

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02782

研究課題名（和文）腫瘍浸潤リンパ球の抗原同定を目指した開発研究

研究課題名（英文）Development of antigen identification system of tumor-infiltrating lymphocytes

研究代表者

小林 栄治（Kobayashi, Eiji）

富山大学・学術研究部医学系・助教

研究者番号：70459733

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：抗原既知のTCRをモデルに反応条件の検討を行った。その結果、IL-2産生を指標にすると高感度に抗原特異的の反応を検出できることが明らかになった。そこで、これまで検討した条件およびcDNAライブラリーを用いて抗原未知のTCRの抗原同定を行なったが、有意な反応を検出することができなかった。その理由として作製したcDNAのライブラリーサイズが十分ではなかった可能性が考えられた。そこで、cDNAライブラリーの作製方法の再検討を行い、以前より10倍以上のライブラリーサイズをもつcDNAライブラリーを作製することができた。現在は作製したcDNAライブラリーを用いて、抗原未知のTCRの抗原同定を進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、次世代シーケンスにより腫瘍浸潤リンパ球（TIL）のTCRレパトアなど技術の発展により腫瘍抗原特異的TILに関する知見が急速に進んでいる。そのような状況下、抗原未知の腫瘍特異的TILの抗原を目的に抗原同定法の開発が世界中で進められている。本研究では、我々独自の新知見「T細胞Cis-activation」を応用した革新的なTCR抗原同定法の開発を行った。本研究提案によりTILのTCRの抗原同定が短期間に可能になり、TCR遺伝子治療に寄与する高機能TCRの効果や副作用の予測が容易になると考えられる。また、TILの抗原同定により抗原ペプチドを用いたがんペプチドワクチン療法への応用も期待される。

研究成果の概要（英文）：We first examined reaction conditions. As a result, it was found that IL-2 production was more sensitive than several cell surface markers to detect antigen-specific reactions. Therefore, we performed antigen identification of TCRs with unknown antigens using the previously studied conditions and cDNA libraries. However, we were unable to detect significant reactions. The reason for this was considered to be the possibility that size of the cDNA library was not sufficient. Therefore, we reexamined the cDNA library preparation and succeeded in producing a cDNA library with a library size 10 times larger than before. Currently, we are using the cDNA library to identify unknown TCR antigens.

研究分野：免疫学

キーワード：T細胞 腫瘍

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

腫瘍浸潤リンパ球 (TIL) には、がん抗原 (ネオアンチゲンおよび共通抗原) 特異的 T 細胞が集積しており、PD-1 等をがん特異的 T 細胞のマーカーとして解析が盛んに行われている (Yossef et al. *JCI Insight* 2018)。しかし、最近では腫瘍環境下では By stander 効果により T 細胞が非特異的に活性されており、クローナルに増殖している T 細胞のなかで真にがん特異的な T 細胞は少数であるという報告もある (Simoni et al, *Nature* 2018, Duhon et al. *Nat. Commun.* 2018)。これまで独自に開発した hTEC10 法を用いて、我々も種々のがん患者 TIL より PD-1 陽性細胞および PD-1 陰性細胞の TCR 遺伝子を取得し、がん特異性を評価したが、がん特異的 TCR はクローナルに増殖している T 細胞の数%程度だった (Sukegawa, Kobayashi et al. *Eur J Immunol*, 2020)。

そのような状況下、我々はリンパ球を単一細胞レベルで網羅的に解析することを目的として、リンパ球を 1 個 1 個に分けて格納することができるリンパ球チップを工学系のグループと開発し、このリンパ球チップを用いて、目的の抗体を分泌している B リンパ球から抗体遺伝子を網羅的にクローニングする技術 ISAAC (Immuno Spot Array Assay on chip) 法を開発した。更に、リンパ球チップと独自の技術 (ISAAC 法及び hTEC10 法) を融合することで、ペプチドのみで極めて低頻度のペプチド特異的 T 細胞の TCR を取得し、抗原ペプチドに反応するか否かを 4 日間で評価することができる T-ISAAC 法を開発した。この開発過程で、従来 T 細胞の活性化にはその T 細胞とは別の抗原提示細胞の存在が必須とされてきたが、T 細胞自身が発現している MHC にペプチドをのせることで、T 細胞は自分自身の TCR と peptide/MHC を相互作用させて自分自身を活性化 (Cis-activation) して、サイトカインを産生することを発見した。

従来 TCR の抗原同定には血清中の抗体を利用した SEREX 法 (serological identification of antigens by recombinant expression) (Sahin et al, *PNAS*, 1995) が用いられてきたが、この方法は抗体を利用して TCR の抗原を同定するもので、非常に煩雑で時間が必要だった。また抗体が検出されない抗原の場合は抗原を同定することができなかった。そのような状況下 Stanford University の Mark Davis らのグループは酵母ファージディスプレイと NGS を組み合わせた方法を開発し、がん患者の TIL より取得した TCR の抗原同定を行った (Birnbaum et al. *Cell* 2014, Gee et al, *Cell*, 2017)。しかしながら、後の報告では抗原未知の 6 個の TCR の抗原同定を試みたが、同定できたものは 2 個のみで、それら抗原もゲノム上には存在しない結果であり (Saligrama et al. *Nature* 2019)、依然として TCR の抗原を決定することは困難であることを示している。一方、我々も可溶性の peptide/MHC テトラマーを短期間に mg オーダーで作製する方法の開発に成功し (Lyu, Kobayashi et al. *N biotech* 2019)、酵母ファージディスプレイを用い、TCR の抗原を同定することに成功したが、この方法では可溶性 peptide/MHC テトラマーを大量に作製する必要があり、また HLA の種類によっては peptide/MHC が作製できないなど技術的な制限が強かった。また、NetMHCpan などの抗原予測アルゴリズムがこれまで開発されたが、精度は不十分だった。最近になって MIT/Harvard Medical school broad institute の Derin Keskin らのグループは、質量分析法により HLA に結合しているペプチドを大量に解析したデータをもとに新たな抗原予測アルゴリズム (Sarkizova et al. *Nat. Biotech*, 2020) を報告するなど、TCR の抗原を効率よく同定する方法が依然として世界的に求められている状況となっている。

### 2. 研究の目的

本研究では、我々独自の新知見「Cis-activation」を応用した革新的な TCR 抗原同定法を開発する。本研究提案により腫瘍浸潤 T リンパ球の TCR の抗原が短期間・網羅的に同定されることで、TCR 遺伝子治療に寄与する高機能 TCR の効果・副作用の予測が可能になると考えられる。また、抗原同定によりペプチドを用いたペプチドワクチン療法への応用も期待される。本提案ではがん抗原に焦点を当てているが、本方法は CD4 陽性ヘルパー T 細胞や制御性 T 細胞の抗原同定にも応用可能であり、自己免疫疾患や感染症への波及効果も期待できる。

### 3. 研究の方法

T 細胞の活性化には TCR が peptide/MHC 複合体と結合することによるシグナル（第 1 シグナル）と T 細胞上の共刺激分子からのシグナル（第 2 シグナル）が必要である。そこで、独自の新知見である T 細胞の Cis-activation を応用する。具体的には第 2 シグナルをペプチド HLA 複合体に依存することで、抗原を発現している細胞のみが活性化して IL-2 を産生する系を利用する。IL-2 産生細胞を 3 回程度セルソーティングすることにより目的の抗原を持つ T 細胞を濃縮し、抗原を決定する（図 1）。従来、抗体の抗原同定では標的細胞から cDNA ライブラリーを調整し、cDNA ライブラリーを細胞株に導入し、抗原を細胞株表面に発現させ、抗体が結合した細胞をセルソーティングする方法がよく用いられた。この方法は簡便で信頼性の高い方法であるが、抗原が細胞内に発現し、MHC 複合体として提示される TCR の抗原同定には適応できなかった。しかしながら、我々の新知見である T 細胞の Cis-activation を応用すれば、T 細胞へも応用が可能になる。

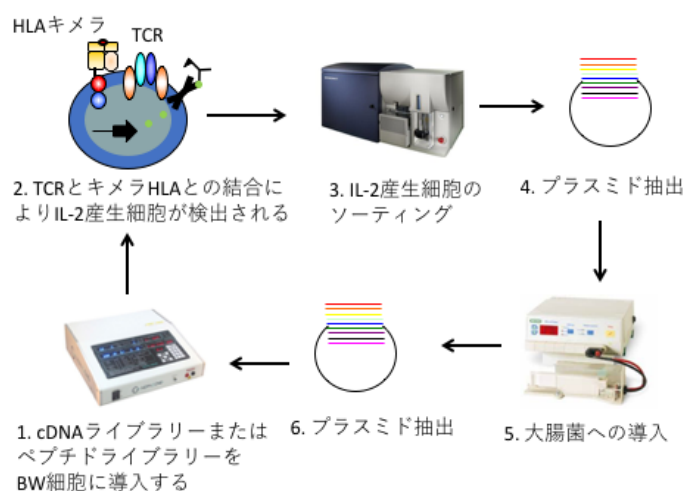


図 1. Cis-activation を利用した抗原同定システム  
IL-2 産生を指標に抗原 cDNA (または抗原ペプチド) が導入された細胞を FACS により回収する。上記操作を 3 回程度繰り返すことで抗原を同定する。

ライブラリーを調整し、cDNA ライブラリーを細胞株に導入し、抗原を細胞株表面に発現させ、抗体が結合した細胞をセルソーティングする方法がよく用いられた。この方法は簡便で信頼性の高い方法であるが、抗原が細胞内に発現し、MHC 複合体として提示される TCR の抗原同定には適応できなかった。しかしながら、我々の新知見である T 細胞の Cis-activation を応用すれば、T 細胞へも応用が可能になる。

### 4. 研究成果

まず HLA-A02 拘束性 NY-ESO-1 特異的 TCR や HLA-A24 拘束性 BRLF-1 特異的 TCR をモデルに、高反応性の細胞株の樹立を行った。

さらに抗原特異的の反応を評価するためのマーカーの検討を行った。高反応性の細胞株の樹立および評価マーカーの選択は、効率よく抗原を同定する上で極めて重要になると考えられる。複数の細胞表面マーカーと IL-2 産生を比較したところ、検討したマーカーの中で IL-2 を指標にすると最も効率よく抗原特異的の反応細胞を検出できることが明らかになった。また、強い抗原特異的な刺激により細胞株がアポトーシスを起こす可能性が考えられたため、カスパーゼ阻害剤による検討を行った。その結果、ペプチド添加など

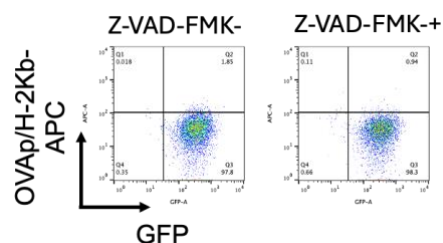


図 2. アポトーシス阻害剤効果の検討  
Z-VAD-FMK の添加の有無に OVA ペプチドを MHC クラス I に提示している細胞の頻度を比較した。

その結果、ペプチド添加など

非常に強い刺激の場合は効果がみられるものの、cDNA由来に限られたペプチドからの刺激ではカスパーゼ阻害剤は影響しない結果が得られた。さらに、細胞株の反応性を上げるために種々のサイトカインの影響を検討した。その結果、mIL-1 $\alpha$ およびIFN- $\gamma$ の添加により反応性が上がることが明らかになった（図3および図4）。

つぎに、HLA キメラの構造を検討した。HLA キメラは $\alpha$ 鎖の細胞内に補助シグナル分子を結合したもの（HLA キメラ）と HLA キメラおよび $\beta$ 2M およびペプチドをリンカーで繋いだタイプ（single-chain trimer: HLA キメラ-SCT）の2つの発現ベクターを作製し、シグナルを比較した。その結果、HLA キメラの方が HLA キメラ-SCT よりシグナル伝達効率が良い結果が得られた。

さらに、HLA-A02 拘束性 NY-ESO-1 特異的 TCR や HLA-A24 拘束性 BRLF-1 特異的 TCR をモデルに、ペプチドライブラリーと cDNA ライブラリーの比較を試みた。必要なライブラリースケールを小さくする

ために、ペプチドライブラリーはHLA-A02およびHLA-A24ともにアンカー残基を固定した。作製したペプチドライブラリーを確認したところ、HLA-A02とHLA-A24ともに目的のペプチドライブラリーが出来ていることが確認できた。また作製したcDNAライブラリーも目的のサイズを持つことが確認できた。

そこで、これまで検討した条件および作製したcDNAライブラリーを用いて抗原未知のTCRの抗原同定を行なった。その結果、抗原未知のTCRを発見させた細胞とcDNAライブラリーを用いて、抗原同定を試みたが、有意な反応を検出することができなかった。その理由として作製したcDNAのライブラリーサイズが十分ではなかった可能性が考えられた。そこで、cDNAライブラリーの作製方法の再検討を行い、以前のものより10倍以上のライブラリーサイズをもつcDNAライブラリーを作製することができた。現在は作製したcDNAライブラリーを用いて、抗原未知のTCRの抗原同定を進めている。

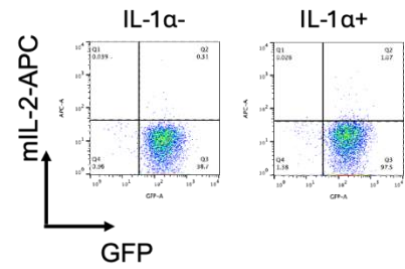


図3. IL-1 $\alpha$ による反応性の検討  
IL-1 $\alpha$ の添加の有無による細胞株からのIL-2の分泌頻度を比較した。

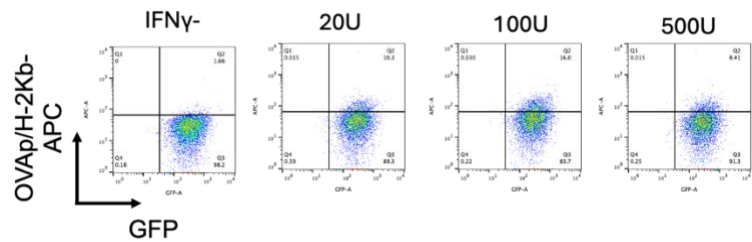


図4. IFN $\gamma$ による反応性の検討  
OVAのcDNAを導入した細胞をIFN $\gamma$ 処理したOVAペプチドがMHCclassIに提示される頻度を比較した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Kobayashi Eiji, Jin Aishun, Hamana Hiroshi, Shitaoka Kiyomi, Tajiri Kazuto, Kusano Seisuke, Yokoyama Shigeyuki, Ozawa Tatsuhiko, Obata Tsutomu, Muraguchi Atsushi, Kishi Hiroyuki	4. 巻 6
2. 論文標題 Rapid cloning of antigen-specific T-cell receptors by leveraging the cis activation of T cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 806 ~ 818
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41551-022-00874-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nakamura Tomoko, Kobayashi Eiji, Hamana Hiroshi, Hayakawa Yoshihiro, Muraguchi Atsushi, Hayashi Atsushi, Ozawa Tatsuhiko, Kishi Hiroyuki	4. 巻 113
2. 論文標題 Evaluation of chimeric antigen receptor of humanized rabbit derived T cell receptor like antibody	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cancer Science	6. 最初と最後の頁 3321 ~ 3329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cas.15478	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi Eiji, Ozawa Tatsuhiko, Hamana Hiroshi, Muraguchi Atsushi, Kishi Hiroyuki	4. 巻 383
2. 論文標題 Gene modified NK cell line as a powerful tool for evaluation of cloned TCRs for TCR-T cell therapy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cellular Immunology	6. 最初と最後の頁 104656 ~ 104656
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cellimm.2022.104656	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Thi Viet Ha My, Hamana Hiroshi, Shitaoka Kiyomi, Hayee Abdul, Kobayashi Eiji, Yoshikawa Toshiaki, Nakatsura Tetsuya, Saikawa Reiko, Sato Eri, Osawa Mitsujiro, Hitoshi Yasumichi, Son Dang Tung, Ozawa Tatsuhiko, Kishi Hiroyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Selection of highly responsive T cell receptors by an analysis combining the expression of multiple markers	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancer Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cas.15776	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kawataka Masatoshi, Ouhara Kazuhisa, Kobayashi Eiji, Shinoda Koichiro, Tobe Kazuyuki, Fujimori Ryousuke, Mizuno Noriyoshi, Sugiyama Eiji, Ozawa Tatsuhiko, Kishi Hiroyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 N-glycan in the variable region of monoclonal ACPA (CCP-Ab1) promotes the exacerbation of experimental arthritis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Rheumatology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/rheumatology/kead130	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Satoshi, Hamana Hiroshi, Shitaoka Kiyomi, Sukegawa Kenta, Nagata Takuya, Hayee Abdul, Kobayashi Eiji, Ozawa Tatsuhiko, Fujii Tsutomu, Muraguchi Atsushi, Tobe Kazuyuki, Kishi Hiroyuki	4. 巻 51
2. 論文標題 TCR function analysis using a novel system reveals the multiple unconventional tumor reactive T cells in human breast cancer infiltrating lymphocytes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Immunology	6. 最初と最後の頁 2306 ~ 2316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/eji.202049070	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ozawa Tatsuhiko, Kobayashi Eiji, Hamana Hiroshi, Nakamura Tomoko, Lyu Fulian, Hayashi Atsushi, Muraguchi Atsushi, Kishi Hiroyuki	4. 巻 51
2. 論文標題 Rapid and efficient generation of T cell receptor like antibodies using chip based single cell analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Immunology	6. 最初と最後の頁 1850 ~ 1853
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/eji.202049083	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi Eiji, Kamihara Yusuke, Arai Miho, Wada Akinori, Kikuchi Shohei, Hatano Ryo, Iwao Noriaki, Susukida Takeshi, Ozawa Tatsuhiko, Adachi Yuichi, Kishi Hiroyuki, Dang Nam H., Yamada Taketo, Hayakawa Yoshihiro, Morimoto Chikao, Sato Tsutomu	4. 巻 12
2. 論文標題 Development of a Novel CD26-Targeted Chimeric Antigen Receptor T-Cell Therapy for CD26-Expressing T-Cell Malignancies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 2059 ~ 2059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells12162059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kikuchi Shohei, Wada Akinori, Kamihara Yusuke, Okazaki Kosuke, Jawaid Paras, Rehman Mati Ur, Kobayashi Eiji, Susukida Takeshi, Minemura Tomoki, Nabe Yoshimi, Iwao Noriaki, Ozawa Tatsuhiko, Hatano Ryo, Morimoto Chikao, Sato Tsutomu	4. 巻 12
2. 論文標題 DPP8 Selective Inhibitor Tominostat as a Novel and Broad-Spectrum Anticancer Agent against Hematological Malignancies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 1100 ~ 1100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells12071100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 KOBAYASHI Eiji, OZAWA Tatsuhiko, MURAGUCHI Atsushi and KISHI Hiroyuki
2. 発表標題 Development of a NK cell line to evaluate cytotoxicity of cloned TCRs
3. 学会等名 第52回日本免疫学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Abdul Hayee, Eiji Kobayashi, Hiroshi Hamana, Satoshi Yamaguchi, Ha Thi Viet My, Tatsuhiko Ozawa, Hiroyuki Kishi
2. 発表標題 Evaluation of tumor infiltrating lymphocytes (TILs)-derived MR1 restricted TCRs of breast cancer patients
3. 学会等名 第52回日本免疫学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 神原悠輔、小林栄治、洞口龍介、藤平琢磨、峯村友樹、奈邊愛美、菊地尚平、和田暁法、波多野良、岸 裕幸、森本幾夫、佐藤 勉
2. 発表標題 T細胞リンパ腫・白血病のCD26を標的とした第3世代CAR-T細胞療法の開発
3. 学会等名 第85回日本血液学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Abdul Hayee, Eiji Kobayashi, Hiroshi Hamana, Satoshi Yamaguchi, Ha Thi Viet My, Tatsuhiko Ozawa, Hiroyuki Kishi
2. 発表標題 Comprehensive analysis of MR1-restricted TCR derived from infiltrating lymphocytes of breast cancer patients
3. 学会等名 第82回日本癌学会学術総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 My H, Hamana H, Kobayashi E, Ozawa T, Hayee A, Kishi H.
2. 発表標題 Selection of high avidity TCRs based on the expression of marker on B <sub>W</sub> cells
3. 学会等名 第26回日本がん免疫学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hayee A, Yamaguchi A, Hamana H, Shitaoka K, Kobayashi E, Ozawa T, My H, Muraguchi A, Kishi H.
2. 発表標題 Detection of HLAindependent T cell receptors derived from tumor infiltrating lymphocytes of breast cancer patients
3. 学会等名 第26回日本がん免疫学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林栄治, 下岡清美, 横山茂之, 岸裕幸
2. 発表標題 T-ISAAC法によるがん特異的TCRの同定
3. 学会等名 第81回日本癌学会学術総会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Hayee A, Yamaguchi S, Hamana H, Shitaoka K, Kobayashi E, Ozawa T, My H, Muraguchi A, Kishi H.
2. 発表標題 Analysis of HLAclass- I unrestricted T cell receptors obtained from tumor infiltrating lymphocytes of breast cancer patients
3. 学会等名 第51回日本免疫学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 My H, Hamana H, Kobayashi E, Ozawa T, Dang S, Hayee A, Kishi H.
2. 発表標題 Selection of highly responsive TCRs by analysis combining the expression of multiple markers on BW5147.3 T cells
3. 学会等名 第51回日本免疫学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kobayashi E, Ozawa T, Tajiri K, Kusano S, Yokoyama S, Muraugchi A, Kishi H.
2. 発表標題 Rapid cloning of antigen-specific T-cell receptors by applying T cell cis-activation
3. 学会等名 第51回日本免疫学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小澤龍彦, 中村友子, 小林栄治, 浜名 洋, 林 篤志, 村口 篤, 岸 裕幸
2. 発表標題 ISAAC法を用いたTCR様抗体の効率的な取得法の開発とがん免疫療法への応用
3. 学会等名 第21回日本蛋白質科学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浜名 洋, 宮原慶裕, 小林栄治, 小澤龍彦, 村口 篤, 珠玖 洋, 岸 裕幸
2. 発表標題 汎用培養細胞株を用いたネオアンチゲン特異的TCRのクローニング
3. 学会等名 第25回日本がん免疫学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Abdul Hayee, Yamaguchi S, Hamana H, Shitaoka K, Kobayashi E, Ozawa T, Muraguchi A, Kishi H.
2. 発表標題 Characterization of HLA class I-unrestricted T cells found in tumor infiltrating lymphocytes of breast cancer patients
3. 学会等名 第80回日本癌学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kishi H, Yamaguchi S, Hamana H, Shitaoka K, Nagata T, Kobayashi E, Ozawa T, Muraguchi A.
2. 発表標題 Comprehensive TCR-function analysis in TILs of breast cancer revealed multiple tumor-reactive MR1-restricted TCRs
3. 学会等名 第50回日本免疫学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kobayashi E, Ozawa T, Hamana H, Muraguchi A, Kishi H
2. 発表標題 Identification of tumor antigen-specific TCRs using immunospot array assay on a chip(T-ISAAC) technology
3. 学会等名 第50回日本免疫学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hamana H, Miyahara Y, Kobayashi E, Ozawa T, Muraguchi A, Shiku H, Kishi H.
2. 発表標題 Screening of neoantigen-specific TCRs using TAP fragment and Jurkat cells.
3. 学会等名 第50回日本免疫学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nakamura T, Ozawa T, Kobayashi E, Hamana H, Muraguchi A, Kishi H
2. 発表標題 Humanization of rabbit-derived T cell receptor-like antibodies and their evaluation
3. 学会等名 第50回日本免疫学会学術集会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関