総説

法医学における DNA 型鑑定の歴史

押田 茂實 鉄 堅 岩上 悦子

日本大学医学部社会医学系法医学分野

History of DNA Analysis in Forensic Sciences

Shigemi OSHIDA, Jian TIE, Etsuko IWAKAMI

Division of Legal Medicine, Department of Social Medicine, Nihon University School of Medicine

Since the method of minisatellites for the identification of humans with restriction-fragment-length polymorphism (RFLP) was reported by Jeffreys et al. in 1985, the revolution has taken place within the field of forensic genetics. In the crime case, the DNA markers have advantages over the traditional biological markers and the DNA technologies have been improved continuously. Today, the multiplex STR (short tandem repeat analysis) polymorphisms have become the major and widely used method for human identification test both in criminal investigation and mass disaster victim identification.

Key words: DNA analysis, DNA fingerprint, Polymerase Chain Reaction, minisatellites, Short Tandem Repeat
DNA 型鑑定, DNA 指紋, PCR, ミニサテライト多型マーカー, STR

(J. Nihon Univ. Med. Ass., 2009; 68 (5): 278-283)

はじめに

DNA 型鑑定は 1985 (昭和 60) 年より急速に進歩し, 刑事裁判の法医学領域において応用されるようになってきた。当初は DNA 指紋法が応用されたが, 再現性などの問題で使用されなくなり, 現在では PCR 増幅法を用いた 15 種類のマルチプレックス STR (Short Tandem Repeat) が主流である。この方法により, 陳旧・微量な資料でも犯罪を証明できるが, 一方で, 犯罪に関係がないという無実を高率に証明できる特徴を有している。このような法医学における DNA 型鑑定技術と日本における DNA 型鑑定の歴史について, その特徴と変遷を紹介する。

I. 最初の法医学 DNA 型鑑定

生物資料は個人識別の有力な証拠として昔から知られており, ABO 式などの血液型が多数発見され, 犯罪捜査・個人識別や親子鑑定に用いられていた。遺伝子の本体が DNA である事が示されたのは 1944 (昭和 19) 年になってからであり, 米国のジェームズ・ワトソンと英国のフランシス・クリック両博士によって, 二重螺旋構造で知られる DNA の立体構造, いわゆるワトソンとクリックのモデルが発表されたのは 1953 (昭和 28) 年であった。両博士は 1962 (昭和 37) 年にノーベル賞を受賞し, この二重螺旋の発見から急速に DNA の研究が進み, 生物の分子的な仕組みや生体機能など, さまざまな分野で DNA 研究が重ねられてきた。

1. DNA フィンガープリント法

1985 (昭和 60) 年が DNA 型鑑定の夜明けだった。英国レスター大学の遺伝学者であるアレック・ジェフリーズらが制限酵素を用いて DNA を分解し, 得られた断片の違いに個人差が出ることをつきとめ, 1985 (昭和 60) 年の 3 月 7 日号の Nature に論文を発表した¹⁾。ジェフリーズは, 33 bp 23 個直列に連結したミニサテライトをプローブとし, ヒトのゲノムライブラリーをスクリーニングし複数のクローンを得た。この方法は 10 から数十塩基の配列を 1 単位 (リピートユニット) とし縦列に数十から数百繰り返している領域を利用している。ヒトゲノムでは, このようなミニサテライトが数千箇所あることがわかっており, それぞれのローカスで母系由来と父系由来との 2 種類の反復配列が受け継がれている。1 つのプローブで 10 から数十個のローカスを解析するので Multilocus Probe (MLP) 法ともいう。このようなプローブで検出されるパターンは一卵性双生児を除いて任意の二人でまったく同じになることがないということから, 指紋になぞらえて DNA フィンガープリントとも呼ばれている。これらの DNA 反復配列の個人間で異なる反復回数を検査するためのテクニックを開発することにより, 個人識別の手法が確立され, この研究論文により, DNA 型鑑定の個人識別能力の高さが科学的に証明され, その後, DNA 型鑑定の研究は世界中に広がり, 目覚ましい発展を遂げた。

2. ピッチフォーク・ケリー事件²⁾

DNA 型鑑定が初めて犯罪事件の捜査に使われたのは, 1983 ~ 1986 年イギリスで起きた連続強姦殺人事件であ

った。強姦殺人事件が英国レセスターシアのナルボロウの村付近で発生し、ある男が逮捕された。ジェフリーズが DNA 型鑑定を依頼されたが、現場に残された精液斑と容疑者の男の血液の DNA 型は一致しなかった。そこで警察は、付近 3 つの村の住人のうち、16 歳から 34 歳までの男性に血液の提供を求め、4500 人ほどから血液型により対象者を 496 人に絞り込み DNA フィンガープリントによる鑑定を行ったところ、現場の精液斑と一致する者はいなかった。ところが数ヵ月後に、被疑者の 1 人であったピッチフォークが、友人のケリーに頼んでケリーの血液を自分の血液と偽って提出していたことが判明し、両人が逮捕された。そして改めてピッチフォークから採血し DNA 型鑑定を行ったところ、現場の精液斑と一致したのである。

II. DNA 型鑑定の進歩

DNA 型鑑定と血液型鑑定の違いは識別能力だけではない。DNA 型鑑定は細胞核をもつ全ての人体成分が鑑定資料として使用できる。しかし、血液型鑑定はそれぞれ検査対象物質が含まれないと鑑定資料とならない。例えば、赤血球酵素型はほとんど赤血球からしか検出されないし、HLA 型は白血球を資料として検査しなければならないため、刑事事件で問題となる新鮮な血液以外の資料、例えば血痕や唾液斑、精液斑、白骨などでは、ABO 式血液型以外の血液型検査の応用は困難であった。そこで、1980 年代後半には従来の ABO 式血液型や血清型などに変わって DNA 型鑑定が徐々に法医学的鑑定（事件の物件鑑定や親子鑑定など）に応用されてきたのである。

1. Multilocus Probe (MLP) 法

先に紹介した DNA フィンガープリント法は、親子鑑定では威力を発揮した。しかし、個々の DNA バンドがどの染色体から由来しているのか分からないことから、出現頻度を調査するのが大変難しく、安定した結果を出すには熟練したテクニックが必要とされ、数千から数万塩基の壊れていない DNA 断片がかなり多量に必要とされる。このような技術的問題や再現性の問題などから、犯罪捜査における個人識別には適当でないことが判明し、1990 年代には犯罪捜査に使用されなくなった。

2. シングルローカスプローブ (Single locus Probe, SLP) 法

MLP 法による DNA の多くのローカスを一度に解析する方法に対し、新たに開発されたのが 1 つのローカス別に絞って解析するシングルローカスプローブ (Single locus Probe, SLP) 法である³⁾。SLP 法はメンデルの遺伝法則に従い母と父由来の 2 本のバンドしか検出できないので、MLP 法より識別能力は劣るが、分析方法は比較的単純で、画像解析による自動読影も可能であることから、刑事事件にもかなり応用された。特に米国では一時、PCR 法を刑事事件に応用することに疑問の声が高まった

ことから、1988 (昭和 63) 年より、FBI が SLP 法を犯罪捜査や刑事事件に使用していた時期があった。

3. Polymerase Chain Reaction (PCR) 法の開発

1985 (昭和 60) 年 12 月 20 日号の Science に、マリスおよびシータス社のグループが DNA の PCR (Polymerase Chain Reaction) 増幅法を発表した⁴⁾。この PCR 法により、わずか数時間で数百万倍におよぶ特定の DNA 領域を複製できるようになり、法医血液学は大きく進歩した。法医学資料では質・量ともに限られていることが多いが、PCR 法により微量の生物資料から沢山の遺伝子情報が得られること、陳旧な資料からも検査ができることなどから、これまで通常の血液型法では解決できない個人識別の難題にも光が見え始めた。

DNA 多型マーカーは大きく 2 種類に分類され、核 DNA 多型とミトコンドリア DNA (mtDNA) 多型がある。核 DNA の中には常染色体 DNA 多型と性染色体 DNA 多型があり、多型の構成の特徴により Table 1 のように更に詳しく分類されている。

1) ミニサテライト多型マーカー

PCR 法の登場によって低純度、少量の DNA をテンプレートとした型検出が可能となり、資料対象の範囲が広がり、新しい検査技術が開発されている。1980 年代後半のマルチローカス RFLP プローブから、1990 年代前半にはシングルローカス VNTR (MCT118 (D1S80), YNZ22, COL2A1, ApoB など) 反復繰返し単位の長い (10 bp 以上) ミニサテライトが大いに進歩した。ミニサテライトはリピートユニットがやや大きく、反復回数が多いので一般に PCR に適さないが、各アレルの短いもののみを対象としている。それと同時に DNA の使用量も、DNA フィンガープリント検出のためのサザンブロット法では一回の実験に高純度 DNA が 50 ng 以上必要なのに対して、PCR 法によるシングルローカスでは 100 pg の DNA で多型の検査ができるようになった⁵⁾。

最も代表的なミニサテライト多型は、日本の警察が DNA 型鑑定として最初に取り入れた、第一染色体に存在するミニサテライト「MCT118 (D1S80) 型」⁶⁾である。警察庁科学警察研究所 (科警研) が実際の事件で鑑定を行ったのが 1989 (平成元) 年であり、1990 (平成 2) 年 5 月に発生した「足利事件 (幼児殺人事件)」に使用されたのも、この型鑑定であった。MCT118 (D1S80) 型は、16 塩基の繰返し構造を有し、アレルとしておよそ 14 から 41 まで数多くの対立遺伝子を持つことから、法医鑑定上非常に有用な因子である。1 つのローカスで 27 通り以上のアレルをもつ多型はこれまでなかったため、当初この多型を識別するのに塩基サイズが全く異なる 123 ベースラダーが使用されていた。後に、標準アレリックラダーマーカーが発売され、多用されるようになった。なお、MCT118 (D1S80) 型は、識別能力は高いとはいえ、出現頻度に偏りがあるアレルがあり、単一ローカ

Table 1 DNA Polymorphism

	DNA 多型の種類			検査方法	DNA マーカー鎖
鎖長多型	縦列反復配列多型 (遺伝子非翻訳領域)	ミニサテライト	マルチローカス (DNA フィンガープリント)	サザンプロット法	33.6 33.15 Myo
			シングルローカス (VNTR)	サザンプロット法	YNH24 CMM101
				PCR 法	D1S80* (MCT118)
		反復配列内塩基置換多型 (デジタル DNA)	PCR-サザンプロット法		MS32
配列多型	遺伝子内塩基置換多型 (遺伝子翻訳領域)	マイクロサテライト (2-5bp 反復配列)	常染色体 STR	PCR 法	TH01*, vWA, F13A01 CSF1PO, D5S818, D7S820, D13S317 DYS393, DYS385
			X・Y 染色体 STR		
	ミトコンドリア DNA 多型		点突然変異多型	サザンプロット法 キャピラリー電気泳動	ABO, HP SNPs
			多塩基置換多型	PCR-ドットプロット法	HLA-DQ α * PM*
			D ループ内塩基置換多型	PCR-ダイレクトシーケンス法	16024-191

*：日本の警察庁で以前に採用

スでの識別能力に限界があるため、最近では日本でもほとんど使われていない。

2) ドットプロット法による HLADQA1 と PM 型の解析

MCT118 は、実際の鑑定ではなかなか裏付けの証拠としない現実があった。そこで、血液型などのローカスを PCR で増幅し、それらの型の違いによる塩基配列の違いを配列特異プローブで検出して型判定を行う手法が法医学用に考案され、HLADQA1 型や PM (ポリマー) の開発が進められた⁷⁾。どちらも PCR 法で増幅する DNA サイズが 230 以下と非常に小さいことから、犯罪の証拠物件の DNA 型鑑定で世界的に用いられるようになった。1995 (平成 7) 年には米国のパーキン・エルマー社から、ドットプロット法による HLADQA1 を検出するキットが市販された。HLADQA1 多型⁸⁾ は白血球の HLA 型のクラス II に分類される多型の 1 種である。これらのキットは広く用いられ、1997 (平成 9) 年 7 月に発生した「保土ヶ谷事件」でも使用されたが、手間の割に識別力が低いのであまり使用されなくなり、その後キットとしての販売が中止された。

3) マルチプレックス STR (Short Tandem Repeat) 法⁹⁾

現在最も応用されている DNA 多型解析法はマルチプレックス STR である。これは、2 から 5 塩基をリピートユニットとする短いローカス (STR) を用いるもので、PCR 増幅すると DNA 全体の長さが 100 塩基から 400 塩

基程度と短いため PCR による分析に適していることから急速に発展してきた。STR はアリアル種の種類が少なく、1 つのローカスでは識別能力が低いことから、最近では複数の STR を一度に増幅するマルチプレックスの時代に入っている。一回の PCR 増幅で 15 種類 (例えば、D8S1179, D21S11, D7S820, CSF1PO (Human c-fms proto-oncogene for CSF-1 receptor gene), D3S1358, TH01 (Human tyrosine hydroxylase gene), D13S317, D16S539, D2S1338, D19S433, vWA (Human von Willebrand factor gene), TPOX (Human thyroid peroxidase gene), D18S51, D5S818, FGA (Human fibrinogen alfa chain gene など) 以上の STR ローカスを解析し、コンピュータで自動的にタイピングすることができるソフトウェアが用いられている。なお、「足利事件」の再鑑定に用いられたのもこの方法である¹⁰⁾。

4) 性染色体 STR (Y 染色体 STR, X 染色体 STR)

Y 染色体の DNA は父から男子へのみ、ほぼそっくりそのまま遺伝する。1992 (平成 4) 年にこの Y 染色体の STR が発表¹¹⁾ されてから、現在までに多数の STR が見出されている。とくに強姦事件においては精液と膣液の混合資料である場合が多く、精子だけを分離して DNA 型判定が行われていたが、Y 染色体 STR を用いることで混合資料のまま分析が可能となった。現在では 17 ローカス同時型判定キットが市販され、強姦事件における DNA 型鑑定や男性同士の血縁関係の鑑定に有用となっ

Fig. 1 Electropherogram of 15 STR loci and Amelogenin locus detected by using AmpF/STR Identifier kit.

ている。

一方、X 染色体 STR 多型は、男子は母由来で、女子は両親に由来しており、兄弟・姉妹の鑑定や母子鑑定にも有用となっている¹²⁾。

4. ミトコンドリア DNA (mtDNA) 多型

1 つのヒト細胞には数百のミトコンドリアが存在し、それぞれに数個の環状 DNA がある (16250 塩基対)。mtDNA は核 DNA と異なり、母親から子供へ伝わる母系遺伝を示し、核 DNA よりコピー数が多く存在するため、劣化しているサンプルからでも型を検出できることが多い。核 DNA は 1 つの細胞に父親からのものと母親からのものの 2 コピーしか存在しない。一方 mtDNA は、千個以上のコピーが存在し核 DNA より遺伝子情報を長く残存する可能性が高い。特に、非遺伝子 DNA の塩基配列 (D 領域) に置換が起こりやすいことが報告されており¹³⁾、塩基配列多型が認められている。そこで、核 DNA を検査しても結果が出にくいことが多い古代 DNA や高度劣化したサンプル、骨や歯、そして毛髪などが唯一の生物学的サンプルである場合に、mtDNA 多型を用いる可能性がある。例えば、「横田めぐみさん事件」では、めぐみさんの子どもと言われている女性とめぐみさんの母親の血液を検査したところ、mtDNA が一致したという。mtDNA は、ヘテロプラスミー部分が存在すること、変性が激しく劣化した資料では正確な結果が得ら

れないこと、コンタミネーションが起こりやすいことなど問題点も多く、補助的な使用にとどまっている。

III. 日本での DNA 型鑑定と実際の応用

日本の警察では、1989 (平成元) 年より MCT118 (DIS80) 型による DNA 型鑑定法が実用化され、その後、1992 (平成 4) 年には「DNA 型鑑定の運用に関する指針」を定め、原則として現場資料と比較対照するための被疑者の血液や被害者の血液等がある場合に実施することとし、MCT118 (DIS80) 型に加え HLA DQA1 型も犯罪捜査に導入された。さらに 1996 (平成 8) 年には TH01 型および PM 型が導入されて 4 種類となった¹⁴⁾。2003 (平成 15) 年には指針が改正され、比較対照資料が無い場合であっても現場資料のみの DNA 型検査を実施するものとし、STR 多型 9 座位の検査が始まった。2006 (平成 18) 年には STR 多型 15 座位に、アメルゲニン (性別マーカー) 鑑定を併せた 16 座位を用いた DNA 型が、実際の刑事事件に応用されており、2008 (平成 20) 年には Y-STR 型検査も導入されている¹⁵⁾。

わが国で最初に刑事事件に DNA 型鑑定が用いられたのは、六本木強姦傷害事件に関する 1988 (昭和 63) 年 6 月の石山鑑定であった¹⁶⁾。この事件は他の証拠もあり、DNA 型鑑定については争われなかったようである。当時は DNA 型鑑定に関するガイドラインが策定されてお

らず、実用が先行してしまった。1991(平成3)年にDNA多型研究会が発足し、学会レベルでのガイドライン「DNA鑑定についての指針(1997年)」を発表したのは1997(平成9)年12月であった¹⁷⁾。

押田は、司法解剖したかどうか争われた「保土ヶ谷事件」や、DNA型鑑定が問題となった「足利事件」や「飯塚事件」などでDNA型に関する鑑定・意見書を裁判に提出している¹⁸⁾。

IV. 科学の進歩と真相究明

現在わが国の刑事事件で用いられているDNA型鑑定は、人のDNAの全部を対象とするものではなく、全体のごく一部の多型性を示す部位に注目して行う鑑定に過ぎない。ところがDNA型鑑定が登場した当初、「究極の科学鑑定」と呼ばれ、「決め手」として取り扱われた。やがてDNA型鑑定の問題点が明らかになるにつれ、DNA型鑑定は基本的には血液型鑑定の一種であり、証拠のひとつに過ぎず、他の証拠との整合性に留意する必要があることが裁判でも認められるようになり、DNA型鑑定の限界が自覚された¹⁹⁾。しかし近年の15種のSTRを用いたDNA型鑑定では、およそ10²⁰(1垓)分の1まで鑑別できるようになり、一卵性の双生児でなければ、地球上に同じDNA型のヒトは見られないレベルにまで発展し、実用化されてきている。

このように機器精度の向上とともにDNA型鑑定の方法は急速に進歩したが、それに伴って新たな問題点も浮上してきた。犯罪現場で採取される鑑定資料は、どれが直接犯罪に結びついているか当初には分からない場合が多い。一方、犯罪に直接関係しない資料が紛れ込んでいる可能性もある。そこで、犯罪現場の資料の採取法、採取資料の範囲に関して、一層の専門的な検討が必要になっている。判決の根拠となりうるDNA型鑑定資料に対する多数の関係者の無神経な接触や室温での保管状況、鑑定手続きの不自然さ、客観的な鑑定結果(写真や電気泳動図)の不提出などが、裁判で争われている。DNA型鑑定も含めて、鑑定の際には、次の4点を厳しく検討する必要がある。鑑定資料の採取・保管に問題はないか、鑑定方法は適切であるか、鑑定結果の考察が十分か、再鑑定が保証されているか。科学が進歩すればするほど、鑑定人の誠実さと慎重さが一層求められ、科学者の良心が正に問われているのである²⁰⁾。

一方、法曹関係者のDNA型鑑定に関する知識不足も、裁判には大きく影響する。日大医学部法医学教室では、1990年頃MCT118(D1S80)型に関する論文を発表し²¹⁾、1993(平成5)年から各医学生の血液からMCT118(D1S80)型を自分で判定するという実習を始め、この実習に主として東京弁護士会所属弁護士や司法修習生、検察官の参加を受け入れている²²⁾。体験者はすでにのべ300人をこえており、DNA型鑑定に対する理解を広げる一助

となっている¹⁹⁾。さらに、1995(平成7)年9月から年1回、日本弁護士連合会(日弁連)の弁護士に対しても、MCT118(D1S80)型などのDNA型鑑定実習を行い、鑑定原理、識別能力、識別精度などについての教育に協力してきた。有志の刑事裁判官約30名も2回にわたり同様なDNA型鑑定実習を経験している。

結 語

このように、進歩したDNA型鑑定では、10年以上経過した陳旧・微量な資料でも犯罪を証明できる一方で、犯罪に関係がないという無実をも高率に証明できる特徴を有している。最近米国では、イノセンス・プロジェクトによりDNA型鑑定を施行した125の誤判例が明らかとなり、なぜ無実の人が自白をしたかのレポートが注目を集めており²³⁾、その後さらに232人(うち死刑囚17人)もの刑確定者が、DNA型鑑定で冤罪であることが明らかになったという²⁴⁾。正式なDNA型鑑定さえ施行されずに虚偽の「鑑定書」で有罪にされていたケースも紹介されており、疑問が生じたら、再鑑定が保証されるような法律の必要性が議論されてきている。

文 献

- 1) Jeffreys AJ, Wilson V, Thein SL. Hypervariable 'minisatellite' regions in human DNA. *Nature* 1985; **314**: 67-73.
- 2) White RM, Greenwood JJD. DNA fingerprinting and the law. *The Modern Law Review* 1988; 145-155.
- 3) Nakamura Y, Leppert M, Connel O', et al. Variable number of tandem repeat (VNTR) markers for human gene mapping. *Science* 1987; **235**: 1616-1622.
- 4) Saiki RK, Scharf S, Mullis KB, et al. Enzymatic amplification of β -globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 1985; **230**: 1350-1354.
- 5) Morling N. PCR in forensic genetics. *Biochem Soc Trans* 2009; **37**: 438-440.
- 6) Kasai K, Nakamura Y, White R. Amplification of a variable number of tandem repeats (VNTR) locus (pMCT118) by the polymerase chain reaction (PCR) and its application to forensic science. *J Forensic Sci* 1990; **35**: 1196-1200.
- 7) Budowle B, Lindsey JA, DeCou JA, et al. Validation and population studies of the loci LDLR, GYPA, HBGG, D7S8, and Gc (PM loci), and HLA-DQ alpha using a multiplex amplification and typing procedure. *J Forensic Sci* 1995; **40**: 45-54.
- 8) Higuchi R, von Beroldingen CH, Sensabaugh GF, et al. DNA typing from single hairs. *Nature* 1988; **332**: 543-546.
- 9) Tully G, Sullivan KM, Gill P. Analysis of 6 VNTR loci by 'multiplex' PCR and automated fluorescent detection. *Hum Genet* 1993; **92**: 554-562.
- 10) Tie J, Wang X, Oshida S. Genetic polymorphisms of 15 STR loci in a Japanese population. *J Forensic Sci* 2006; **51** (1): 188-189.
- 11) Roewer L, Arnemann J, Spurr NK, et al. Simple repeat sequences on the human Y chromosome are equally polymorphic as their autosomal counterparts. *Hum Genet* 1992; **89**: 389-94.
- 12) Tie J, Uchigasaki S, Oshida S. Genetic polymorphisms of eight X-chromosomal STR loci in the population of Japanese. *Forensic Sci Int* 2009 (in press).

- 13) Greenberg BD, Newbold JE, Sugino A. Intraspecific nucleotide sequence variability surrounding the origin of replication in human mitochondrial DNA. *Gene* 1983; **21**: 33–49.
 - 14) 岡田 薫. DNA 型鑑定による個人識別の歴史・現状・課題. レファレンス, 2006; 7–31.
 - 15) 田辺泰弘. DNA 型鑑定について. 研修, 2008; No. 717: 64.
 - 16) Honma M, Yoshii T, Ishiyama I, et al. Individual identification from semen by the deoxyribonucleic acid (DNA) fingerprint technique. *J Forensic Sci* 1989; **34**: 222–227.
 - 17) 日本 DNA 多型学会, DNA 鑑定検討委員会. DNA 鑑定についての指針 (1997 年). 平成 9 年 12 月 5 日.
 - 18) 押田茂實. 死人に口あり. 実業之日本社, 東京, 2004.
 - 19) 日本弁護士連合会人権擁護委員会編. DNA 鑑定と刑事弁護. 現代人分社, 東京, 1998.
 - 20) 押田茂實, 大野曜吉. DNA 鑑定の読み方. 季刊 刑事弁護, 東京, 1997; **12**: 144–149.
 - 21) 千葉正悦, 武藤 亨, 押田茂實, 江角真理子. PCR を用いた簡便な MCT118 (D1S80) 検出法とその親子鑑定への応用. 法医学の実際と研究, 1993; **36**: 45–49.
 - 22) 押田茂實. DNA 鑑定の進歩と真相究明. 日大医誌, 2007; **66**: 241–242.
 - 23) ドリズィン AS, レオ RA (伊藤和子訳). なぜ無実の人が自白するのか DNA 鑑定は告発する. 日本評論社, 東京, 2008.
 - 24) ジム・ドワイヤー, ピーター・ニューフェルド, バリー・シェック (西村邦雄訳). 無実を探せ! イノセンス・プロジェクト DNA 鑑定で冤罪を晴らした人々. 現代人文社, 東京, 2009.
 - 25) 勝又義直. DNA 鑑定 その能力と限界. 名古屋大学出版会, 名古屋, 2005.
-