



HLAの世界へようこそ！ Vol.1 HLA基礎

第2部 HLA検査試薬

株式会社ベリタス

2025/4/24

HLAタイピング検査

- HLA遺伝子配列を解析してHLAアレルを決定する
- 患者のHLAアレルと一致しているドナーの臓器・細胞を選択することが生着率の向上につながる

抗HLA抗体検査

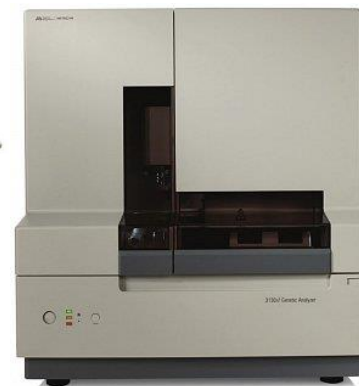
- HLAに対する抗体の有無や特異性を検査する
- 移植前：患者の体内にドナーHLAに対する抗体（Donor Specific Antibody : DSA）が存在すると移植後の生着に影響を及ぼす
- 移植後：DSAの存在は生着率の低下につながる



Veritas Corporation

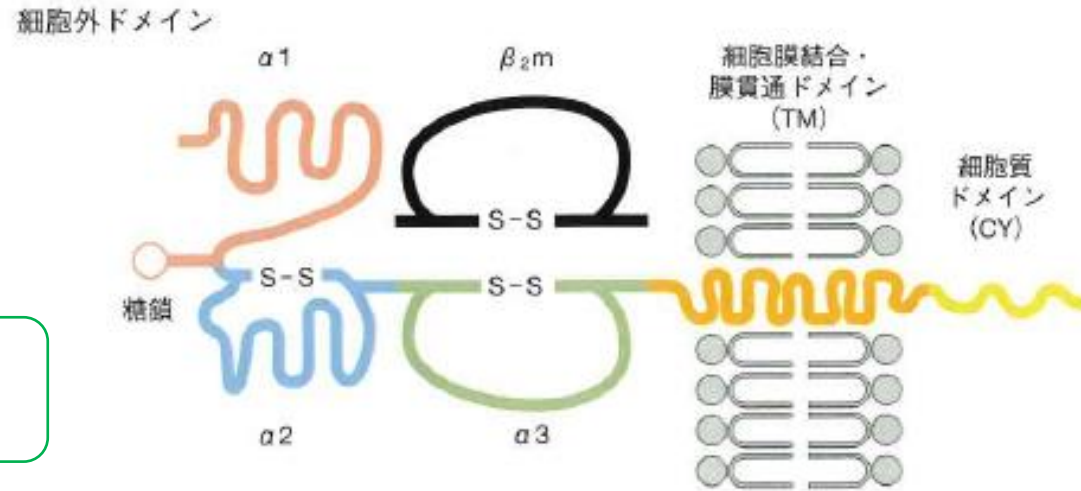
HLAタイピング検査

HLAタイピング検査法

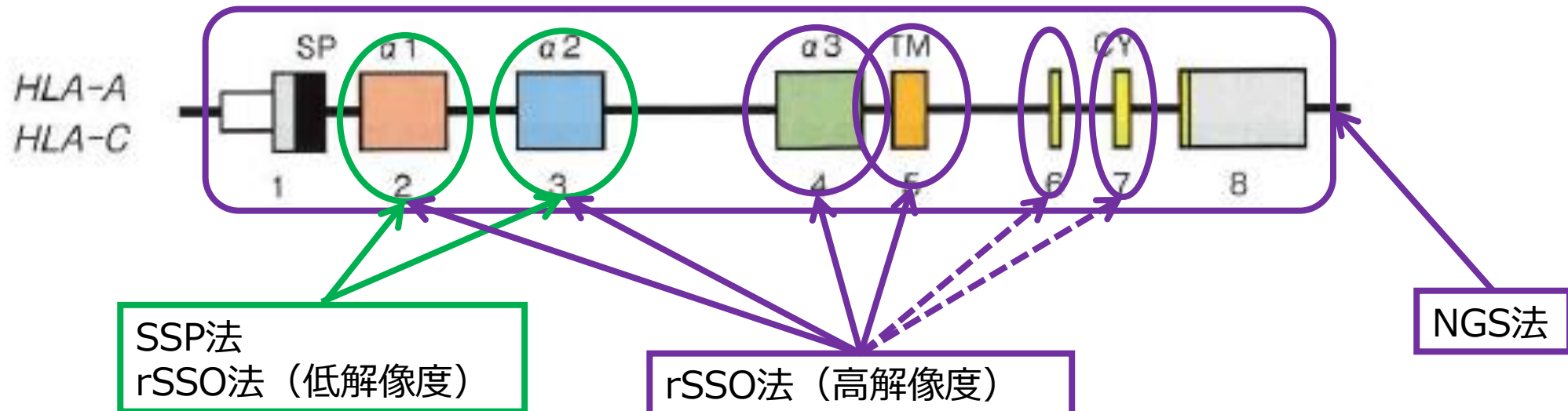


- 検査が行われるタイミング
 - 各種バンク登録時（臓器移植ネットワーク、日本骨髄バンクなど）
 - 移植ドナー選定时（家族間、バンクドナー確認検査など）

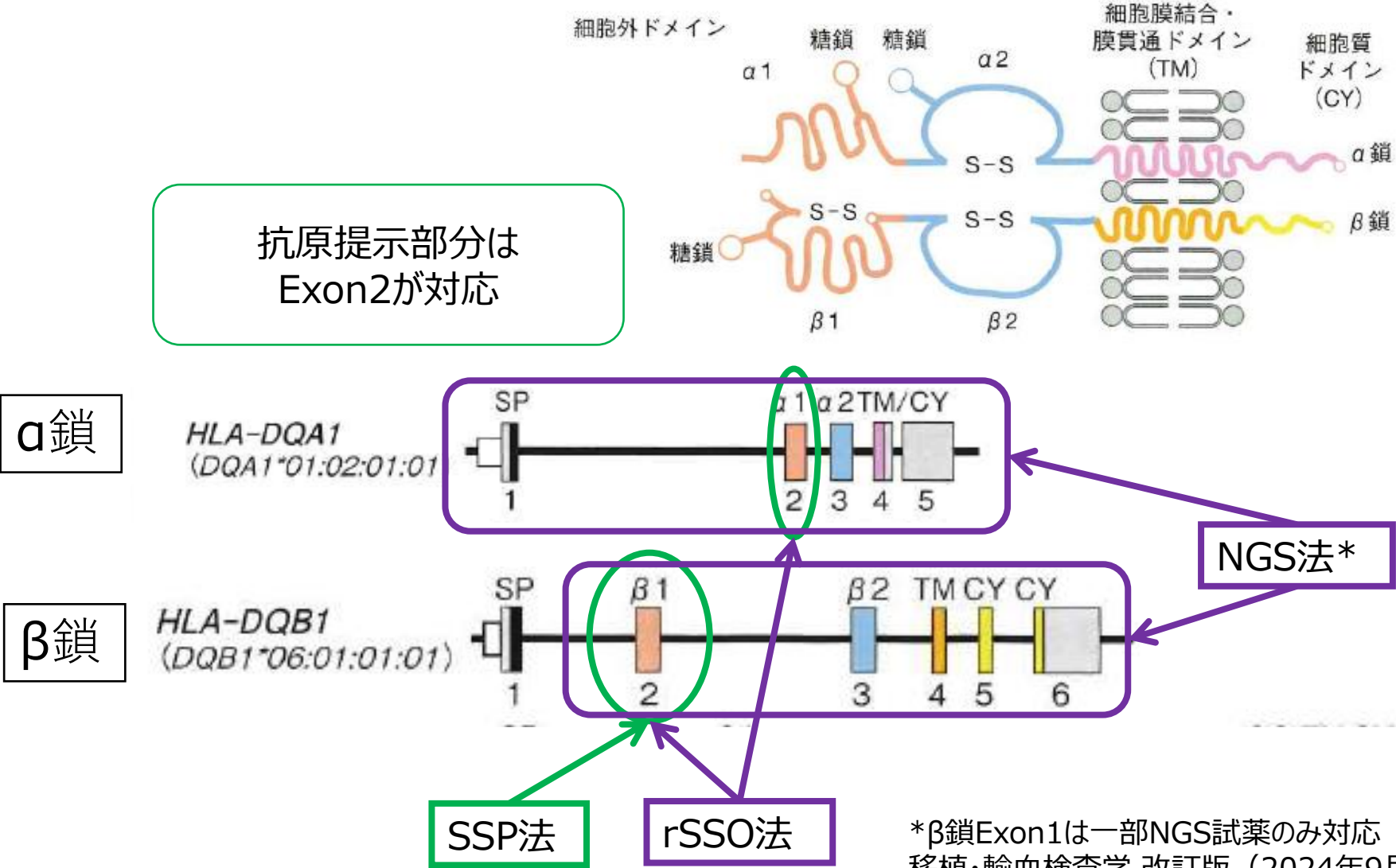
HLA分子と遺伝子の関連、タイピング領域 (Class I)



抗原提示部分は
Exon2・3が対応



HLA分子と遺伝子の関連、タイピング領域（Class II）

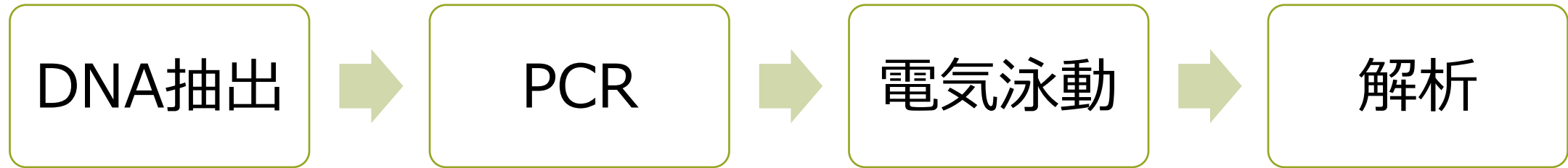


*β鎖Exon1は一部NGS試薬のみ対応
移植・輸血検査学 改訂版（2024年9月12日発行）より抜粋

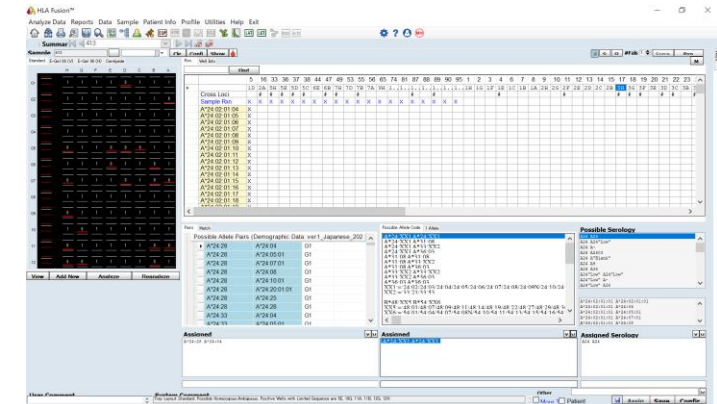
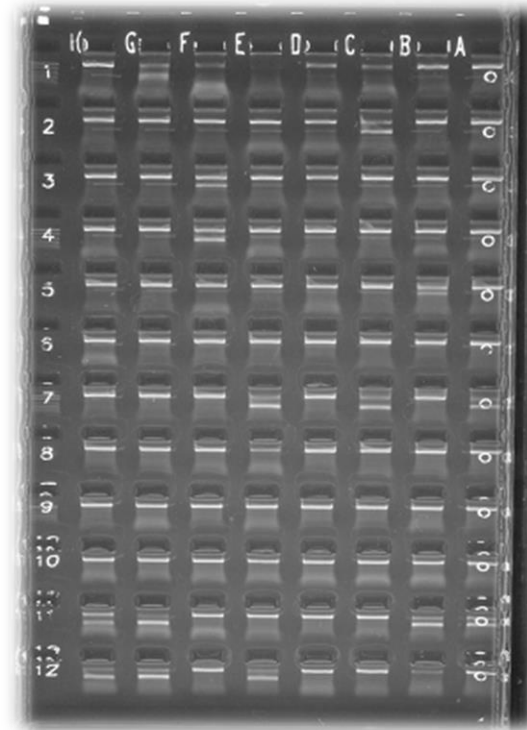
解像度の違い

検査手法	Allele 1	Allele 2
SSP法 (SSPJPN)	XX1=:24:02/24:02L/24:02Q/24:03/24:04/24:05/24:06/24:07/24:08/24:09N/24:10/24:11N/24:13/24:15/24:17/24:18/24:20/24:21/24:22/24:23/24:25/24:26/24:27/24:28/24:29/24:30/24:31/24:32/24:33/24:34/24:35/24:36N/24:37/24:38/24:39/24:40N/24:41/24:42/24:43/24:45N/24:46/24:47/24:48N/24:49/24:50/24:53/24:54/24:55/24:56/24:58/24:59/24:60N/24:61/24:62/24:63/24:66/24:67/24:68/24:69/24:70/24:72/24:73/24:74/24:75/24:76/24:78/24:79/24:80/24:82/24:83N/24:84N/24:85/24:86N/24:87/24:88/24:89/24:90N/24:91/24:95/24:96/24:97/24:98/24:99/24:100/24:101/24:102/24:103/24:104/24:106/24:107/24:108/24:109/24:110/24:111/24:112/24:113/24:114/24:115/24:116/24:117/24:118/24:119/24:121/24:122/24:123/24:124/24:125/24:126/24:127/24:128/24:129/24:130/24:131/24:132N/24:133/24:134/24:135/24:136/24:137/24:139/24:140/24:141/24:142/24:143/24:144/24:145/24:146/24:147/24:148/24:149/24:150/24:151/24:152/24:153/24:154/24:155N/24:156/24:157/24:158N/24:159/24:160/24:161/24:162/24:163N/24:164/24:165/24:166/24:167/24:168/24:169/24:170/24:171/24:172/24:173/24:174/24:175/24:176/24:177/24:178/24:179/24:180/24:181/24:182/24:183N/24:184/24:185N/24:186/24:187/24:189/24:190/24:192/24:193/24:194/24:195/24:196/24:197/24:198/24:199/24:200/24:201/24:202/24:203/24:204/24:205/24:206/24:207/24:208/24:209/24:210/24:212/24:213/24:214/24:215/24:216/24:217/24:218/24:219/24:220/24:221/24:223/24:224/24:225/24:226/24:227/24:229/24:230/24:231/24:232N/24:234/24:235/24:236/24:237/24:238/24:239/24:240N/24:241/24:242/24:243/24:244/24:245/24:246/24:247/24:248/24:249/24:250/24:251/24:252N/24:253/24:254/24:255/24:256/24:257/24:258/24:259/24:260/24:261/24:262/24:263/24:264/24:265/24:266/24:267/24:268/24:269/24:270/24:271/24:272/24:273/24:274/24:275/24:276/24:277/24:278N/24:279/24:280/24:281/24:282/24:283/24:284/24:285/24:286/24:287/24:288/24:289/24:290/24:292/24:293/24:294Q	XX2=:33:01/33:03/33:03Q/33:04/33:05/33:06/33:07/33:08/33:09/33:10/33:11/33:12/33:14/33:15/33:16/33:17/33:18/33:19/33:20/33:22/33:23/33:25/33:26/33:27/33:28/33:29/33:30/33:31/33:32/33:33/33:34/33:35/33:36/33:37/33:39/33:40/33:41/33:42/33:43/33:44/33:45/33:46/33:47/33:49/33:50/33:52/33:54/33:55/33:56/33:57/33:58/33:59/33:60/33:62/33:63/33:64/33:65/33:66/33:67/33:68/33:70/33:71/33:72/33:73N/33:74N/33:75/33:76/33:77/33:78/33:79/33:80N/33:81/33:82/33:83/33:84/33:85/33:87/33:88/33:89/33:90/33:91/33:93/33:94/33:95
SSO法 (LABType SSO)	XX1=:24:02/24:02Q/24:21/24:27/24:40N/24:48N/24:49/24:69/24:70/24:74/24:76/24:78/24:79/24:80/24:83N/24:86N/24:93/24:101/24:105/24:110/24:111/24:114/24:116/24:117/24:118/24:120/24:122/24:123/24:126/24:127/24:128/24:132N/24:135/24:137/24:140/24:141/24:142/24:144/24:147/24:150/24:152/24:153/24:154/24:155N/24:157/24:158N/24:159/24:161/24:163N/24:165/24:166/24:169/24:170/24:171/24:172/24:173/24:175/24:176/24:178/24:179/24:180/24:181/24:183N/24:185N/24:186/24:187/24:192/24:193/24:195/24:196/24:198/24:202/24:205/24:206/24:209/24:212/24:216/24:217/24:221/24:222N/24:223/24:224/24:225/24:231/24:232N/24:233/24:234/24:235/24:236/24:237/24:238/24:242/24:243/24:244/24:245/24:247/24:249/24:250/24:251/24:253/24:254/24:257/24:258/24:261/24:263/24:264/24:265/24:266/24:267/24:268/24:269/24:270/24:271/24:272/24:275/24:276/24:279/24:280/24:283/24:284/24:286/24:287/24:292/24:295/24:297/24:303N/24:305/24:306/24:311/24:312N	AJAFR=:33:03/33:03Q/33:06/33:15/33:25/33:31/33:40/33:44/33:74N/33:77/33:78/33:79/33:80N/33:81/33:82/33:84/33:85/33:95
NGS	24:02:01:01	33:03:01:01

SSP (Sequence Specific Primer) 法



- 製品名：マイクロSSP
 - qPCR機器を使った製品 (LinkSeq) もあります
- 短時間 (3時間以内) でのアウトプット
- 高額な装置が不要
- 低解像度
- 大量検体には不向き



One Lambda マイクロSSPについて

Genericトレイ (2桁 : 第一区域レベル)

- ABC/DRDQ JPN (MSSP JPN)
- AB/DR
- Class I Generic Typing Kit など

High resolution トレイ (4桁 : 第二区域レベル)

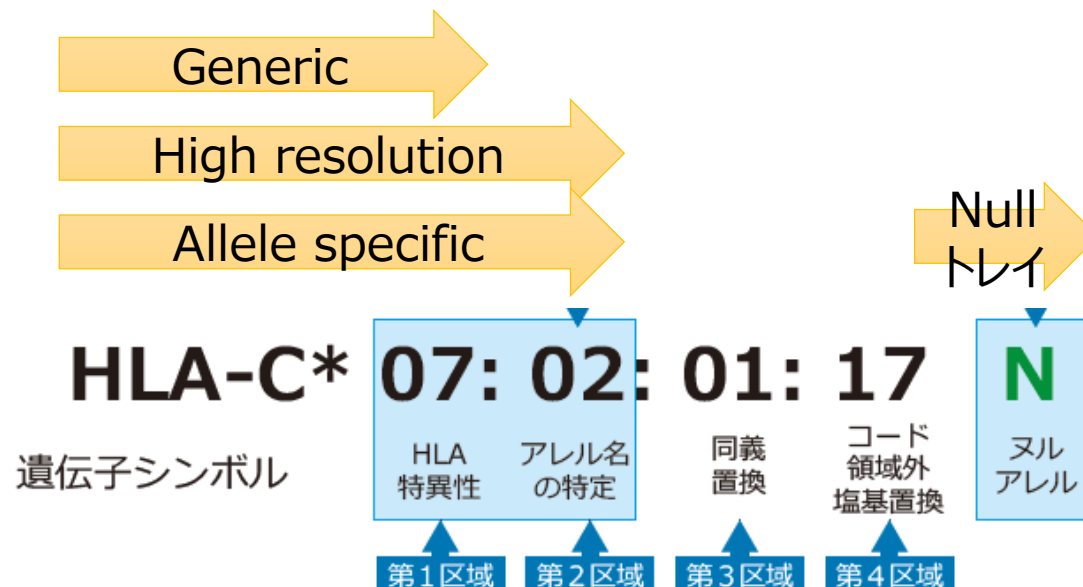
- Class II High Res. DPA/DPB Typing Kit

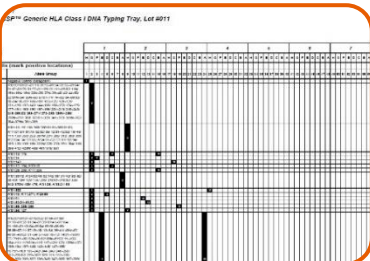
Allele specificトレイ (4桁 : 第二区域レベル)

- Allele Specific DQB1
- Null Allele Class I



各製品の解像度





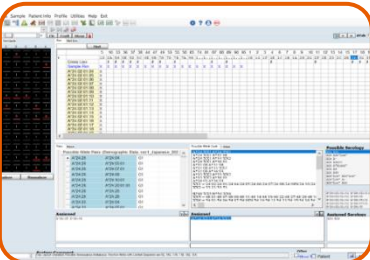
ワークシート：すべてのSSP商品

- One Lambdaより公開
- 血清型ファイルの更新によりアップデート（年2回）



マイクロSSP JPN早見表：JPNのみ

- ベリタスにて作成、提供（pdf）
- JSHI推定アレル表の更新によりアップデート（年1回）



HLA Fusion (ソフトウェア)：すべてのSSP商品

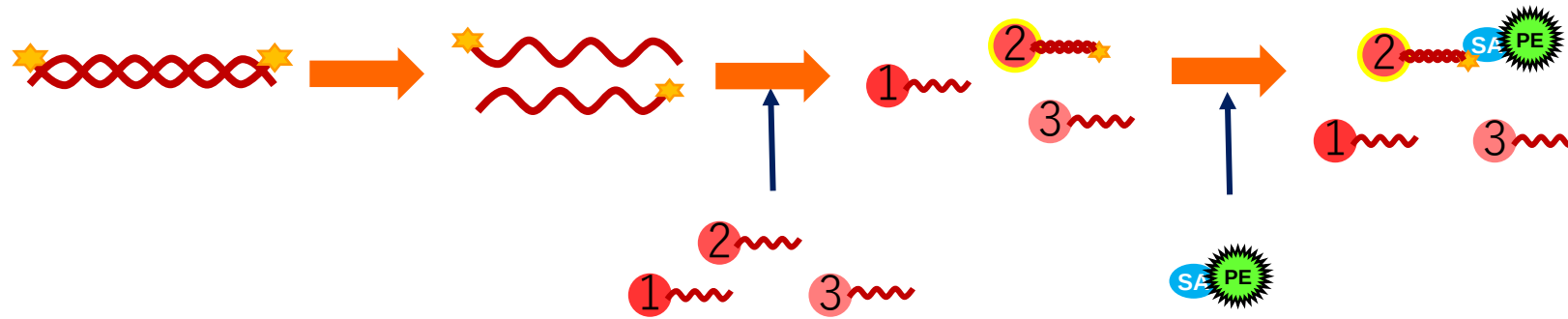
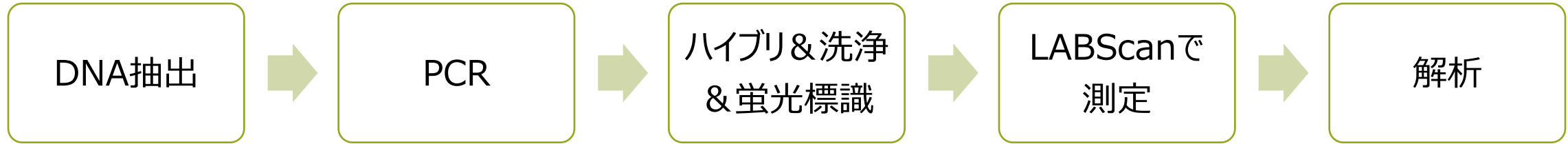
- ロット、血清型ファイルの更新によりカタログファイルがアップデート
- 泳動結果を入力すると結果を自動的に判定

JPN以外を使用

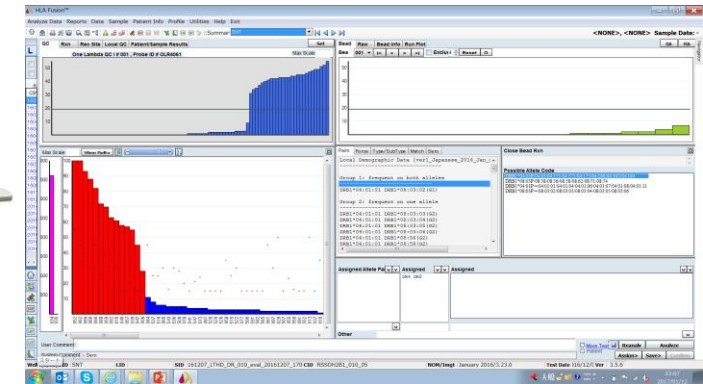
JPN使用

Ambiguityが多い場合は判定結果の表記に十分注意する

rSSO (reverse Sequence Specific Oligonucleotide) 法



- 製品名：LABType
- 中～高解像度（キットに依存）
- 大量検体にも対応
- アウトプットまで約5時間



One Lambda LABTypeについて

- LABType SSOシリーズ

- A/B/C/DRB1/DRB345/
DQA1・DQB1/DPA1・DPB1
- DQ/DPはα鎖とβ鎖を同時にタイピングができる
- 解像度は第1区域



- LABType CWDシリーズ

- A/B/C/DRB1
- 解像度は第2区域
- **rSSO法の中ではもっとも高解像度**
- CIWD 3.0で定義されたアレルの検出に最適化

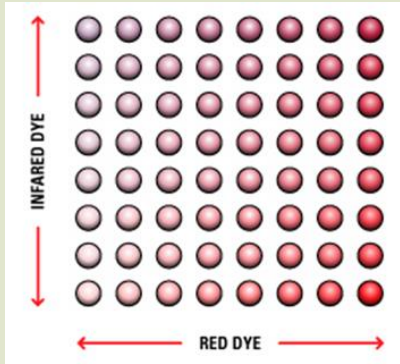
※CIWD3.0：従来の分類システム（CWD2.0）のアップデートバージョン

HLAアレルをCommon・Intermediate・Well Documentedに分類

CWDで使用しているプローブ数

Locus	旧バージョン	新バージョン
A	204	419
B	210	465
C	187	299
DRB1	140	244

rSSO法の測定装置（LABScan/医療機器）

名称		ビーズ数	試薬
LABScan システム	 (届出番号：13B3X10148000010)	100色（10×10） 	SSOのみ
LABScan 3Dシステム	 (届出番号：13B3X10148000020)	500色（10×10×5） 	SSO、CWD

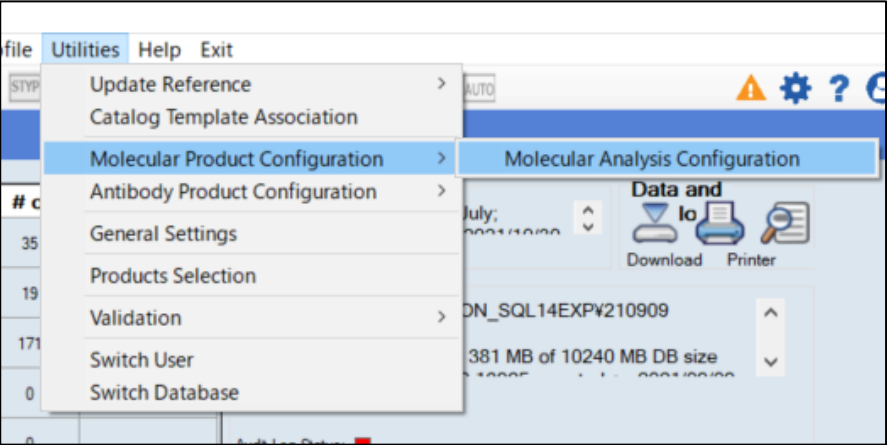
HLA Fusionの解析ファイル

- 最新のソフトウェアバージョンは4.7
- 解析に必要なファイル
 - ベリタスのホームページよりダウンロード可能
 - https://www.veritastk.co.jp/hla/soft_file.html

ファイルの種類	概要	最新ファイル名（2025/4現在）
血清型ファイル	公共データベースに登録されているアレル情報	sero_equivalent_2024July.csv
カタログファイル	試薬で検出可能なアレルの情報	試薬による（IMGT3.57対応）
日本人フィルタ	日本人集団で頻度の高いアレルの情報	ver1_2024_July_2025JSHI_allelefilter.csv

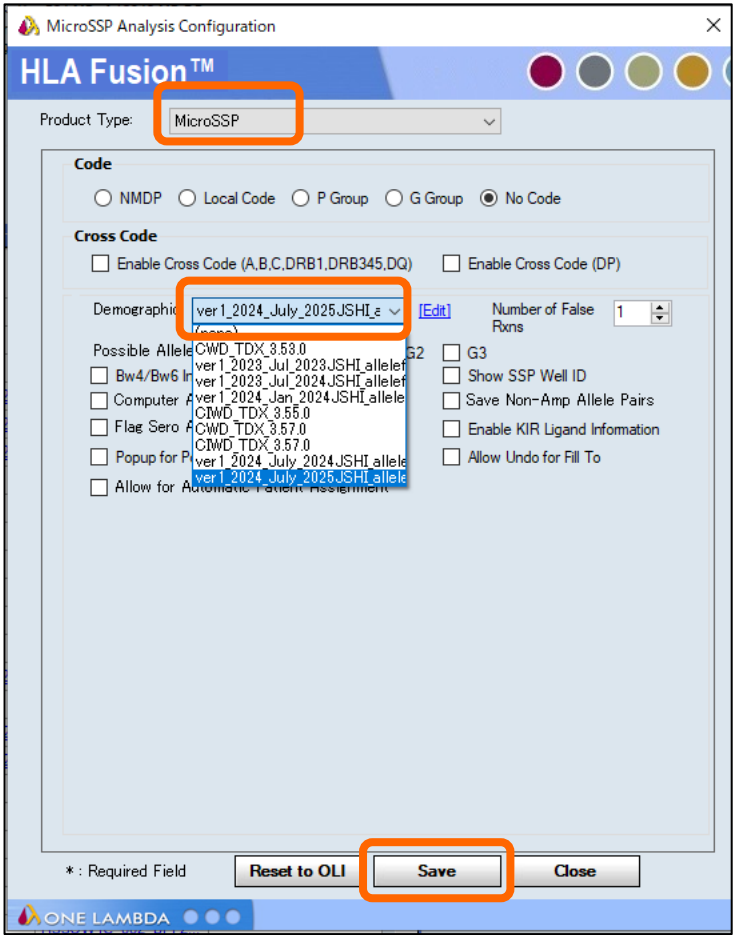
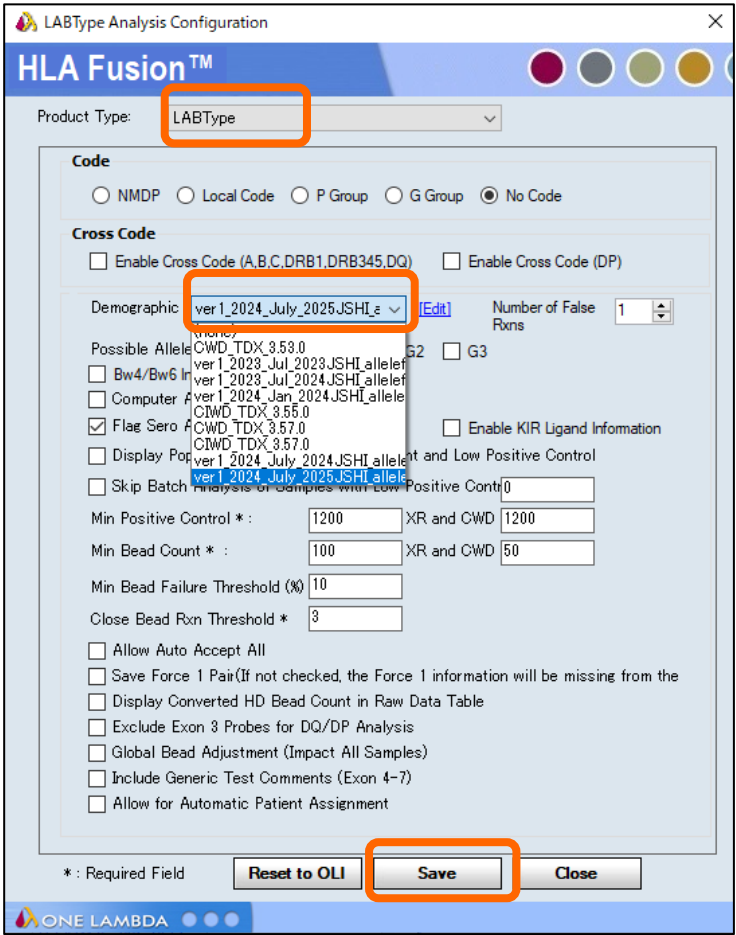
- カatalogファイル名は「製品コード_Lot_バージョン」
- 日本人フィルタはインポートした後、解析に使用する設定を必ず行う
 - 設定方法は次のページを参照

HLA Fusion -日本人フィルタの設定



LABType

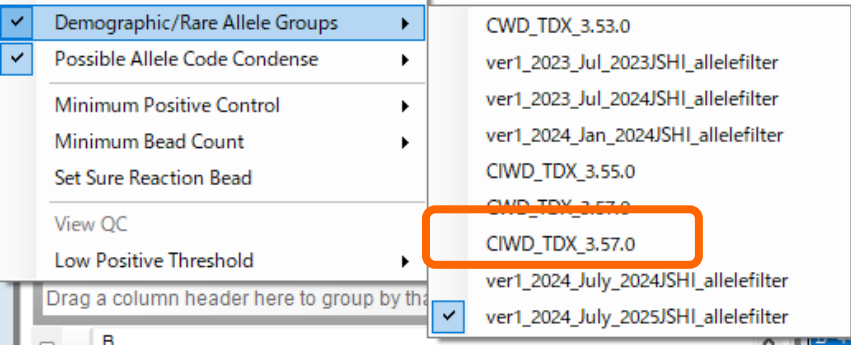
MicroSSP



アレルフィルタの変更方法

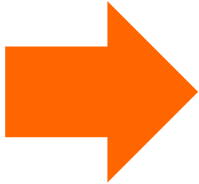


- 解析画面で検体ごとにフィルタの変更可能
 - 日本人以外の検体はCIWDフィルタの使用を推奨



日本人フィルタ使用

Allele 1	Allele 2	G
A*11:01:01:01	A*26:01:01:01	G1
A*11:01:05	A*26:01:01:01	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:01:02	G2

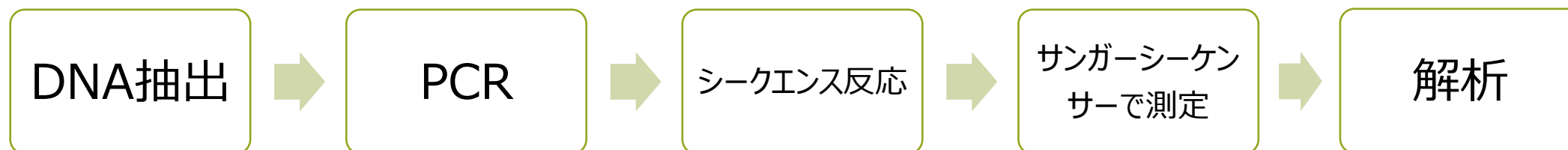


CIWDフィルタ使用

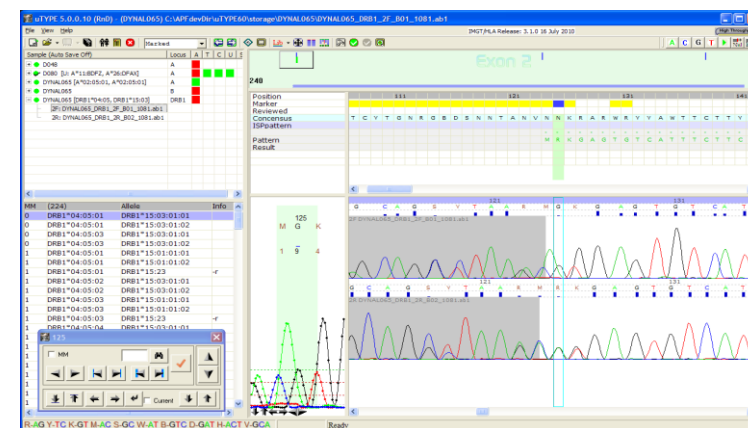
A*11:01:01:01	A*26:01:01:01	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:01:02	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:01:05	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:01:06	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:01:08	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:03	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:04	G1
A*11:01:01:01	A*26:01:06	G1

分類	アレルの定義	アレルの色
C (Common)	7つの地域で 1/10,000 人 (0.01%) 以上の頻度のアレル	青
I (Intermediate)	アフリカ、ネイティブアメリカン、中東以外で 1/100,000 ~ 1/10,000 人 (0.001~0.01%) の頻度のアレル	紫
WD (Well Documented)	Common/Intermediate 以外のアレルで、各地域で 5 人以上に見つかったアレル	ピンク
-	上記以外のアレル	白

SBT (Sequencing Based Typing) 法

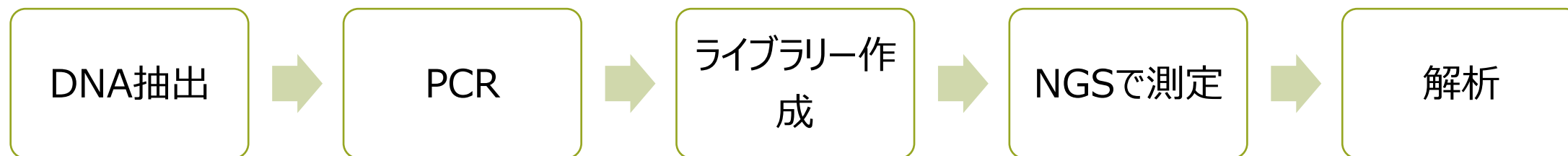


- 製品名 : SeCore SBT
- 高解像度 (第3区域)
- サンガーシーケンサーで測定
- 大量検体の際は手間がかかる
- 結果が出るまでに1日程度かかる

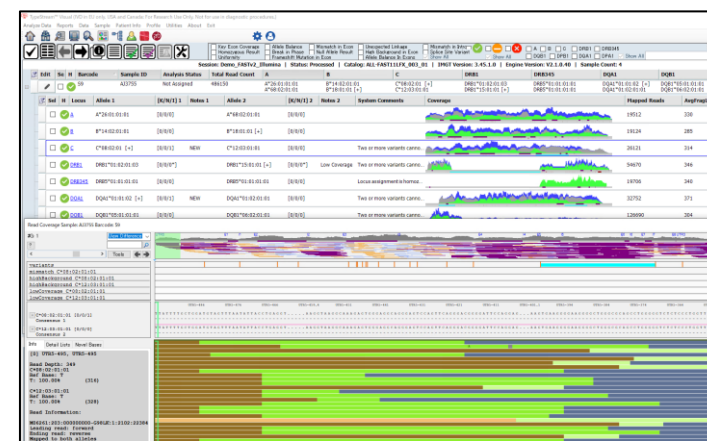


専用解析ソフト : uTYPE

NGS（Next Generation Sequencing）法



- 製品名：AllType NGS / AllType FASTplex NGS
- 11ローカス・多検体を1度に解析
- 次世代シーケンサー（NGS）で測定
- 高解像度
- 結果が出るまでに時間がかかる（2-2.5日）



専用解析ソフト：TypeStream Visual（TSV）

- 最新のソフトウェアバージョンは3.1または3.2
- IMGTは3.58.0.0（October 2024）が最新
 - HLA Fusionとバージョンが異なるため注意
- カタログファイルは試薬ロット・シーケンス機器に対応したものを使用
- 各アレルのリード数、Depth、アレルバランスに問題が無いか確認する

- DR1 Group**
[DR1, DR10, DR103, DR15*]

DR51 Group
[DR15, DR16, DR1*]

DR52 Group
[DR3, DR11, DR12, DR13, DR14, DR1403, DR1404]

DR8 Group
[DR8]

DR53 Group
[DR4, DR7, DR9]

Legend: ■ 発現遺伝子 (Expressed gene), ■ 偽遺伝子 (Pseudogene)

[illegible]

20

ハプロタイプの確認(日本人の場合)

- HLA研究所様のホームページ

https://hla.or.jp/med/haplo_tools/

HLA-A		HLA-B		HLA-C		HLA-DRB1	

- 造血幹細胞移植情報サービス

https://www.bs.jrc.or.jp/bmdc/donorregistrant/m2_03_00_statistics.html

ドナー登録者のハプロタイプ頻度 (A-B-C-DRB1)

- 地域別一覧 (全国上位100タイプ) [Excel : 79KB] 

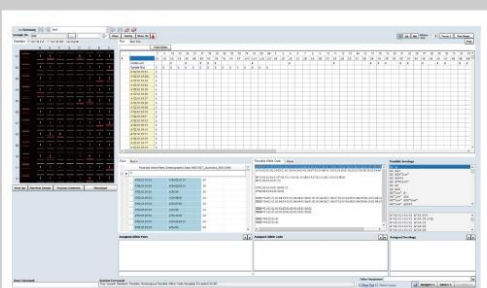
オンデマンド動画のご紹介

- 各検査の概要や解析方法について、より詳細に説明しております

<https://www.veritask.co.jp/sciencelibrary/learning/hla-video-compilation.html>



今日から始める HLA



START

Vol.3 MSSP 入門
Part2 HLA Fusion を使用した
MSSP の解析

2023 年 12 月 6 日 開催



HLA 検査のエッセンス



Vol.3 LABType
Part1 LABType 試薬の
概要と手技

2025 年 3 月 5 日 開催

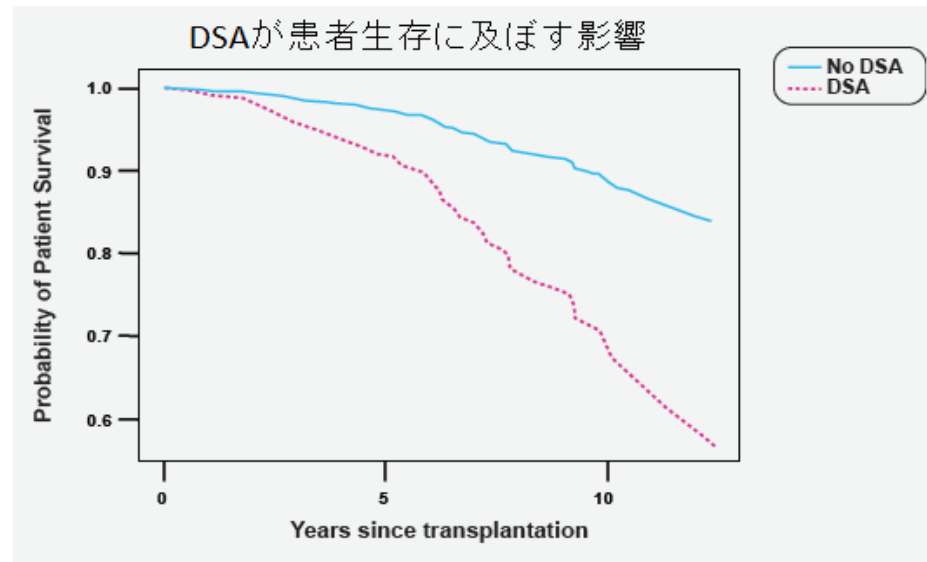
ベリタス HLA 動画





抗HLA抗体検査

- Donor Specific Antibodyの略
- DSAの存在は移植片生着率の低下につながる
 - Preformed DSA：移植前に産生されたDSA、超急性拒絶に関連
 - *de novo* DSA：移植後に産生されたDSA、急性～慢性拒絶に関連



患者生存率予測曲線は移植後の任意の時点で心移植レシピエントにおける *de novo* DSAが出現した場合とDSA非出現の場合の影響を示している。¹⁷

DSAの有無はLABScreen Single Antigen試薬（One Lambda）のnMFI値（normalized Mean Fluorescence Intensity）を元に議論されることが主流
※他社試薬のMFIとの比較はできない

（Smith *et al.* Am. J. Transplant., 2011改変）

保険収載内容（2025/4時点）

・臓器移植

実施時期	検査内容	点数
移植前	スクリーニング検査 ＊日本臓器移植ネットワークに登録している患者で輸血例、妊娠歴等から抗体陽性が疑われる場合、1年に1回実施可能	1,000点
	抗体特異性同定検査 ＊上記のスクリーニング検査が陽性の場合、陽性のアレルを同定する	4,850点
移植時	抗HLA抗体検査	4,000点
移植後	スクリーニング検査 ＊1年に1回実施可能	1,000点
	抗体特異性同定検査 ＊上記スクリーニング検査で陽性の場合、陽性のアレルを同定する	4,850点

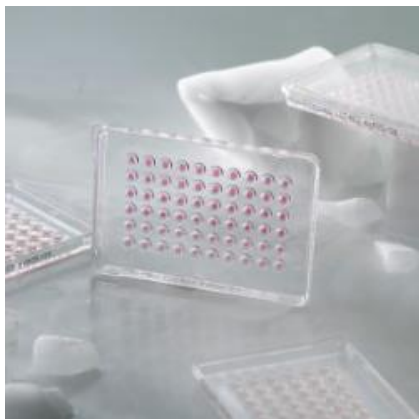
・造血幹細胞移植

－ 移植前に抗HLA抗体検査を実施した場合に4,000点

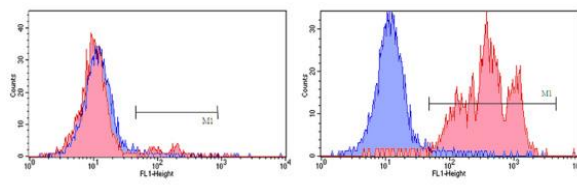
・全ての検査において、検査方法・試薬の指定はない

抗HLA抗体検査の歴史

- より大量検体へ
- より高感度へ
- より高精度へ



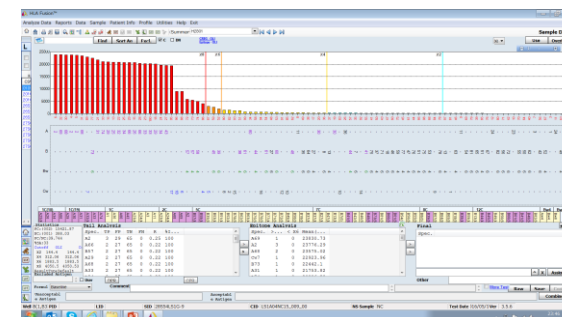
LCT
(細胞障害性
試験)



LAT
(ELISA)

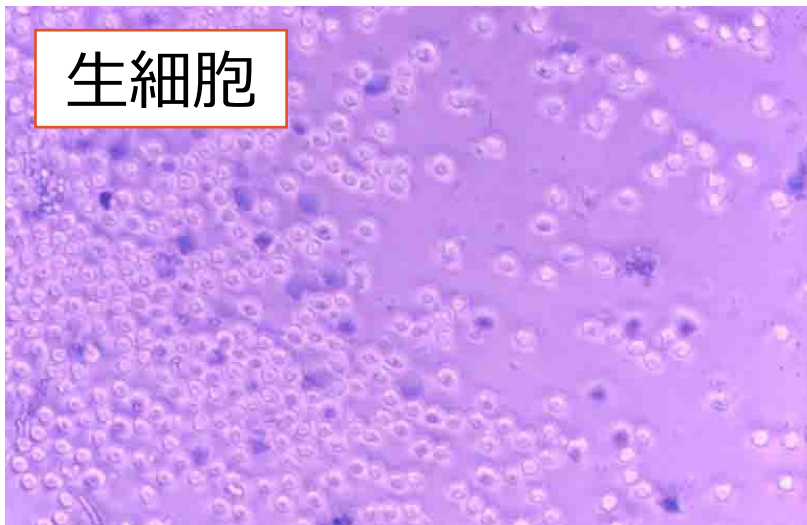
FlowPRA
(フローサイト
メーター)

LABScreen
(Luminexビーズ)

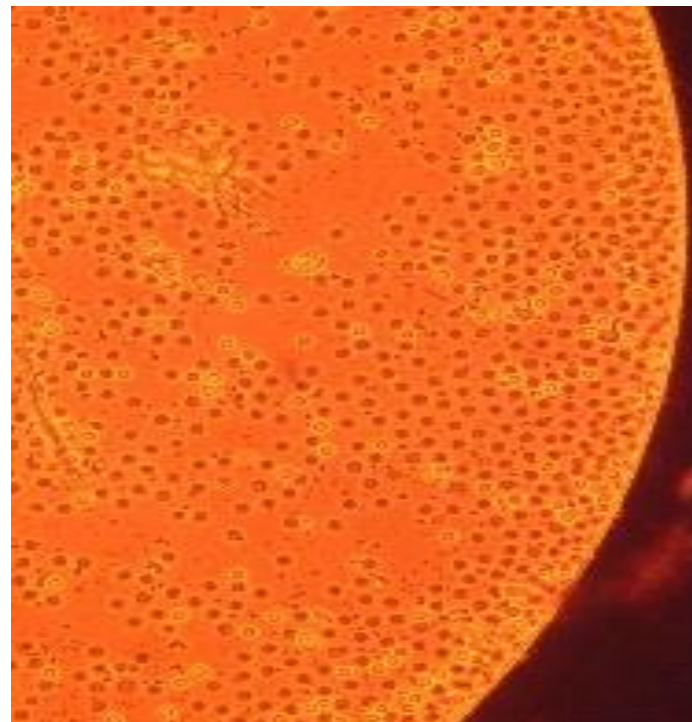
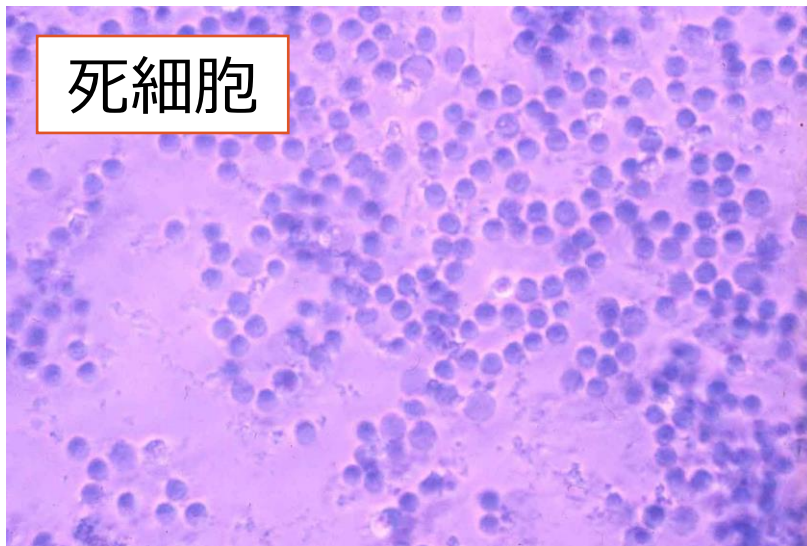


LCT (リンパ球細胞障害試験)

生細胞

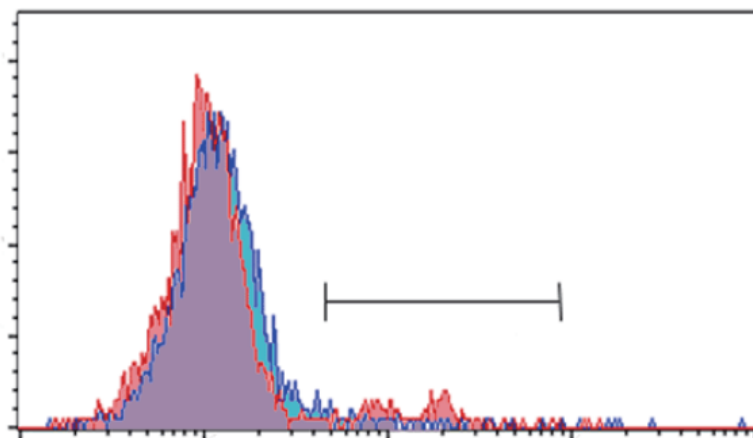


死細胞

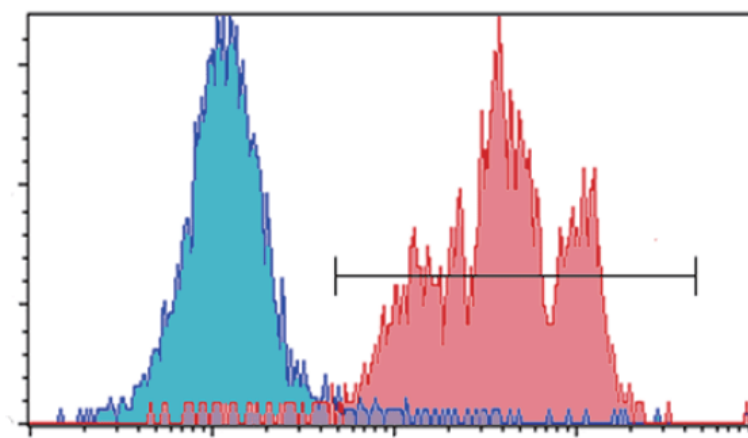


- 最も生体内の反応に近い
- 生細胞が必要になるため、実臨床において検査ができないこともある

- フローサイトメーターを用いて抗HLA抗体の有無を判断
- 試薬の種類
 - FlowPRA Screening
 - FlowPRA Single Antigen



陰性



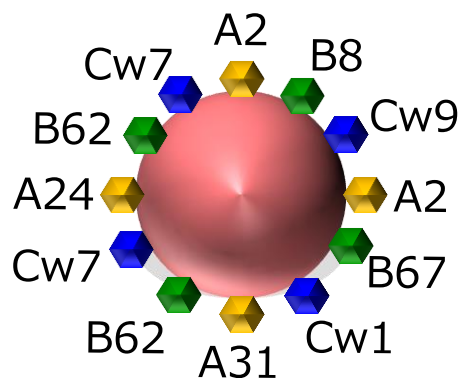
陽性

Mixed、PRA、Single Antigenの違い

スクリーニング試薬

Mixed

17種ビーズ



Class I: 3パネル/1beads

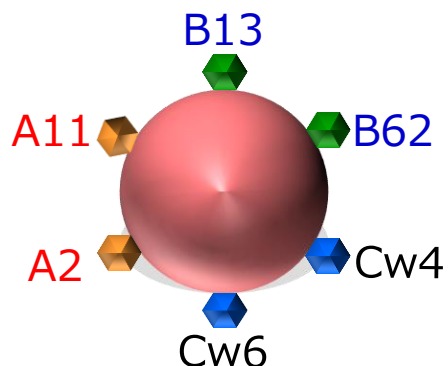
Class II: 5パネル/1beads

細胞株からの抽出抗原

PRA

Class I: 56種ビーズ

Class II: 35種ビーズ



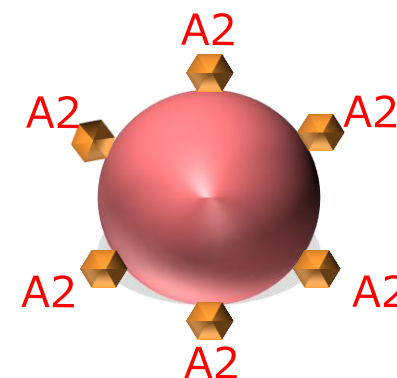
1パネル/1beads

特異性同定試薬

Single Antigen

Class I: 97種ビーズ

Class II: 95種ビーズ

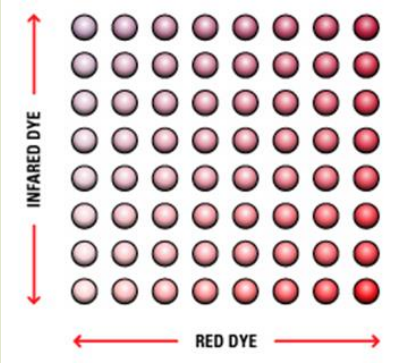
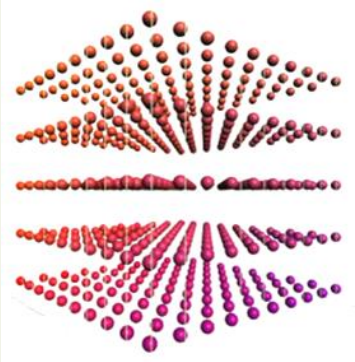


1抗原/1beads

組換え体からの精製抗原

*1パネル=1人分のハプロタイプ

LABScreenの測定装置（LABScan/医療機器）

名称		ビーズ数	試薬
LABScan システム	 (届出番号：13B3X10148000010)	100色（10×10） 	ExPlexは使用不可
LABScan 3Dシステム	 (届出番号：13B3X10148000020)	500色（10×10×5） 	全て使用可能

HLA Fusionの解析ファイル

- 最新のソフトウェアバージョンは4.7
- 解析に必要なファイル
 - ベリタスのホームページよりダウンロード可能
 - https://www.veritastk.co.jp/hla/soft_file.html

ファイルの種類	概要	最新ファイル名（2025/4現在）
血清型ファイル	公共データベースに登録されているアレル情報	sero_equivalent_2024July.csv
カタログファイル	試薬で検出可能なアレルの情報	試薬による

- カタログファイルはNC血清のロットにより異なるため注意
 - ファイル名の例：LS1A04**NC26**_014_00.cat
- Single Antigen+ExPlexやPRA（Class I&II）使用时
 - 予めHLA Fusion内で2種のカタログファイルを結合しておく

オンデマンド動画のご紹介

- LABScreenの概要や解析方法について、より詳細に説明しております

<https://www.veritask.co.jp/sciencelibrary/learning/hla-video-compilation.html>



ベリタス HLA 動画





検査精度向上のために（抗体検査）

測定に適した検体を用意することが重要

- NCビーズ
 - NBG RatioやnMFIの値の算出に使用されるため、できるだけ低くすることが大切
 - 高い場合は抗HLA抗体以外の物質の影響が考えられる
- PCビーズ
 - 低い場合は、二次抗体による検出が通常と異なる（偽陰性の可能性）がある
 - 補体活性が高いことやIgMが含まれることが原因

方法（赤字は実施を推奨）	目的	結果に与える影響
凍結融解と遠心分離（必須） Adsorb Out 、PreSorb、FBS、超高速遠心	非特異タンパクを取り除く	NCビーズの値を下げる
EDTA	補体活性型抗体の影響を取り除く	PCビーズの値を上げる
DTT	IgMの影響を取り除く	PCビーズの値を上げる

- One LambdaのNC血清（LS-NC）を必ず使用する
- 検査成立基準を満たしているか確認する

Position /	Sample	System Comment	Analysis Date	Min BeadCnt	NC	PC	PCNCRatio
▶ 1(1,A1)	Unknown1		2021/07/30 9:59:30	100	75.78	11897.81	157.005
2(1,B1)	Unknown2	Low NC Raw Value.	2021/07/30 9:59:31	100	25.98	14107.37	543.009
3(1,C1)	Unknown3	Low NC Raw Value.	2021/07/30 9:59:31	100	24.25	15525.61	640.231
4(1,D1)	Unknown4	Low NC Raw Value.	2021/07/30 9:59:31	100	0.73	14333.48	19634.9

- MinBead Cnt : 50以上
- NC : 1500以下
- PC : 500以上
- PC/NC Ratio : 2以上

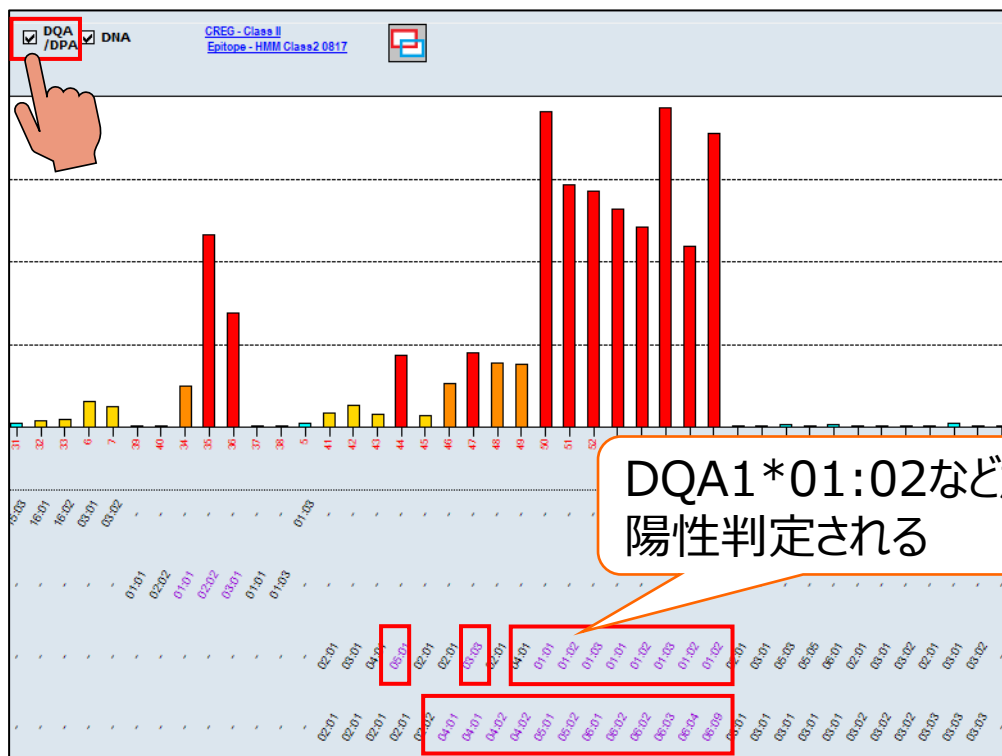
- Single AntigenのDP及びDQのビーズには α 鎖と β 鎖、2種類のHLA抗原が結合している
 - α 鎖と β 鎖のどちらに反応しているのかを判断することが必要
- 患者とドナーのタイピング結果も活用しDSAが産生され始めていることを見逃さない
- 必要に応じてエプレット解析を活用する

Class IIの解析 (α鎖とβ鎖)

DQA/DPAの欄にチェックを入れた場合：

α鎖が反応していると仮定して自動判定

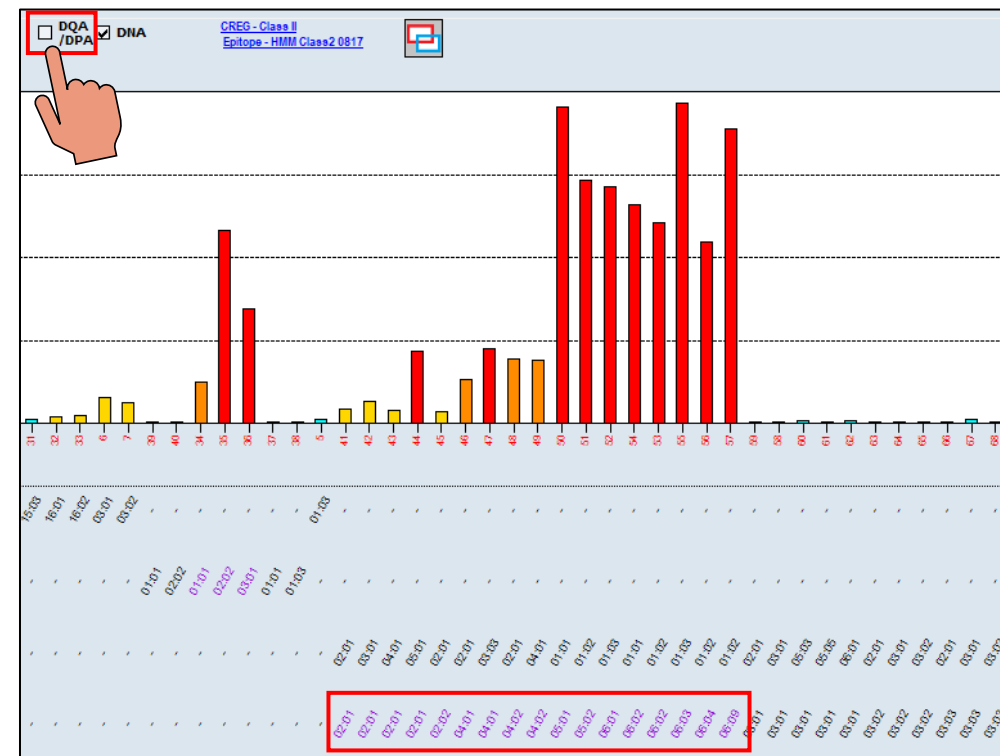
(α鎖の反応として説明が見つからない場合はβ鎖の反応として判定)



DQA/DPAの欄にチェックを入れていない場合：

β鎖のみが存在すると仮定してソフトが自動判定

α鎖は判定の対象外となる



チェックのON/OFFをご自身で行い、判定結果の確認をお願い致します

タイピング結果の表示

患者・ドナーのアレル情報を入力し、
測定結果との紐づけを行うと表示可能

Statistics
PC: (002) 8666.32
NC: (001) 32.18
PC/NC: 269.308
%SA: 9

Cutoff	User	Current
X2	300	309.73
X4	500	597.59
X6	1000	1225.95
X8	5000	2760.66

ResultType: Default
Excluded Antigen

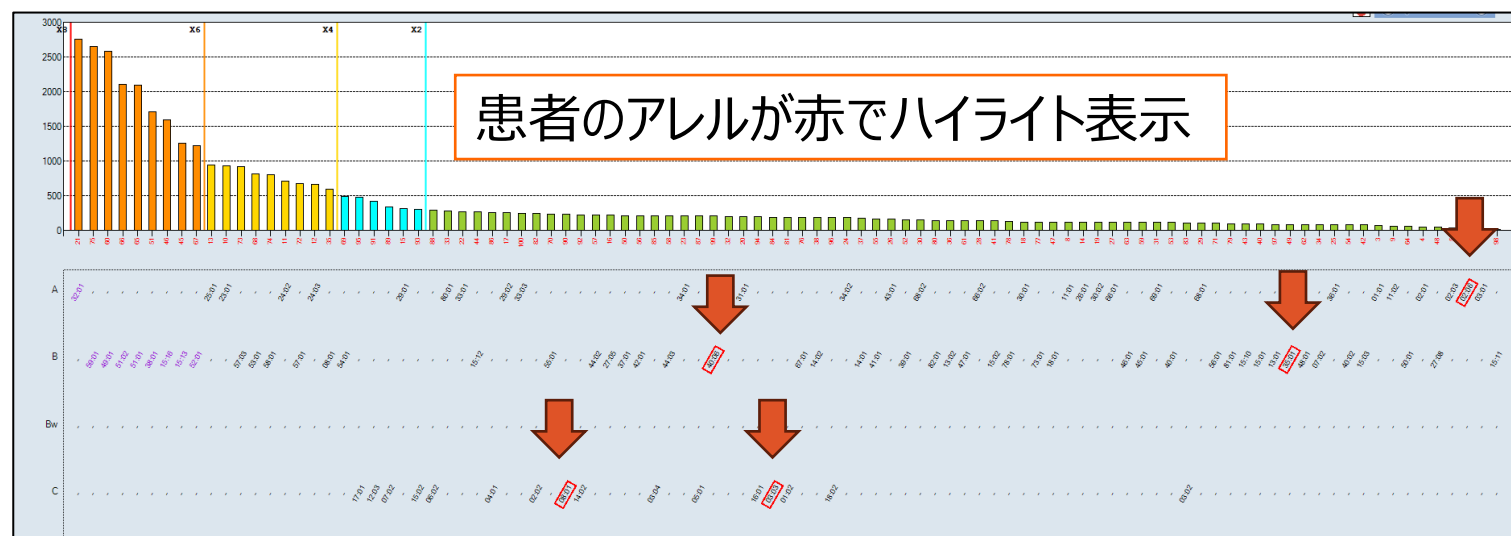
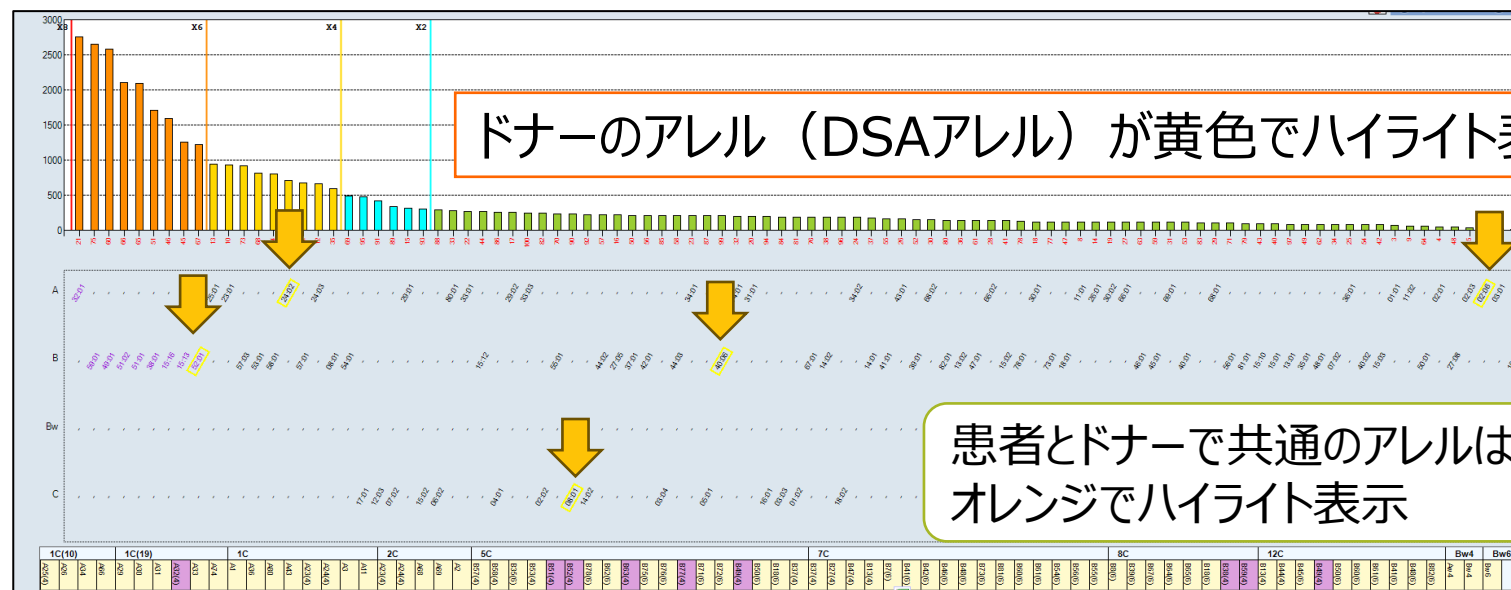
Formula: Baseline

Comments/ (System):

Unacceptable Antigen

PAg DAg abcde

クリックすると各アレルが
ハイライト表示される



抗体検査の考え方

- 抗HLA抗体はHLA抗原の特異的な構造（=エプレット）に対して産生される
- HLA抗原に特異的に結合するのではなく、HLA抗原に含まれるエプレットに特異的に結合する

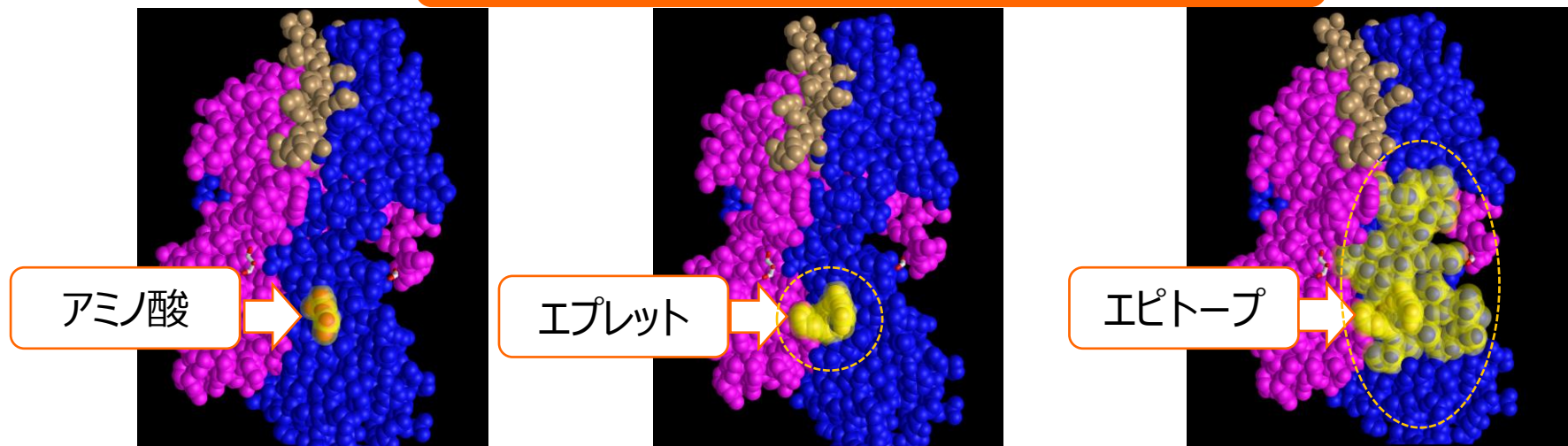
抗原とエプレット、抗HLA抗体反応の模式図



Eplet（エプレット）とは

- 半径3 Å（オームストロング）程度の範囲内のアミノ酸配列で、抗体が認識するコアの部位のこと
- 通常は連続したアミノ酸だが、アミノ酸の位置が離れていても構造上近い部分はエプレットとなりうる
- 現在「エピトープ解析」は一般的にエプレットが対象

アミノ酸、エピトープ、エプレットの違い（模式図）



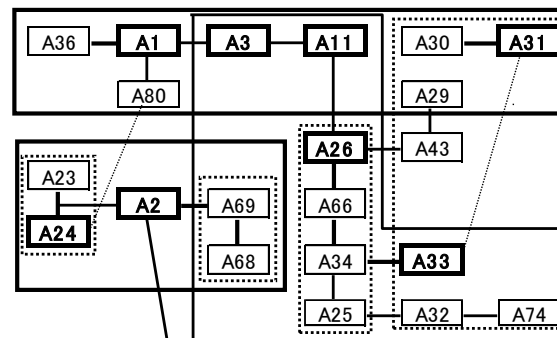
CREG (Cross Reactive Group)

実際に見つかった抗血清の特異性

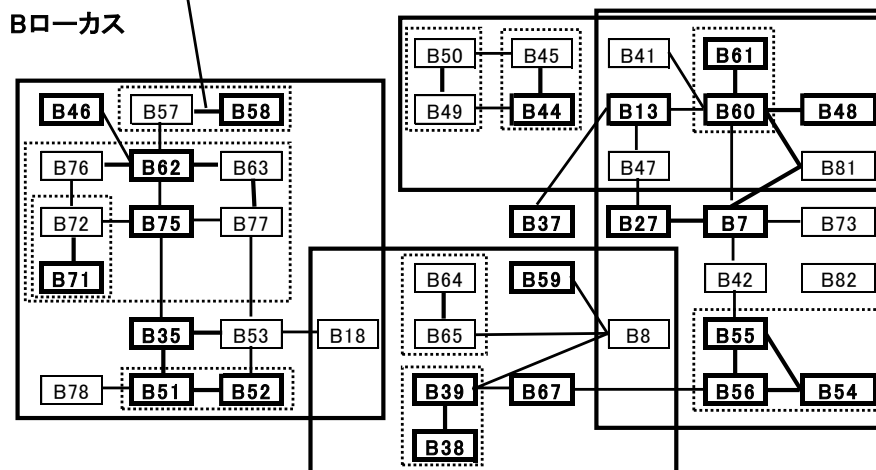
A1+A36
 A1+A36+A80+
 A2A3+A24
 A3+A11
 A30+A31
 A31+A33
 A2+A24
 A2+A68+A69
 A2+B57+B58
 B62+B75
 B62+B57
 B35+B51+B53
 B51+B52
 B38+B39+B67
 B44+B45
 B7+B27
 B7+B60+B48
 B60+B61+B13
 B54+B55
 B55+B56 etc.

整理
統合

Aローカス



Bローカス



抗原を結ぶ線 = 交差反応の強さ
太い線 > 細い線 > 点線

* Nakajima F. MHC 2006

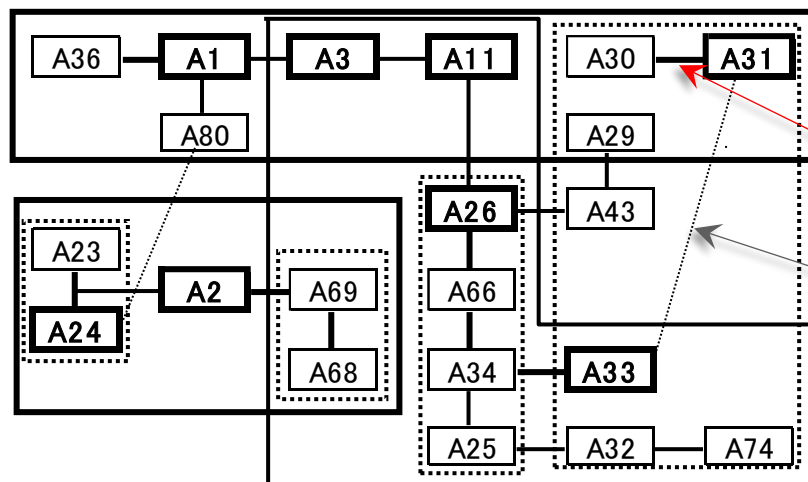
1C(10)				1C(19)				1C							2C				
A25(4)	A26	A34	A66	A29	A30	A31	A32(4)	A33	A74	A1	A36	A80	A43	A23(4)	A24(4)	A3	A11	A23(4)	A24(4)

抗体特異性に基づく抗原の分類で、抗原をグループ化して類似性を図式化したもの

抗原のアミノ酸配列に基づく抗体認識部位の分類で、アミノ酸の位置と種類で示す

抗体の反応性に基づく分類 ↔ 抗原の設計図に基づく分類
 旧来からの経験則 ↔ HLA遺伝子解析で明確化
 実際の反応 ↔ 反応の予測
 説明のつかない反応もある ↔ 予測どおりに反応しない場合もある

Aローカス



* Nakajima F. MHC 2006 (一部改変)

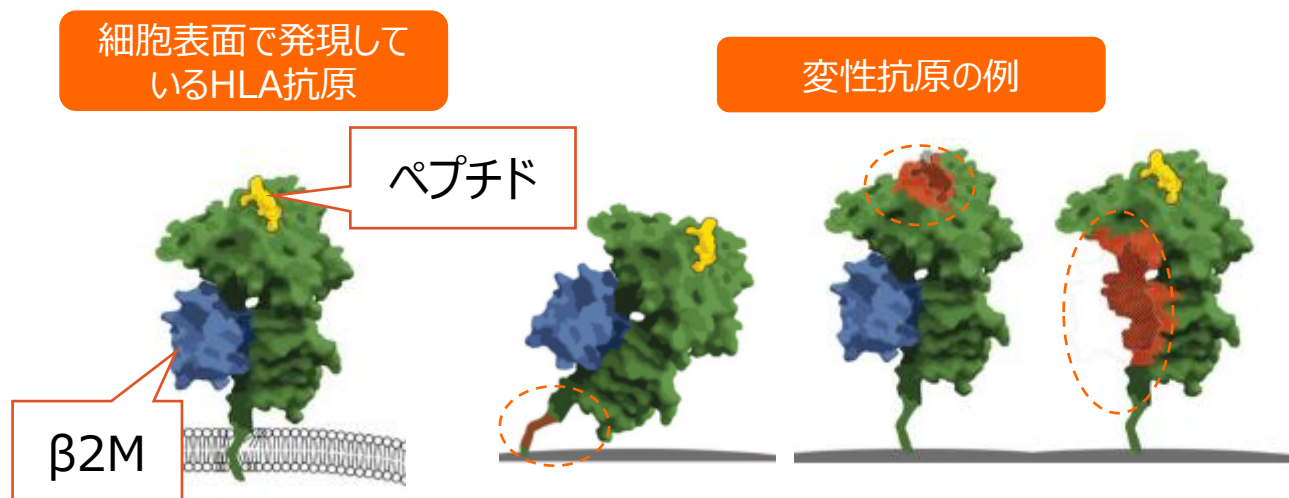
HLA allele	$\alpha 1$ -domain
Position	111233333334444555666677777788889 37917940123456134824623567034678901230
Consensus	HYFSREADTQFVRF AQRR IQGQERNVHTD VDLGTLRGA
HLA-A*01:01	-----K-----M--AN-----D
HLA-A*02:01	-----G--K--H-----
HLA-A*11:01	--Y-----Q-----D
HLA-A*24:02	--S-----E-GK--EN-RIALR--
HLA-A*26:01	--Y-----RN--AN-----D
HLA-A*30:01	--S-S-----R-----0
HLA-A*31:01	--T-----R-----I-----73I
HLA-A*33:03	--T-----RN-----I-----

抗原抗体反応は1:1の反応ではなく、1つの抗体は複数の抗原と反応する

抗HLA抗体以外による反応の例（自然抗体）

- Single Antigenの抗原は組換え体から精製されているため、変性抗原を含むことがある
 - 通常発現しているHLA抗原と異なる構造を持つ
 - 抗HLA抗体以外の抗体と反応することがある
 - エプレット解析、CREGを確認して判定

自然抗体と思われる反応の例



(Wehmeier et al., Transpl Int, 2020)



ご清聴ありがとうございました

