planar Reconstruction)、thin slice、3D画像での評価も加える。
- ・頭部詳細評価のためにはコンベンショナル撮影も必要である。

- ・解剖業務が遅くならないように、迅速に撮影する必要がある。
- ・血管造影も時に行われ、しかも多時相撮影が考慮される場合がある。
- ・必要経費は安価であるほうがよい。

以上のことから、意外かもしれないが、法医学解剖前CTにはハイスペックな撮影が求められる。正直、これまでのECLOSでは、可能な限り高線量で撮影していたことも関係して、1体撮影するとすぐに管球熱容量が限界になり、次の撮影まで15~30分程度待つことが常であった。これでは解剖開始時刻が遅くなり、好ましい状況ではなかった。また、ルーチン以外の新しいプロトコルを試そうという余裕は一切持てなかった。

Supria Grandeでは64列というスペックからある意味当然の帰結なのかもしれないが、これらの問題はほとんど解決されてしまった。全身を撮影するのにごくわずかな時間しか必要なく、さらに次の撮影までほとんど待ち時間が発生しなくなった。ウォームアップも効率が良くなっており、以前は10分かかっていた立ち上がり時間が2~3分程度に抑えられ、解剖業務への負荷が少なくなった。これにはスタッフ一同本当に喜んでいる。

スキャン長は1,800mmと長く、下肢撮影のためにご遺体を180度反転させる必要が少ないのも魅力である。ECLOSと比較すると、電源装置が小型化したことから、全体にコンパクトに収まるようになったのも、大きなスペースが割り当てられない法医学領域にとって意義が大きい。デザイン的にも、曲線が前面に出ていて圧迫感が少なく、スタッフから好評である(図1)。

さらにSupria Grandeで特筆すべきは、複数スキャンで位置情報を同期させる軌道同期スキャン機能を備えたことだ。これにより、120kVでルーチンの撮影をしたあとに、80kVと140kVでも撮影すればデュアルエネルギー解析が可能である。デュアルエネルギーが法医学の何に役立つのかはこれからの検討課題でもあるが、まず金属の解析に役立つと考えている。先述のごとく、GSRなどの細かな金属を法医は扱うが、微小物質に関しては、単純にCT値を比較するだけでは骨片なのか、金属なのか区別が難しい場合がある。デュアルエネルギー解析では骨と金属が異なる性状であることを示すことができる(図6)。法歯科領域では、治療物質の成分の違いを示

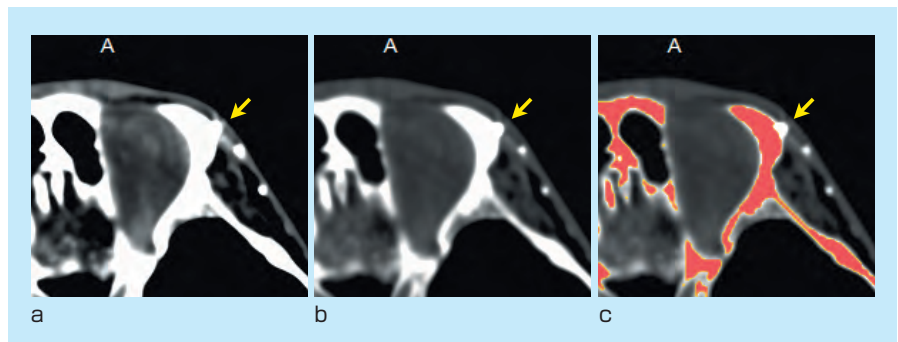


図6：デュアルエネルギー解析画像

(a)80kV撮影による画像、(b)140kV撮影による画像では金属と骨の隣接面は不明瞭であるが、(c)D.E.デコンポジション\*解析画像で骨を赤く表示することで、金属片の分別が容易である。



し、見た目では難しい識別をすることが期待されている。また血管造影ではヨード造影剤の死後臓器内分布がより精密に検討できると考えられる。これら研究向けのハイレベルな解析だけでなく、単純に低電圧撮影を追加できることで、組織コントラスト分解能の高い画像が得られ、これまで見つけにくかった脊髄内出血などが観察しやすくなるという点は、死因究明において重大な影響を与えうると思われる(図7)。

Supria Grandeによるアーチファクト低減技術も法医学にとって欠かせないポイントである。歯や種々の金属からのアーチファクトが不可避であるのは臨床と同様であるが、さらに、被験者の腕挙げも硬直などにより困難なため、アーチ

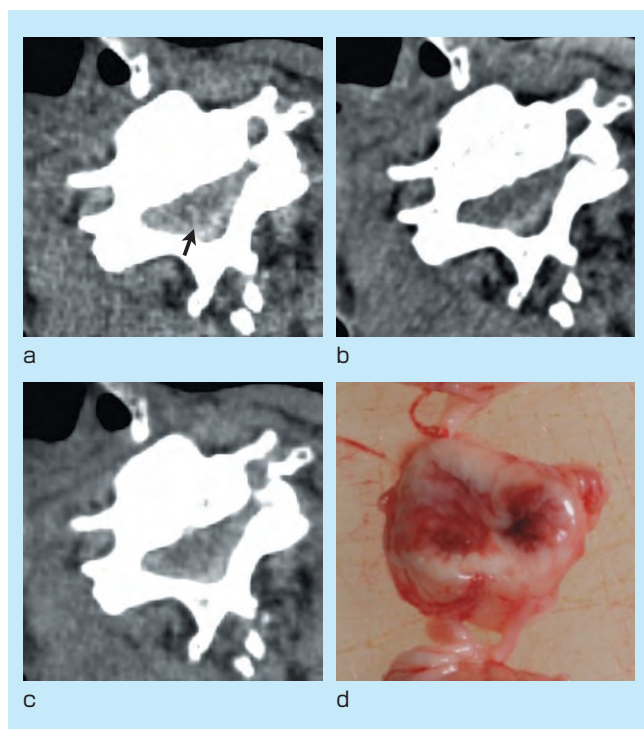


図7：三種類の電圧の比較画像

頸髄損傷事例における頸髄に出血が見られたレベルの(a)80kV撮影、(b)120kV撮影、(c)140kV撮影および、(d)解剖時の頸髄断面の写真。解剖時には頸髄の中心部を優位に出血が認められる。80kVで頸髄内の微小な高吸収が目立ってきており、解剖所見と対応しているように思われる。

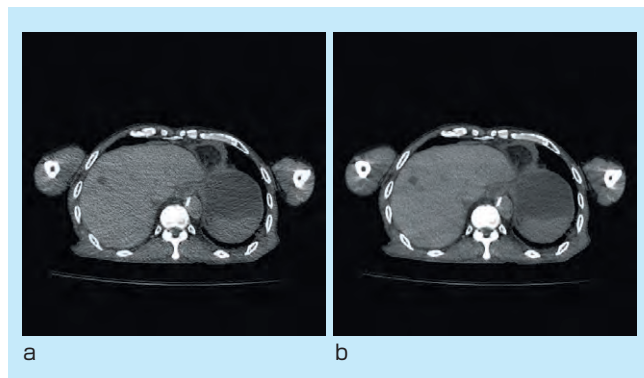


図8：Intelli IPの画像比較

(a)Intelli IP OFF、(b)Intelli IP ON

Intelli IPを使用することで画像ノイズの改善、腕からのアーチファクトが減少している。

ファクトが出やすい撮影にならざるをえないからだ。Intelli IP<sup>※3</sup>(逐次近似応用再構成)やHiMAR<sup>※4</sup>(High Quality Metal Artifact Reduction)を利用することにより、アーチファクトの影響を緩和できるので、高画質による評価が可能になった。これも大変ありがたいことである(図8)。

## 5. まとめ

これまで述べてきたようにSupria Grandeへのアップグレードは、当教室の業務、研究と非常によくマッチしたものであった。法医学教室では予算が小さく、64列以上になかなか手が出せないのが現状であるが、本機種はコストパフォーマンスが高く、設置しやすいと考えられた。本学以外の法医学領域にも十分におすすめできるものと思料される。

\* D.E. デコンポジションは、ザイオソフト株式会社製ziostation<sup>※5</sup>2のCT解析ソフトウェアです。

※1 Supria および Supria Grande、※2 ECLoS、※3 Intelli IP、※4 HiMARは株式会社日立製作所の登録商標です。

※1 Supria Grandeは、「全身用X線CT診断装置Supria」の64列検出器搭載モデルの呼称です。

※5 ziostationはザイオソフト株式会社の登録商標です。

## 参考文献

- 1) Hayakawa M, et al. : Does imaging technology overcome problems of conventional postmortem examination? Int J Leg Med, 120 : 24-26, 2006.
- 2) Iwase H, et al. : Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? Leg Med (Tokyo), 11(4) : 168-174, 2009.
- 3) Makino Y, et al. : Spinal Cord Injuries With Normal Postmortem CT Findings: A Pitfall of Virtual Autopsy for Detecting Traumatic Death. AJR, 203(2) : 240-244, 2014.
- 4) Stein KM, et al. : Detection of gunshot residues in routine CTs. Int J Leg Med. 114(1-2) : 15-18, 2000.
- 5) Makino Y, et al. : Search and removal of radioactive seeds: another application of postmortem computed tomography prior to autopsy. Int J Leg Med. 130(5): 1329-32, 2016.
- 6) Torimitsu S, et al. : Stature estimation in Japanese cadavers based on scapular measurements using multidetector computed tomography. Int J Leg Med, 129(1) : 211-218, 2014.
- 7) Torimitsu S, et al. : Stature estimation in Japanese cadavers based on the second cervical vertebra measured using multidetector computed tomography. Leg Med (Tokyo), 17(3) : 145-149, 2015.
- 8) Makino Y et al. : Massive gas embolism revealed by

- two consecutive postmortem computed-tomography examinations. *Forensic Sci Int*, 231(1-3) : e4-10, 2013.
- 9) Yamaguchi R, et al. : Fatal *Clostridium perfringens* septicemia suggested by postmortem computed tomography : A medico-legal autopsy case report. *Forensic Sci Int*, 253 : e4-9, 2015.
  - 10) Inokuchi G, et al. : The utility of postmortem computed tomography selective coronary angiography in parallel with autopsy. *Forensic Sci Med Pathol*, 9(4) : 506-14, 2013.
  - 11) Inokuchi G, et al. : Postmortem dynamic cerebral angiography for detecting aneurysm and bleeding sites in cases of subarachnoid hemorrhage. *Forensic Sci Med Pathol*, 10(4) : 487-495, 2014.
  - 12) Makino Y, et al. : Sudden death due to coronary artery dissection associated with fibromuscular dysplasia revealed by postmortem selective computed tomography coronary angiography : A case report. *Forensic Sci Int*, 253 : e10-5, 2015.