

「21世紀の診断と治療に関わる画像技術，次の10年の進歩は？」

CADについて

藤田 広志

岐阜大学大学院医学系研究科知能イメージ情報分野

1. はじめに

画像情報もアナログ（フィルム）からデジタルに大きく変わってきた昨今であるが，デジタル画像情報が最高に生かされているとはまだいいがたい。それは，コンピュータによる画像情報の知的な高度利用がまだ遅れているという意味である。本稿では，そのような観点から知的画像情報処理に関して，まず過去を総括するとともに，近未来（5年規模であるが）を見透してみよう[1]。

2. CADの現状分析とプレストCADへの期待

画像の知的な高度利用とは，いわゆるCAD（computer-aided diagnosis；コンピュータ支援診断）にほかならない。世界最初のCAD（コンピュータ支援検出 computer-aided detection との定義で）として，米国のベンチャー企業R2社からマンモグラフィCADが世に出てから（1998年）（Fig.1），すでに約12年が経過している。最初はフィルムをデジタル化する方式で始まり，その後デジタル画像の普及とともにデジタル画像専用機も開発されている。現在米国では，マンモグラフィ撮影装置のほとんどのケースでCADも一緒に購入されて，かつかなりの割合の検診マンモグラフィがCADで処理されているといわれている。ここまでくれば，すでにCADのビジネスモデルとしては大成功である。CADの利用形態としてはスタンドアロンである。胸部単純X線写真と胸部CT画像におけるCADや，CTコロノグラフィのCADも欧米もしくは欧州のみで実用化されているが，その普及状況はまだこの段階までには達していない。

このような米国におけるマンモグラフィCADの成功の要因は，高い乳がん検診受診率の中で，医療保険によるサポートであり（医療報酬請求の認可；2002年），検診の読影方式が単独読影であること，また医療訴訟への危惧が大

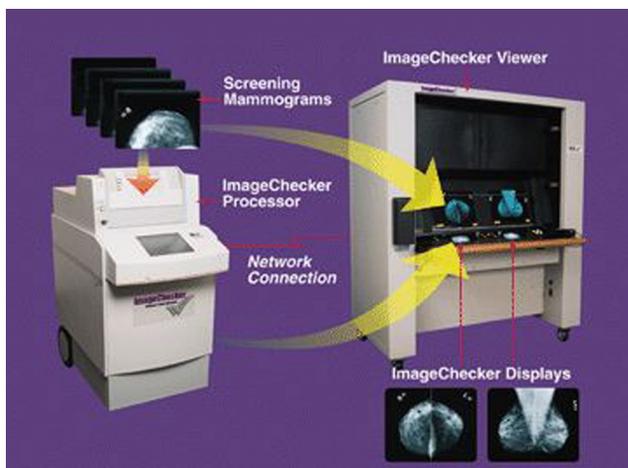


Fig.1 The world's first commercialized CAD system (from the former homepage of the R2 technologies (now Hologic))

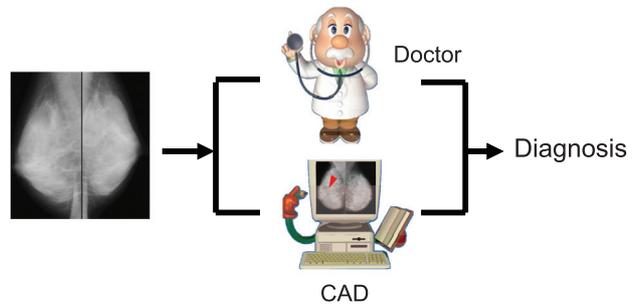


Fig.2 Diagnosis style of a single doctor with CAD system as a second reader

きいことなどであろうと考えられる。

一方，国内におけるマンモグラフィCADの販売台数は，まだ100台にも達していない。その理由は，米国の上記の成功理由にみられるような状況になっていないことである。また，国内では薬事審査に時間がかかり，米国で薬事承認されているCAD製品であっても，これまでなかなか承認されなかったことも大きくかかわっている（いまようやくCAD薬事承認に関するガイドラインが策定されている現状である[2]）。さらにこのような現状であるため，本邦の医療関係者によるマンモグラフィCADの臨床評価に関する学術的研究論文は非常に少ない（すでに欧米の研究者からは，商用機を使ったマンモグラフィCADの臨床論文が多く出版されている）[3]。

したがって，本邦では今後，早期の薬事承認体制の確立，保険などのサポート体制の検討が望まれる。また二重読影の代わりに，1名の医師+CADの形態（Fig.2）における読影が採用されるようになると想定される（現時点では，本邦からはこれに関する臨床的に有効性を示す論文がまだ出ていない）[4]。乳癌検診における超音波検査の有効性を検証するための比較試験（J-START）」（厚生労働科学研究：戦略研究リーダー大内憲明教授）[5]が進められているが，検診で超音波検査が本格的に導入されると，この方面のCADも求められる[6]。特に超音波に対しては，ホールプレスト型の3次元画像への期待も大きい。

3. 進化するCAD

以上はマンモグラフィCADを中心とした観点からの考察であるが，今後CADの対象画像が広がることは論をまたない。また，CADの技術もさらなる進歩がなされるであろう。単に検出を支援するCAD（コンピュータ支援検出：CADeと表記される）から，良悪性の鑑別のような診断を支援するCAD（コンピュータ支援診断：CADxと表記される）の商品も，本格的に出現すると思われる。

すでに学術的な研究では，CADxの有効性がROC解析などで示された例が少なからず出されている。あるいは，マンモグラフィと乳腺超音波画像を組み合わせた複合型CADに関する興味ある学術報告もしばしばみられる。CAD

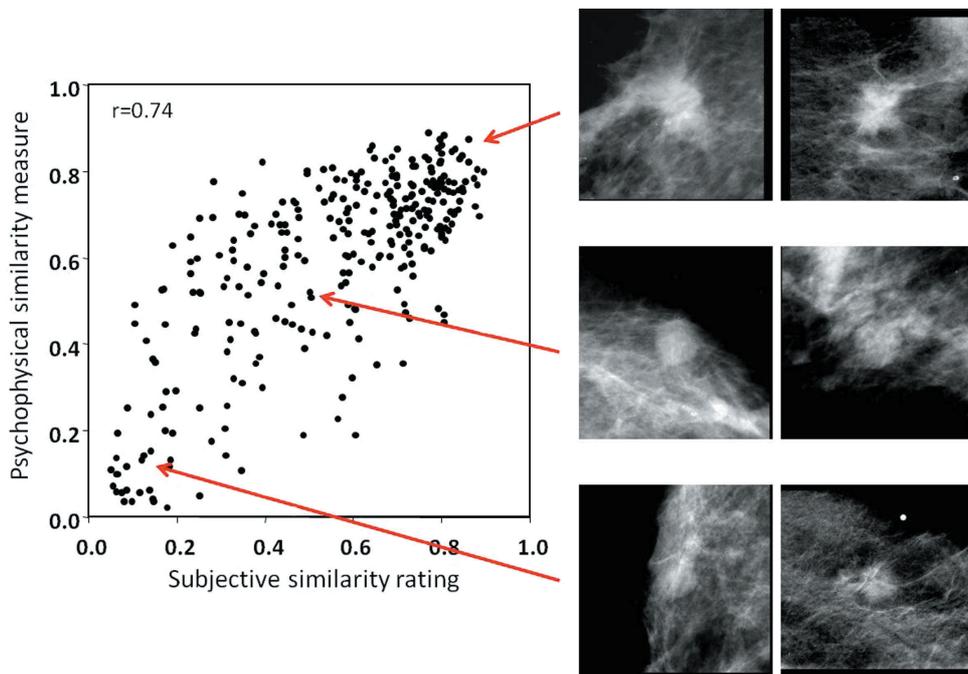


Fig.3 Similar image CAD. Examples of very similar, not very similar, and very dissimilar breast mass pairs. Psychophysical similarity measures determined by the computer are correlated well with the subjective similarity ratings by radiologists (Data provided by Dr. C.Muramatsu).

による「うっかりミス（検出エラー）」を補うのが従来型のCADであるとすると、「判断ミス」を補うための「説明型CAD」も研究されている（初期のものではCADの指摘病変部の統計解析データなどを示す）。

大容量画像データの時代に一番求められているのは読影時間の短縮であるが、その観点からは、まずCADなしで読影して、その後にCADありで読影するいわゆる「Second Reader型CAD」から、画像と同時にCADの解析結果も最初から提示する「同時CAD (concurrent CAD)」の研究も進められている（その有効性を議論した論文も出ている）[7, 8]。マンモグラフィにおける乳腺濃度解析に基づいて乳癌罹患へのリスクを予測するなど、「リスク評価型のCAD」も検討されている。[9]

最近の国際会議で増えているCADに関する演題として、類似画像症例を提示してより確信度を上げる「類似症例型

CAD」も期待されており、その技術開発は急激に進展している。Fig.3は、コンピュータで決定された心理物理的な類似性の測度が放射線科医による主観的な類似性の測度に良く相関していることを示した実験結果である[10, 11]。

デジタルカメラにみられるように個人認証技術にも急激な進化がみられるが、これらの背景にはぼう大な量の画像データの存在がある。医療分野でも、デジタル画像を集積して超大容量画像データベースが構築されれば、CADの進歩にも大いに役立つことは疑う余地がない。

文科省・地域イノベーションクラスタープログラム都市エリア型岐阜県南部エリア「モノづくり技術とITを活用した高度医療機器の開発」プロジェクト[12]の中では、歯科領域画像のCAD開発に焦点を当てて、平成21年度から3年間での実用化を目指した研究が行われている[13, 14] (Fig.4)。このように、CADの応用領域は、確実に大きな

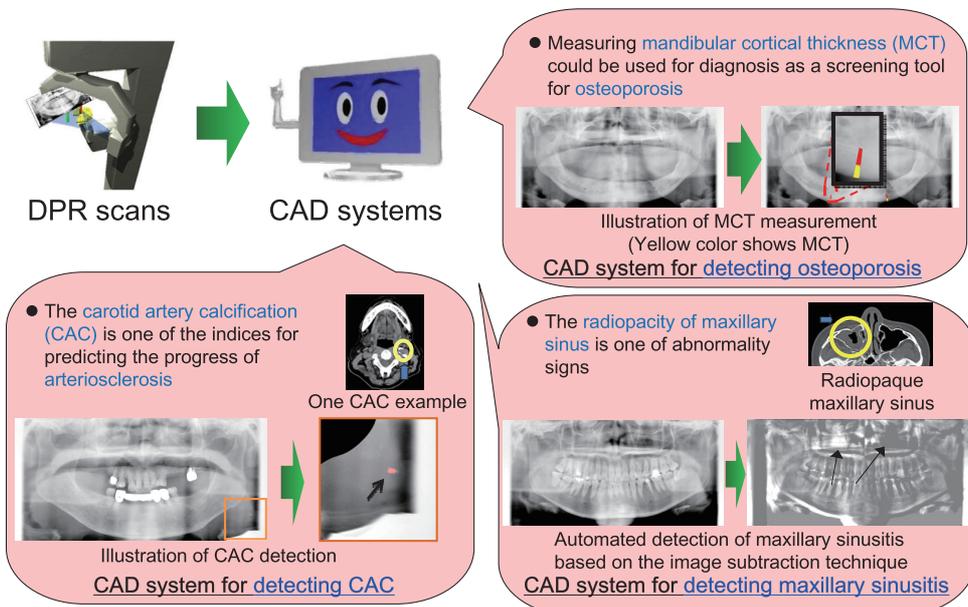


Fig.4 Example of a CAD system for dental panoramic radiography (DPR).

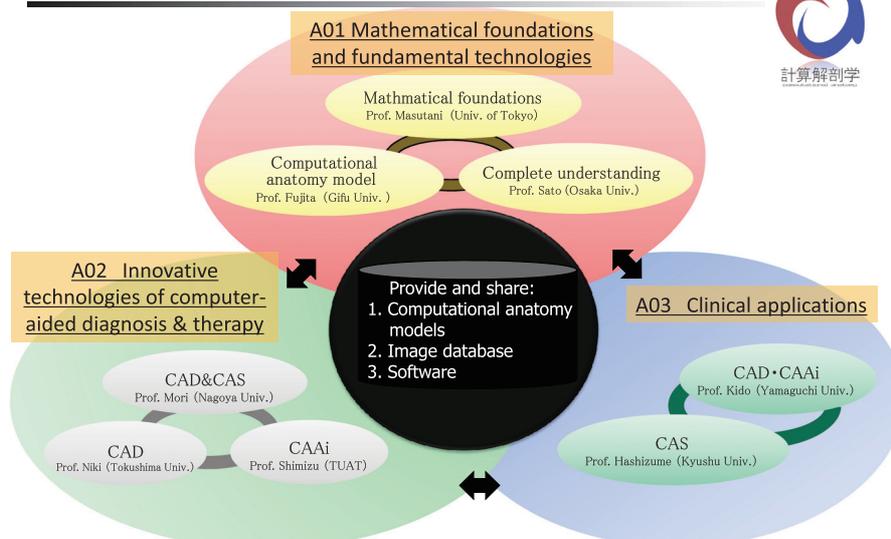


Fig.5 Overall structure of Computational Anatomy Project (Data provided by Prof. H.Kobatake).

Table 1 Expansion of CAD definitions in quantitative imaging

<ol style="list-style-type: none"> 1. CADe : Localization, detection task, second reader 2. CADx : Characterization/classification task 3. Computerized risk assessment e.g. Breast density, Risk of future fracture 4. Image-based prognostic marker assessing extent of diseases 5. Image-based predictive marker response of therapy 6. Computerized self-assessment of image quality influences CAD output
--

広がりを見せている。

国内で昨年始まったCADに関する文科省の大型研究プロジェクトに、「医用画像に基づく計算解剖学の創成と診断・治療支援の高度化」(略称:計算解剖学, 領域代表者:小畑秀文東京農工大学長)という新学術領域研究がある[15]。この5カ年のプロジェクトでは、新たな学問体系としての「計算解剖学」の創成、およびその医療応用としての画像診断や治療などの支援技術の開発を主目的としている (Fig.5)。

画像の定量化イメージングや画像バイオマーカーが話題でもあるが、CADの技術はこれらに役立つ高度な手法が満載である。CADで利用される定量化手法は広がりを見せ、Table 1のようなものがある。

4. おわりに

以上のように、CADの進化と普及なくして医療画像診断の未来は語れない。クラウドコンピューティングがIT分野における最近の大きな話題の1つであるが、医療分野への導入も始まりだした[16, 17]。CADやその関連技術をスタンドアロンではなく、いつでもどこでもクラウドの高速大容量通信網のなかで活用されることにより、より高度な画像診断が行われるであろう。

参考文献

[1] 藤田広志: より輝ける画像情報の高度利用へ、映像情報メディカル, 42(4), 364-365, 2010.

[2] http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/report/entrust/iryoukiki/2009/index.html

[3] 藤田広志: CAD 実用化 10 周年 — 臨床現場への導入の現状と課題, 新医療, 35(10), 102-105, 2008.

[4] J.J.James, F.J.Gilbert, M.G.Wallis, et al.: Mammographic features of breast cancers at single reading with computer-aided detection and at double reading in a large multicenter prospective trial of computer-aided detection: CADET II, Radiology, 256(2), 379-386, 2010.

[5] <http://www.j-start.org/index.php>

[6] 福岡大輔, 藤田広志: 乳腺超音波コンピュータ支援診断 (CAD) システム開発が目指すもの, 新医療, 36(10), 112-115, 2009.

[7] S.A.Taylor, S.Halligan, D.Burling, et al.: Computer-assisted reader software versus expert reviewers for polyp detection on CT colonography, AJR, 186, 696-702, 2006.

[8] F.Beyer, L.Zierott, E.M.Fallenberg, et al.: Comparison of sensitivity and reading time for the use of computer-aided detection (CAD) of pulmonary nodules at MDCT as concurrent or second reader, Eur. Radiol., 17, 2941-2947, 2007.

[9] K.E.Martin, M.A.Helvie, C.Zhou, et al.: Mammographic density measured with quantitative computer-aided method: Comparison with radiologists' estimates and BI-RADS categories, Radiology, 240(3), 656-665, 2006.

[10] C.Muramatsu, Q.Li, R.A.Schmidt, et al.: Determination of similarity measures for pairs of mass lesions on mammograms by use of BI-RADS lesion descriptors and image

- features. Acad. Radiol., 16, 443-449, 2009.
- [11] C.Muramatsu, Q.Li, R.A.Schmidt, et al. : Investigation of psychophysical similarity measures for selection of similar images in the diagnosis of clustered microcalcifications on mammograms. Med.Phys., 35, 5695-5702, 2008.
- [12] <http://www.gikenzai.or.jp/ikou/>
- [13] 松本拓也, 林 達郎, 原 武史, 他: 歯科パノラマエックス線画像における下顎骨の皮質骨の厚みの自動計測手法の開発, 電子情報通信学会技術報告, 109(407), MI 2009-137, 333-336, 2010.
- [14] 林 達郎, 澤頭 毅, 原 武史, 他: 歯科パノラマX線写真における濃淡トップハットフィルタを用いた石灰化領域の検出法の開発, 電子情報通信学会技術報告, 109(407), MI 2009-138, 337-340, 2010.
- [15] <http://www.comp-anatomy.org/wiki/index.php?ComputationalAnatomy>
- [16] 藤田広志: CAD (コンピュータ支援診断) システムの最新動向, INNERVISION, 25(2), 37-38, 2010.
- [17] 特集2: WS WARS クラウド化する世界における画像処理・解析の行方, INNERVISION, 25(7), 20-49, 2010.