

4D 世界地図を対象とした 国際貿易取引情報可視化システムの実現

藤岡 華子[†] 佐々木 史織[‡] 清木 康[†]

[†] 慶應義塾大学 環境情報学部 〒252-0805 神奈川県藤沢市遠藤 5322

[‡] 慶應義塾大学 政策・メディア研究科 〒252-0805 神奈川県藤沢市遠藤 5322

E-mail: [†] [‡] {t10744hf, sashiori, kiyoki} @sfc.keio.ac.jp

あらまし 本稿では、国際関係史に関する情報源および国際貿易取引量に関する情報源の連結により、特定の国際関係事象に関する国際貿易量を分析し、その分析結果を国際貿易取引史の4D世界地図（時間軸を持った世界地図）上へ写像する機能を有し、定性的な歴史分析では困難であった事実発見を可能にする多元的情報可視化システムの実現方法を示す。具体的には、1950年以降の国際紛争データと国際アクター間の軍事取引量データを用いて、特定の発生事象の国際相互作用を対象とした分析（共時的分析）、およびそれらの時系列変化分析（通時的分析）を可能とする国際貿易取引情報可視化システムの実現方式について述べる。

キーワード データベース, 情報可視化, 4D世界地図

Information Visualization of International Trade Data with 4D World Map System

Hanako FUJIOKA[†] Shiori SASAKI[‡] and Yasushi KIYOKI[†]

[†] Faculty of Environment and Information Studies, Keio University 5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252-8520 Japan

[‡] Graduate School of Media and Governance, Keio, University 5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252-8620 Japan

E-mail: [†] [‡] {t10744hf, sashiori, kiyoki} @sfc.keio.ac.jp

1. はじめに

現在、広域ネットワーク上、および電子図書館・博物館等のデジタルアーカイブには、人文社会学に関連する膨大な文書データ、および統計データが存在する。人文社会学の研究者および学生にとって重要な課題は、関連するサブ領域・サブ分野の情報源を含むこれら大量のドキュメントデータ集合や統計数値データ集合から、各自の分析視点・問題意識に応じた適切な情報を獲得することにある。特に、歴史学、政治学、社会学、比較文化学といった学問領域においては、専門分野の知識を反映した的確な情報獲得と共に、データ集合の共時的分析(データ内容の空間的な広がりに関する分析)や通時的分析(時間経緯に伴うデータ内容の変化の分析)が本質的に重要である[7][8][9]。

本研究の目的は、歴史事象に関する複数データベースに共通する時空間情報を対象として連結を行い、その結果を4D世界地図(時間軸を持った世界地図)[8][9]上へ写像する、人文社会学系マルチデータベースを実現することである。これによりその分野の研究者や学習者は、歴史・社会に関する文書・統計データについて、文脈・状況・視点に応じた定量的かつ動的な分析を行うことが可能となる。

本システムのユーザとしては、高等教育機関における世界史・国際関係学・国際関係史の学習者を想定している。学校教育において教科書を用いて戦争や紛争に関して大まかな知識を得ることはできるが、そこから個別の事象について深く調べるには、年表や地図帳を用いて歴史事象間の対応関係を学習するという方法が一般的である。しかし学習者が一定以上の興味を持たない場合、詳細を調べるきっかけは掴みにくい。そこで、インターネット上の簡単な操作により、国際関係の相互作用の概観を視覚的に把握可能とし、個別事象の詳細データについても獲得可能とするシステムを提案する。具体的には、学習者は授業で習った紛争をシステム上で選択することにより、関係国を地図上で視覚的に確認し、それらのアクターがどのような武器貿易を行っていたかを直観的に認識することが可能である。時間軸を持った世界地図上で視覚的に情報を確認することにより、単に数値データを眺めるだけでは気がつかなかった発見的学習も期待できる。

同様に社会学者がこれら歴史事象の分析を行う場合は、歴史関連の一次資料の解釈学的・定性的な内容分析を行うことが主流である。しかし、学者・研究者個人に帰属する高度に専門的な知識に基づいて解釈学的な内容分析が行われる場合、他の研究者や学生がその分析結果を再現し共有することは極めて困難であ

る。

本システムは国際貿易に関する数値データ間の時空間的関連性を分析・可視化するものであり、これらの分野における共時的・通時的分析の定量的把握と、直感的理解を可能とする。したがって国際関係分野の学習者・研究者は本システムを用いることにより、特定の紛争期間中、および紛争の前後期間中の関連アクター間および世界中の軍事取引量と方向性の情報を獲得し、視覚的に概観を把握することが可能となる。本システムの特徴は、一時的な情報を表示するだけでなく、異なる複数の事象に関する分析結果を積み重ねていくことにより、武器貿易と言う観点からの複数の事象間における国際貿易取引に関する共通要素の発見を行うことが可能になる点にある。

本稿で具体的に扱う戦争や紛争には、単に当事国間の軍事的な戦いの要素だけでなく、非当事国からの経済的援助や、武器の提供などの要素も含んでいる。このような視点から戦争や紛争について分析をする場合には、異なる複数の戦争、紛争に関する情報源を連結・統合して俯瞰することが重要であると考えた。

本稿で述べる国際貿易取引情報可視化システムは、具体的には年毎の国際アクター間の武器貿易量データと、紛争が起こった年のデータを連結することにより、当時の世界の武器貿易状況を定量的に把握し、発見的に学習することを可能とする。

2. 基本方式

2.1. 本システムの機能

本システムは、特定の紛争時における世界武器貿易量の可視化による情勢分析を目的として、次の3STEPを実現する。システム構成図を図1に示す。

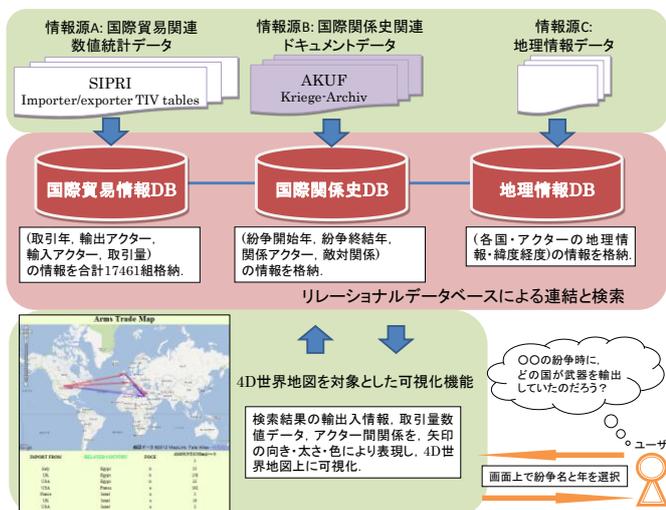


図1. 4D世界地図を対象とした国際貿易取引情報可視化システムにおけるマルチデータベースの構成図と

可視化

STEP-1: 歴史事象に関する複数データベース間の連結

第一に、国際関係史に関するドキュメントデータと国際貿易取引量に関する数値統計データを連結するため、国際関係史に関する情報源Aおよび国際貿易取引量に関する情報源Bを設定する。国際貿易取引量に関する情報源Bの武器貿易情報では、特定の年に特定のアクターがどれだけの武器を輸入・輸出したかは分かるが、紛争には多くのアクターが関与しているため、それらを一つ一つ検索していくには時間がかかる。また単に別個の数値データを見ただけでは、互いの相互関係を知ることはできない。国際関係史に関する情報源Aには紛争の当事国は記載されているが、それらのアクターが紛争時に非当事国とどのような関係を築いていたかを知ることはできない。

そこで本システムでは、国際関係史に関する情報源Aおよび国際貿易取引量に関する情報源Bに共通する時空間情報を対象として連結・結合を行うことにより、今まで単体のデータだけでは知り得なかった、新たな相互関係の発見を可能とする。

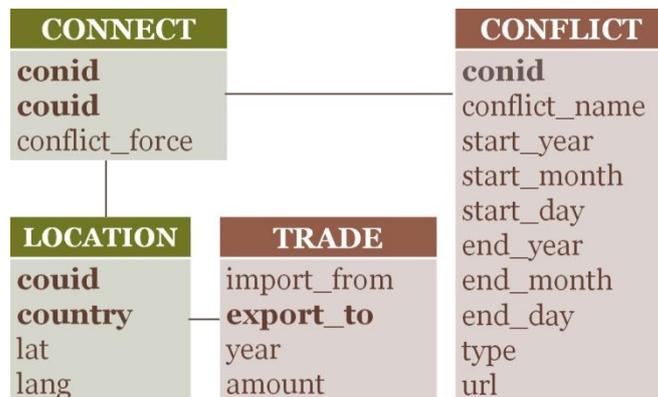


図2. 世界貿易分析データベースの構造

STEP-2: 問い合わせ機能

システムに登録されている紛争と年代の中からユーザーによって任意に選択されたデータをクエリに組み込み、新たに連結されたデータベースへ発行する。問い合わせ処理系は、紛争データと武器貿易データを結合し、その紛争当事国が指定された年に行った武器貿易情報を出力する。

STEP-3: 検索結果の可視化

本システムでは、ある特定の年代における国際貿易について、(1)輸出元のアクターと輸出先のアクターを矢印の向きにより、(2)紛争当事国の国際関係上の勢力(陣営)関係を矢印の色により、(3)貿易量を矢印の太さ

により表現し、4D 世界地図[8][9]上へ写像することで、STEP-1における検索結果の可視化を行う。

輸出元のアクターの中心地緯度を $from_lat$ 、輸出先のアクターの中心地緯度を to_lat 、輸出元のアクターの中心地経度を $from_lng$ 、輸出先のアクターの中心地経度を to_lng 、標準的な線の太さを定数 a 、度単位から等価なラジアン単位に変換する関数を $f_{deg2rad}$ とする。

(1) 輸出先のアクターの中心地に伸びる矢印の左羽の緯度 $left_lat$ と経度 $left_lng$ 、右羽の緯度 $right_lat$ と経度 $right_lng$ を次のように定める。

$$left_lat = (\cos(f_{deg2rad} * a) * (from_lat - to_lat) - \sin(f_{deg2rad} * a) * (from_lng - to_lng)) / to_lat * (a+5)$$

$$left_lng = (\sin(f_{deg2rad} * a) * (from_lat - to_lng) + \cos(f_{deg2rad} * a) * (from_lng - to_lng)) / to_lng * (a+5)$$

$$right_lat = (\cos(f_{deg2rad} * a) * (from_lat - to_lat) - \sin(f_{deg2rad} * a) * (from_lng - to_lng)) / to_lat * (a+5)$$

$$right_lng = (\sin(f_{deg2rad} * a) * (from_lat - to_lng) + \cos(f_{deg2rad} * a) * (from_lng - to_lng)) / to_lng * (a+5)$$

(2) 貿易量 $amount$ の数値の常用対数に定数 b をかけたものを、矢印の太さ $boldness$ とする。

$$boldness = \log(amount_i * b)$$

国際貿易取引量データベースの表記上、数値 1 未満、たとえば 0.5\$ が「0」で表現される場合は、1.5 の常用対数を設定しておく。

(3) 矢印の先もしくは元を示される各紛争当事国間の国際関係上の勢力(陣営)関係を、矢印の色で表現する。たとえばある事象(紛争)に関する勢力 a への輸出もしくは輸入は赤色の矢印、その敵対関係にある勢力 b への輸出もしくは輸入は青色の矢印、勢力 a を支持して介入を行った勢力 c への輸出もしくは輸入については緑色の矢印により表現する。

3. 実現方式

3.1. 使用データ

SIPRI (STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE)

SIPRI は 1966 年に設立された、紛争、軍備、軍備管理及び軍縮に特化した独立国際機関である[4]。今回使用したデータは、これが提供している 1950 年から 2010 年までに 2 つのアクター間で行われた武器貿易をトレンドインジケータ値(TIVs)の形式を用いてアメリカドルにより表わしたものである。しかし、これは直接的に金銭的価値を表すものではなく、あくまでも武器貿易量の指標である。

AKUF (Arbeitsgemeinschaft Kriegsursachenforschung)

AKUF は 1968 年に設立された、ハンブルク大学の戦争、軍事関連の様々な研究プロジェクトの一部である

[1]. ここではハンガリーの平和学者 István Kende の定義に従い、戦争を 5 つのタイプ(A~E)に分類している。本システムは一つの国に対して一つの位置情報しか持っていないため、一国内で複数勢力が関わる紛争や、SIPRI の武器貿易アクターに含まれていない勢力には対応できない。そのため本稿では、タイプ B およびタイプ C の紛争の一部を重点的に扱う。また、ここで用いられる戦争の終了とは、一定期間(最低でも 1 年以上)以上にわたって戦闘行為が行われなくなった場合において認められているが、あくまでも AKUF においてのみ適用されるもので普遍的な定義ではない。本システムはこの定義に基づき作成する。

DICTIONARY OF WARS Third Edition

AKUF はドイツ語表記であるため、紛争名をこの本に記述されている英語で統一する[5]。

SIPRI より年毎の 2 アクター間の武器貿易金額を、AKUF より紛争の定義及び当事国をデータベースに格納し、PostgreSQL[3]によってそれらの情報を結合する。これによりユーザはある事象(紛争)が起こった年を基準に、それぞれの断片的な情報を、包括的な関連情報として認識することが可能となる。また、単に数値データとしてデータを見る場合と、地図上に矢印を用いて俯瞰的に眺める場合とでは、後者の方が直感的な発見が期待できる。

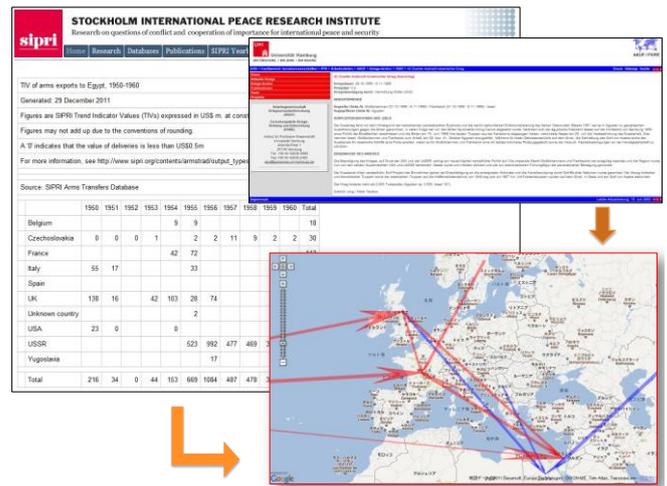


図 3. SIPRI および AKUF データベース連結と結合による貿易量分析・可視化

3.2. 実現環境

STEP-1: データ構造

PostgreSQL[3]を用い、SIPRI と AKUF のデータを連結及び結合する。

CONFLICT リレーションに格納されている紛争の当事国を CONNECT リレーションにより定義し、TRADE リレーションの 'export_tp' もしくは 'import_from' と連

結する。検索結果には紛争当事国に対して武器輸出もしくは武器輸入を行ったアクターが出力される。

LOCATION リレーションには、世界地図に各アクターの位置を表示するために緯度経度[2]が格納されており、クエリの結果として返された紛争当事国を武器輸入国もしくは武器輸出国に設定し、それが STEP-3 の可視化機能により、矢印の先もしくは元として表示される。

STEP-2: データベースへのデータの格納と検索クエリの発行

表 1. TRADE リレーション

export_to	import_from	amount	year
Afghanistan	Italy	18	2009
Afghanistan	Italy	89	2010
Panama	USA	8	1985
Sweden	UK	54	1983
...

表 2. CONFLICT リレーション

conid	conflict_name	start_year	end_year	type
42	Suez or Sinai War	1956	1956	C-2
211	Bosnian Civil War	1992	1995	B-1
25	Korean War	1950	1953	C-1
...

表 3. CONNECT リレーション

conid	coid	conflict_force
42	201	a
42	57	b
211	219	a
211	26	b
...

表 4. LOCATION リレーション

conid	country	lat	lang
1	Afghanistan	33.49	65.1
184	Sweden	61.19	16.19
148	Panama	7.49	-80.4
...

紛争当事国を武器輸入国に指定した場合、以下の SQL 文によってユーザの入力・選択を検索クエリとして発行する。

```
SELECT
11.lat,
11.lang,
12.lat,
12.lang,
```

```
trade.amount,
trade.export_to,
trade.import_from,
trade.year,
connect.conflict_force,
conflict.start_year,
conflict.end_year,
conflict.url
FROM
conflict
JOIN connect
ON
conflict.conid = connect.conid
JOIN location AS 11
ON
connect.coid = 11.coid
JOIN trade
ON
11.country = trade.export_to
JOIN location AS 12
ON
12.country = trade.import_from
WHERE conflict.conflict_name = '(CONFLICT NAME)'
AND trade.year = '(TRADE YEAR)'
AND trade.amount (>,< AMOUNT);
```

STEP-3: 可視化

第二章に記述した基本方式に基づき、HTML, PHP, Google Maps API[6]によりユーザインターフェースと可視化機能を実装し、発行されたクエリに対応してその検索結果を 4D 世界地図[8][9]上へ可視化する。

矢印の色を半透明にすることにより、色の濃度によってそのアクターへの武器輸出密集度が分かるように可視化を行った。

なお、紛争当事国であっても、指定した年に一切の武器貿易をしていない場合、地図上には表示しない。

- (1) 輸出元のアクターと輸出先のアクターを矢印の向きにより表現する。

```
$left_lat[$i] = (cos(deg2rad($degree)) * ($from_lat[$i] - $to_lat[$i]) - sin(deg2rad($degree)) * ($from_lng[$i] - $to_lng[$i])) / 10 + $to_lat[$i];
$left_lng[$i] = (sin(deg2rad($degree)) * ($from_lat[$i] - $to_lng[$i]) + cos(deg2rad($degree)) * ($from_lng[$i] - $to_lng[$i])) / 10 + $to_lng[$i];
$back_lat[$i] = ($from_lat[$i] - $to_lat[$i]) / 20 + $to_lat[$i];
$back_lng[$i] = ($from_lng[$i] - $to_lng[$i]) / 20 + $to_lng[$i];
```

- (2) 貿易量を矢印の太さにより表現する。

```
if ($amount[$i] == 0) {
    $boldness[$i] = log(1.5);
} else {
    $boldness[$i] = log($amount[$i]*10);
}
```

- (3) 紛争当事国の国際関係上の勢力(陣営)関係(勢力 a, b, c, d など)を矢印の色により表現する。

```
if ($conflict_force[$i] == 'a') { $color = "ff0000"; }
else if ($conflict_force[$i] == 'b') { $color = "0000ff"; }
```

```
else if ($conflict_force[$i] == 'c') { $color = "ffff00"; }
else if ($conflict_force[$i] == 'd') { $color = "00ffff"; }
else { $color = "00ff00"; }
```

4. 実験

実験の目的は、SIPRI と AKUF の結合されたデータを用い、各紛争の前後にどのような武器貿易が行われていたかを可視化する本システムの機能の検証である。ここでは、ユーザにより任意に選択された紛争名と年代を問い合わせに組み込み、本システムへ発行することにより、地図上に矢印として可視化されたデータから得られる発見的事実を示す。

今回はどの実験においても、紛争当事国を武器輸入国に指定したため、可視化の結果、矢印の先のアクターがその紛争に関わったアクターであることを示している。なお、実験システムのインターフェースでは、ユーザがある紛争名を選択すると、その紛争期間が表示されるため、ユーザはその紛争前後の年代を紛争名と併せてクエリとして設定することができる。

紛争が武器貿易に与えた影響を考察するために、紛争期間のみではなく前後数年のデータも加えて分析を行った。

4.1. 検索例:SAMPLE-1:1950-1953・Korean War(朝鮮戦争)

ここでは、1950年から1953年に起こった朝鮮戦争をとりあげ、SIPRI と AKUF の結合されたデータを適用することにより、その前後の時期に行われた紛争当事国への武器貿易量と、輸出国との関係を可視化・俯瞰する。

システムは、「紛争名=朝鮮戦争, 年代=1950年」「紛争名=朝鮮戦争, 年代=1951年」「紛争名=朝鮮戦争, 年代=1952年」「紛争名=朝鮮戦争, 年代=1953年」「紛争名=朝鮮戦争, 年代=1954年」という問い合わせを受け取る。

検索結果を表5に、可視化の結果を図4に示す。表5は、紛争当事国とそれに対して武器輸出を行ったアクターの組み合わせ、紛争当事国が所属する勢力、武器貿易量の一覧を示している。表5より、以下の国々が朝鮮戦争の当事国と関連する武器輸出アクターであることが分かる。

朝鮮戦争の当事国：北朝鮮、韓国・アメリカ・カナダ・コロンビア・イギリス・オランダ・ベルギー・ルクセンブルク・フランス・ギリシャ・エチオピア・南アフリカ・トルコ・タイ・フィリピン・オーストラリア・ニュージーランド、中国

当事国に対して武器輸出を行ったアクター：イギリス・アメリカ・ソ連・カナダ・フランス・イタリア・オランダ・スウェーデン・オーストラリア・メキシコ・ノルウェー

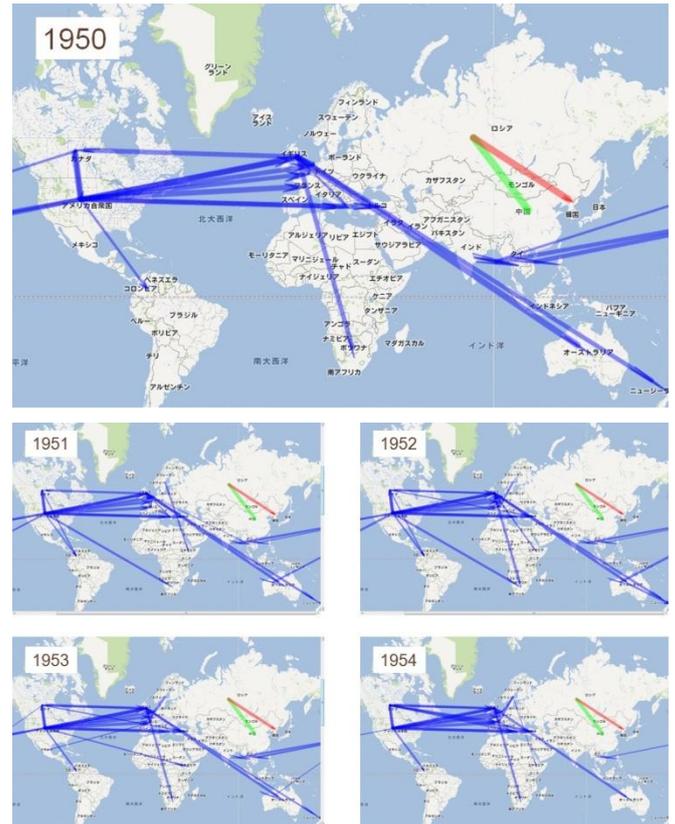


図4. 朝鮮戦争前後(1950~1954年)における紛争当事国への武器貿易量の時系列変化可視化

表5. 1950~1954年に朝鮮戦争当事国に対して行われた武器輸出例(上位抜粋)

IMPORT FROM (輸出国)	CONFLICT-RELATED COUNTRY (紛争当事国, 輸入国)	FORCE (勢力)	AMOUNT (貿易量) (US\$m)
USSR	China	c	2053
USSR	North Korea	a	849
USA	Canada	b	547
UK	Australia	b	483
UK	USA	b	404
USSR	China	c	1726
USA	Canada	b	896
UK	USA	b	725
UK	France	b	453
USA	Greece	b	441
USSR	China	c	3688
USA	Canada	b	952
UK	USA	b	620
USA	Belgium	b	576
USA	UK	b	554

UK	France	b	535
USA	France	b	535

USSR	China	c	4036
UK	USA	b	1676
USA	France	b	1037
USA	Canada	b	979
USA	Netherlands	b	428
USA	Turkey	b	424

この5年間にわたり継続して行われていた取引パターンは、イギリス→オーストラリア、フランス→ベルギー、アメリカ→ベルギー、イギリス→カナダ、アメリカ→カナダ、ソ連→中国、アメリカ→コロンビア、イギリス→フランス、アメリカ→フランス、アメリカ→ギリシャ、ソ連→北朝鮮、アメリカ→韓国、イギリス→オランダ、アメリカ→オランダ、アメリカ→フィリピン、アメリカ→トルコ、アメリカ→イギリス、カナダ→アメリカ、イギリス→アメリカの19個であった。

その中でも表6より、ソ連から中国への武器輸出力は、1951年から1954年にかけて年々増加していることが分かる。

SIPRIとAKUFの二つのデータベースを連結・結合した可視化結果の図4から、赤と青の矢印を同時に出している国がないことが見てとれ、この当時、二極が存在していたことが分かる。

4.2. 検索例:SAMPLE-2:1956・Suez or Sinai War(スエズ危機)

ここでは、1956年に起こったスエズ危機をとりあげ、SIPRIとAKUFの結合されたデータを適用することにより、その前後の時期に行われた紛争当事国への武器貿易量と、輸出国との関係を可視化・俯瞰する。

システムは、「紛争名=スエズ危機、年代=1955年」「紛争名=スエズ危機、年代=1956年」「紛争名=スエズ危機、年代=1957年」という問い合わせを受け取る。

検索結果を表6に、可視化の結果を図5に示す。表6は、紛争当事国とそれに対して武器輸出を行ったアクターの組み合わせ、紛争当事国が所属する勢力、武器貿易量の一覧を示している。表6より、以下の国々がスエズ危機の当事国と関連する武器輸出アクターであることが分かる。

スエズ危機の当事国：イギリス・フランス・イスラエル、エジプト

当事国に対して武器輸出を行ったアクター：イギリス・ソ連・ユーゴスラビア・イタリア・スウェーデン・アメリカ・フランス

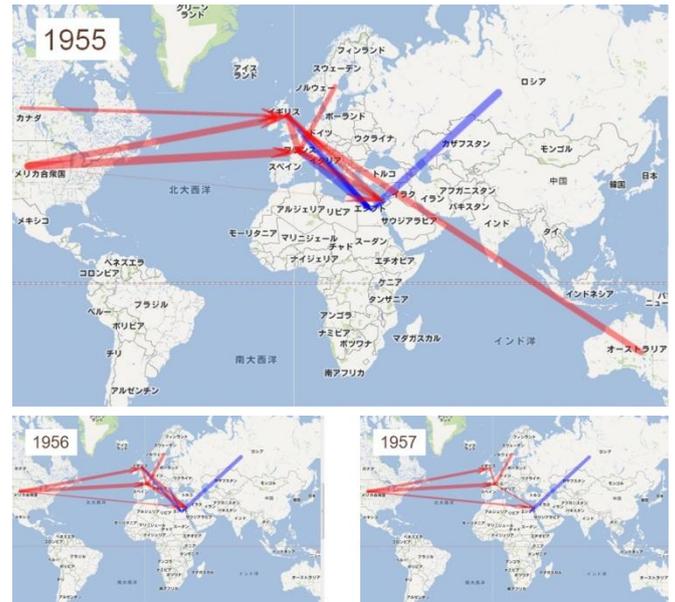


図5. スエズ危機前後(1955~1957年)における紛争当事国への武器貿易量の時系列変化可視化

表6. 1955~1957年にスエズ危機当事国に対して行われた武器輸出例(上位抜粋)

IMPORT FROM (輸出国)	CONFLICT-RELATED COUNTRY (紛争当事国, 輸入国)	FORCE (勢力)	AMOUNT (貿易量) (US\$m)
-------------------	---------------------------------------	------------	----------------------

USA	France	a	1196
USSR	Egypt	b	523
UK	France	a	244

USA	France	a	1091
USSR	Egypt	b	992
France	Israel	a	445

USA	France	a	593
USSR	Egypt	b	477

この3年間にわたり継続して行われていた取引パターンは、ソ連→エジプト、スウェーデン→フランス、アメリカ→フランス、フランス→イスラエル、アメリカ→イスラエル、アメリカ→イギリスの6つであった。これは、スエズ危機が起こる前年における全取引パターンと一致している。

SIPRIとAKUFの二つのデータベースを連結・結合した可視化結果の図5より、ベルギー・オーストラリア・カナダの3カ国は、スエズ危機が起こる前年には紛争当事国に対して武器輸出を行っていたが、その後は輸出を行っていないことが分かる。

また、スエズ危機の起こった年を境に、勢力Bであるエジプトに対してソ連以外のアクターが武器輸出を中止したことが分かる。

イギリスは紛争当事国・勢力 A でありながら、紛争年に勢力 B であるエジプトに対しても武器輸出を行っている。しかし紛争自体が 10 日間程度で終結し、元来エジプトがイギリスの財政管理下に置かれ保護国となっていた事実を踏まえると、既に知られている事実を本可視化システムが反映した結果となっている。

4.3. 検索例:SAMPLE-3: 1973・Arab-Israeli War of 1973(第 4 次中東戦争)

ここでは、1973 年に起こった第 4 次中東戦争をとりあげ、SIPRI と AKUF の結合されたデータを適用することにより、その前後の時期に行われた紛争当事国への武器貿易量と、輸出国との関係を可視化・俯瞰する。

システムは、「紛争名=第 4 次中東戦争, 年代=1972 年」「紛争名=第 4 次中東戦争, 年代=1973 年」「紛争名=第 4 次中東戦争, 年代=1974 年」という問い合わせを受け取る。

検索結果を表 7 に、可視化の結果を図 6 に示す。表 7 は、紛争当事国とそれに対して武器輸出を行ったアクターの組み合わせ、紛争当事国が所属する勢力、武器貿易量の一覧を示している。表 7 より、以下の国々が第 4 次中東戦争の当事国と関連する武器輸出アクターであることが分かる。

第 4 次中東戦争の当事国：エジプト・シリア・イラク・パレスチナ解放機構、イスラエル

当事国に対して武器輸出を行ったアクター：フランス・イギリス・ソ連・イタリア・アメリカ・ハンガリー・ポーランド

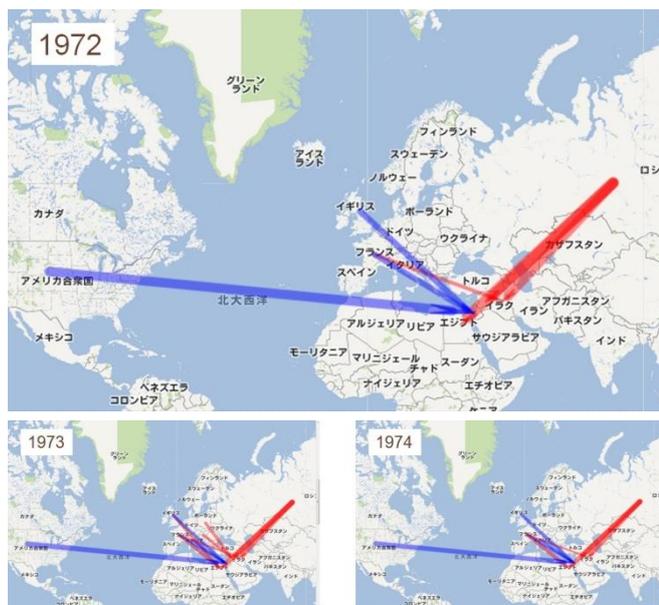


図 6. 第 4 次中東戦争前後(1972~1974 年)における紛争当事国への武器貿易量の時系列変化可視化

表 7. 1972~1974 年に第 4 次中東戦争当事国に対して行われた武器輸出例(上位抜粋)

IMPORT FROM (輸出国)	CONFLICT-RELATED COUNTRY (紛争当事国, 輸入国)	FORCE (勢力)	AMOUNT (貿易量) (US\$m)
-------------------	---------------------------------------	------------	----------------------

USSR	Egypt	a	3695
USSR	Syria	a	1391
USA	Israel	b	752
USSR	Iraq	a	668

USSR	Syria	a	3405
USSR	Egypt	a	2512
USA	Israel	b	2387
USSR	Iraq	a	1914

USSR	Syria	a	3814
USSR	Iraq	a	1439
USA	Israel	b	1218
USSR	Egypt	a	846

この 3 年間にわたり継続して行われていた取引パターンは、ソ連→エジプト、フランス→イラク、ソ連→イラク、フランス→イスラエル、イギリス→イスラエル、アメリカ→イスラエル、ソ連→シリアの 7 つであった。

その中でも表 7 より、1972 年から 1974 年にかけての武器輸出量が、ソ連からエジプトへは年々減少し、ソ連からシリアへは年々増加していることが確認できる。

SIPRI と AKUF の二つのデータベースを連結・結合した可視化結果の図 6 より、イギリスとフランスが第 4 次中東戦争の起こった 1973 年に、勢力 A・勢力 B の両アクターに対して武器輸出を行っていたことが分かる。また、ポーランドとハンガリーは紛争の起こった年にも、シリアに対して武器輸出を行っていた。

4.4. 実験考察

4.1-4.3 に示した検索例により、本システムは、国際関係系情報源と国際武器貿易情報源を連結することにより、定性的な歴史分析において確認されている歴史的事実の再現、および、定性的歴史分析では困難であった事実発見を可能にすることが確認できた。

SAMPLE1 と SAMPLE2 を比較することにより、1950 年代における異なる紛争について分析することが出来る。すなわち、関連アクターの数に大幅に差があるため矢印の密集度は異なるが、どちらもアメリカとソ連が武器輸出をするアクターは敵対関係にあるという、二極化(国際関係分野でいうところの「冷戦構造」)が見てとれる。これは、本システムが特定の発生事象の国際相互作用を対象とした分析(共時的分析)を可能とすることを示している。

さらに、SAMPLE2 と SAMPLE3 を比較することに

より、1950年代と1970年代という異なる年代における、ともに「Arab-Israeli War」の名前を持つ紛争の関連性が示される。エジプトおよびイスラエルが敵対勢力として、両者に共通した当事国であり、ソ連は50年代から70年代にかけて継続的にエジプトに対して輸出を続けていることが分かる。また、1956年に比べ1973年の方がアメリカからイスラエルに対しての武器輸出量が増加し、敵対するエジプトに対しては、ソ連からの武器輸出量が増加していることが分かる。このように、本システムは特定の発生事象の国際相互作用のみならず、その時系列変化分析（通時的分析）を可能とすることを示している。

またSAMPLE2とSAMPLE3では、戦争前後の年よりも戦争の起こった年の方が、各アクター間での武器取引量が全体的に大きかったが、SAMPLE1では戦争が終結した後も輸出量が増加しているパターンもあることが確認できる。

5. 結論

本稿では、国際関係史情報源と国際武器貿易情報源という複数のデータベースを連結することにより、新たな事実発見を可能にする多元的情報可視化システムの実現方法を示した。実験により、国際関係を時空間によって俯瞰・概観できるような可視化を行うことで、新たな事実の発見や研究対象の検証に応用できる可能性が確認できた。また、武器取引量の時系列変遷を俯瞰できるようにすることで、客観的な事実と使用した情報源のデータの内容が合致するかどうかの分析にも応用が期待できる。

本システムの長所は、一時的な情報を表示するだけでなく、複数の問い合わせによって、異なる複数の事象に関する分析結果を繰り返し獲得することにより、武器貿易と言う観点からの国際貿易取引に関する共通要素を、総合的な視点から俯瞰し発見することができる点である。紛争などの同一事象を年代別に可視化し比較することで、紛争当事国と武器取引国との関係や貿易量の時系列変化を確認でき、また、全世界の情報を表示することにより、紛争が起こった周辺の地域に限らず、紛争当事国と意外な接点を持っていた取引アクターを知ることができる。

6. 今後の展望

今回は紛争と軍事貿易に焦点を当てた研究となったが、今後は他の国際関係事象と特定の国際貿易取引データとの連結など、応用を考えたい。

本システムの今後の課題としては、紛争と年代の選択以外のクエリ入力環境の構築や、特定の期間中における武器貿易量の合計値、当事国数や死傷者数などのデータとの比率を計算する機能を備える等、機能の拡張を行う。同時に、検索対象を紛争当事国だけに絞らず、ユーザのより自由に柔軟な問い合わせに対応できるように工夫を行いたい。

本システムにおける世界地図には距離や面積の正確さは求められないため、より視覚に効果的な可視化を行うために、検索結果によって地形の表示が異なるようなデフォルメされた地図の利用も視野に入れたい。

また、単に可視化結果を表示するだけでなく、検索結果のデータから、システムが自動的に発見的事実を検知できるような機能も、データの差分を用いることにより期待ができる。

問い合わせ機能の課題としては、今後情報源が増えた場合、現在の設計ではJOINの回数が増えてしまうため、実行回数を削減するための対策も必要である。

参考文献

- [1] Arbeitsgemeinschaft Kriegsursachenforschung(AKUF), http://www.sozialwiss.uni-hamburg.de/publish/Ipw/Akuf/kriege_archiv.htm
- [2] Yobito Kayanuma, GpsCycling.net From FLand, <http://gpscycling.net/fland/latlon/index.htm>
- [3] PostgreSQL, <http://www.postgresql.jp/>
- [4] STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE(SIPRI), <http://www.sipri.org/>
- [5] George Childs Kohn, "DICTIONARY OF WARS Third Edition", Checkmark Books, 2007.
- [6] Google Maps API, <https://developers.google.com/maps/>
- [7] Ishibashi, N. and Kiyoki, Y., Meta-Chronicle, A Spatial and Temporal Multidatabase System and its Application to Histories. Proceedings of IEEE International Symposium on Applications and the Internet (SAINT 2004) - the International Workshop on Cyberspace Technologies and Societies (IWCTS 2004), pp.515-522, 2004.
- [8] Sasaki, S., Takahashi, Y, Y., Kiyoki, Y., "The 4D World Map System with Semantic and Spatiotemporal Analyzers," Information Modelling and Knowledge Bases, Vol. XXI, IOS Press, pp. 1 - 18, 2010.
- [9] Nguyen, T. N. D., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "5D World PicMap: Imagination-based Image Search System with Spatiotemporal Analyzers," Proceedings of IADIS e-Society 2011 Conference, Avila, Spain, pp.272 - 278, March 2011.