

講演題目：ホモロジーを用いた組織に対する定量評価

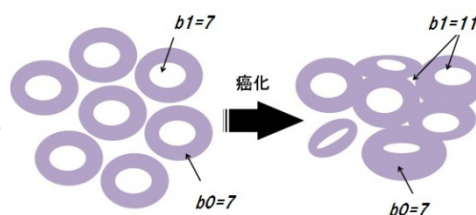
大阪大学大学院医学系研究科 中根 和昭

1、研究の背景

自発的な組織形成現象は生命現象をはじめとして自然界に多く認められる。これらの組織形成現象の機構解明は実験・理論の両輪で進められ、様々な現象に対して成功してきている。パターン形成の原理の理解が進む一方で、組織の形成状況をどう評価するかに関しては、未だに統一的な指標は得られていない。例えば高分子ブレンドの相分離パターンの解析では、二次元フーリエ解析による特性波長の測定やボロノイ解析による平均的なドメイン間の距離の測定などが行われてきているが、均一な秩序パターンに関しては良い評価ができるが、少し複雑な構造になると上手くいかない。医学方面では、パターン認識技術を用いた癌の組織病理診断が研究されているが、癌組織があまりに多様なため実用には至っていない。結局、形のはっきりした組織に対しては研究が進んでいるが、複雑な組織の場合は観察者の主観に任せられるというのが現実である。数学を用いた客観的な指標での組織状態評価法の開発の意義は大きい。

2、生体組織に対する応用

生体組織が正常な場合は、構成要素は適切な間隔を保ちながら全体としての機能を果たしている。癌というシステムとしての統合的制御から逸脱した状態では、その関係が崩れる。特に癌細胞は「接触阻害」（正常な細胞は近隣の細胞と接触すると成長が止まる）を喪失しているため、周囲の組織を圧迫しながら成長する。これは癌組織の形態の多様性を生み出す主要な原因となっている。



図はこの様子を模式的に表したものだが、周囲への圧迫が起きれば、組織内の要素は互いに接触し、ホモロジーは変化する。これに注目して、生体組織画像から癌組織を抽出する技術を開発した（PCT/JP2010/000135）。現在までで大腸がんの組織画像に対して適用したところ、非常に精度のよい結果が得られた。この手法はパターン認識技術とは異なり、ライブラリー参照を行わないため、一般の計算機で極めて短時間での判定が可能であった。

図はこの様子を模式的に表したものだが、周囲への圧迫が起きれば、組織内の要素は互いに接触し、ホモロジーは変化する。これに注目して、生体組織画像から癌組織を抽出する技術を開発した（PCT/JP2010/000135）。現在までで大腸がんの組織画像に対して適用したところ、非常に精度のよい結果が得られた。この手法はパターン認識技術とは異なり、ライブラリー参照を行わないため、一般の計算機で極めて短時間での判定が可能であった。

3、Fe-C 鋼に対する応用

本手法は『組織構成要素の肥大による組織間の接触状況の変化』を読み取っている。

Fe-C 鋼（一般に使われる鋼）では、加熱・冷却を行うことで内部に炭素結晶が形成されるが、この結晶の性質により鋼全体の物理的な性質が決まる（急冷すれば樹状結晶になり硬度が上がり、緩冷すれば球状結晶となり耐摩耗性が上がる）。組織の状態は熟練工が顕微鏡画像から判断を行うが、ホモロジーにより分類も可能である。今回は、組織のホモロジーと Fe-C 鋼の物理的な性質との関連を紹介する。また、他の応用例なども紹介する。